Írta

Forray Alfréd
Glits Márton
Gyúrós János
Kappel Noémi
Ombódi Attila
Pap Zoltán
Pénzes Béla
Rácz Istvánné
Slezák Katalin
Szőri András
Szőriné Zielinska Alicja
Terbe István
Tompos Dániel

Ez a könyv az Intézményközi Tankönyvkiadási Szakértő Bizottság
támogatásával készült.
Az egyetemek és főiskolák mezőgazdaság-tudományi karain javasolt tankönyv.

Talaj nélküli zöldséghajtatás

Szerkesztette

Terbe István – Slezák Katalin

MEZŐ GAZDA

Lektorálta

Horinka Tamás
Kovács András
Ledó Ferenc
Molnár András
Szamosi Csaba
Zentai Ákos

Az ábrákat

Szabó Orsolya készítette

A megjelenést szponzorálta a BASF Hungária Kft.
www.agro.basf.hu

BASF

© dr. Terbe István – dr. Slezák Katalin, 2008

ISBN 978-963-286-417-4

Hirdetésszervezés:

Fidelis Reklám- és Rendezvényszervező E. C.
Vizi Bernadett
Tel.: (06-70) 771-3637 • Fax: (06-70) 900-8903
e-mail: fidelis@vipmail.hu
1173 Budapest, Mezőtárkány u. 46.

Mezőgazda Kiadó
– az 1795-ben alapított Magyar Könyvkiadók és Könyvterjesztők Egyesülésének tagja –
1036 Budapest, Lajos u. 44–68/B
Felelős kiadó: a kiadó ügyvezető igazgatója
Felelős szerkesztő: Wenszky Ágnes
Műszaki vezető: Gerlóci Judit
Műszaki szerkesztő: Berkes Tamás
A borító Helényi Tibor sorozatterve alapján készült
Borítófotó: Kappel Noémi
Megjelent 32,9 (A/5) ív terjedelemben, 143 ábrával

MGK 712 347/08

Tartalom

1. Bevezetés *(Terbe István – Pap Zoltán)* 9
1.1. A talaj nélküli termesztés fogalma, felosztása, talaj nélküli termesztési rendszerek 10
1.2. A talaj nélküli termesztés története 15
1.3. A talaj nélküli termesztés gazdasági jelentősége 17
1.4. Irodalom 19

2. A talaj nélküli termesztés kémiai alapjai *(Rácz Istvánné)* 20
2.1. Tápoldatos termesztésben használatos kémiai alapfogalmak 20
2.2. A víz szerepe a talaj nélküli termesztésben 23
2.2.1. A talaj nélküli termesztésben használatos víz minőségi mutatói 24
2.2.2. A vizek kémiai minősítése vízkultúrás termesztéshez 28
2.2.3. Vízforrások, víznyerési lehetőségek 32
2.2.4. Az öntözővíz minőségének javítási lehetőségei 36
2.3. Irodalom 42

3. A talaj nélküli termesztés fiziológiai alapjai *(Ombódi Attila – Terbe István)* 43
3.1. A zöldségnövényeket alkotó vegyületek és elemek 43
3.2. A víz és a tápanyagok felvétele 46
3.2.1. A vízfelvétel módja 46
3.2.2. A tápanyagok felvételének módja 47
3.3. A víz és a tápanyagok felvételét befolyásoló tényezők 51
3.3.1. A víz- és a tápanyagok felvételét befolyásoló gyökérközeg tényezők 51
3.3.2. A víz és a tápanyagok felvételét befolyásoló klimatikus tényezők 57
3.3.3. A víz és a tápanyagok felvételét befolyásoló növényi tényezők 60
3.4.Élettani eredetű betegségek, fejlődési rendellenességek 60
3.4.1. Kedvezőtlen vízellátással összefüggő fejlődési rendellenességek tünetei 66
3.4.2. Kedvezőtlen fényviszonyokkal összefüggő fejlődési rendellenességek tünetei 68
3.4.3. Hőmérséklettel összefüggő fejlődési rendellenességek tünetei 69
3.4.4. Tápanyagellátással összefüggő fejlődési zavarok tünetei 70
3.5. Irodalom 80

4. A talaj nélküli termesztésben használatos közegek és elhelyezésük 81
4.1. A talaj nélküli termesztésben használatos közegekkel szemben támasztott minőségi követelmények *(Kappel Noémi)* 81
4.1.1. Közegek fizikai tulajdonságai 81
4.1.2. Közegek kémiai tulajdonságai 87
4.1.3. Közegekkel szemben támasztott követelmények 89

4.2. A talaj nélküli termesztésben használatos közegek jellemzése
(Slezák Katalin – Pap Zoltán) ... 89
4.2.1. Szerves eredetű gyökérrögzítő közegek ... 90
4.2.2. Ásványi eredetű anyagok ... 94
4.2.3. Műanyagok (szivacsok, habok stb.) ... 103
4.2.4. Keverékek ... 103
4.3. A közegek elhelyezésének elmélete és gyakorlata
(Szőriné Zielinska Alicja – (Tompos Dániel)) ... 105
4.3.1. Az elhelyezési rendszer megválasztásának szempontjai ... 105
4.3.2. Táblás elhelyezés ... 106
4.3.3. Vödrös (edényes) elhelyezés ... 116
4.4. Irodalom ... 122

5. A talaj nélküli termesztés műszaki alapjai ... 124
5.1. A talaj nélküli termesztésre alkalmas termesztőlétesítmények *(Gyúrós János)* ... 124
5.1.1. A termesztőlétesítmények elhelyezése és építése ... 126
5.1.2. A talaj nélküli termesztésben alkalmazott edények, tartók ... 132
5.1.3. A termesztőlétesítmények műszaki felszereltsége ... 132
5.2. Tápoldatozó berendezések *(Szőri András – Szőriné Zielinska Alicja)* ... 145
5.2.1. A berendezések kiválasztásának szempontjai ... 145
5.2.2. Vízkivétel és kezelése ... 146
5.2.3. A tápoldat előkészítése ... 148
5.2.4. Az öntözés vezérlése ... 150
5.2.5. A tápoldat szétosztása ... 154
5.2.6. A recirkulációs rendszerek elemei ... 156
5.2.7. Az öntözőrendszer karbantartása ... 157
5.3. Irodalom ... 158

6. Klímaszabályozás *(Forray Alfréd)* ... 159
6.1. Az automatizált klímaszabályozás alapfogalmai ... 159
6.1.1. Fokozat nélküli és fokozatos vezérelés fogalma és módszerei ... 159
6.1.2. A szellőztetésvezérlés működése és alapfogalmai ... 161
6.1.3. A fűtésszabályozás működése és alapfogalmai ... 167
6.1.4. Fűtés és szellőztetés beállítása ... 169
6.1.5. Árnyékoló és energiaernyők működtetése ... 172
6.1.6. CO_2 adagolása ... 173
6.2. Klímaszabályozás ... 177
6.2.1. Januártól márciusig terjedő, korai időszakban ... 177
6.2.2. Áprilistól május végéig terjedő időszakban ... 181
6.2.3. Júniustól augusztus végéig terjedő időszakban ... 183
6.2.4. Szeptembertől novemberig terjedő időszakban ... 186
6.3. Irodalom ... 188

7. Öntözés és tápoldatozás *(Forray Alfréd – Terbe István)* ... 189
7.1. Tápoldatozáshoz használt műtrágyák és vegyszerek ... 189
7.2. A tápoldatkészítés általános szabályai, számítások ... 194
7.3. Tápoldatozó rendszerek ... 197
7.4. Tápoldatok összetétele és töménysége ... 201
7.5. A tápoldat-bekeverés általános szabályai ... 204
7.6. Irodalom ... 207

8. Talaj nélküli termesztés 210
8.1. Palántanevelés közegeken *(Kappel Noémi)* 210
8.1.1. Palántanevelő közegek anyaga és tápanyag-ellátottsága 211
8.1.2. Hőmérséklet szabályozása a palántanevelés során 213
8.1.3. Fényellátottság szabályozása a palántanevelés során 213
8.1.4. Egyes fajok palántanevelése 214
8.1.5. Irodalom 221
8.2. Paprika talaj nélküli termesztése *(Szőriné Zielinska Alicja)* 221
8.2.1. Termesztés története és gazdaságossága 221
8.2.2. A termesztés feltételei 224
8.2.3. Termesztési időszakok 226
8.2.4. Termesztett típusok, fajták jellemzői, a választás szempontjai 226
8.2.5. Biológiai igények 230
8.2.6. A termesztés technológiája 236
8.2.7. Irodalom 243
8.3. Paradicsom talaj nélküli termesztése *(Szőriné Zielinska Alicja)* 244
8.3.1. Termesztés története és gazdaságossága 244
8.3.2. A termesztés feltételei 245
8.3.3. Termesztési időszakok 247
8.3.4. Termesztett típusok, fajták jellemzői, a választás szempontjai 247
8.3.5. Biológiai igények 250
8.3.6. A termesztés technológiája 256
8.3.7. Irodalom 268
8.4. Uborka talaj nélküli termesztése *(Szőriné Zielinska Alicja)* 268
8.4.1. Termesztés története és gazdaságossága 268
8.4.2. A termesztés feltételei 269
8.4.3. Termesztési időszakok 274
8.4.4. Termesztett típusok, fajták jellemzői, a választás szempontjai 274
8.4.5. Biológiai igények 276
8.4.6. A termesztés technológiája 282
8.4.7. Irodalom 291
8.5. Dinnye talaj nélküli termesztése *(Kappel Noémi)* 292
8.5.1. A termesztés gazdasági jelentősége 292
8.5.2. A termesztés feltételei 292
8.5.3. Termesztett típusok, fajták jellemzői, fajtaválasztás szempontjai 293
8.5.4. Biológiai igények 294
8.5.5. A termesztés technológiája 295
8.5.6. Irodalom 298
8.6. A tojásgyümölcs talaj nélküli termesztése *(Tompos Dániel)* 299
8.6.1. Termesztés története és gazdaságossága 299
8.6.2. A termesztés feltételei 299
8.6.3. Termesztési időszakok 300
8.6.4. Termesztett típusok, fajták jellemzői, a választás szempontjai 301
8.6.5. Biológiai igények 301
8.6.6. Közegnedvesség és a levegő páratartalma 302
8.6.7. A termesztés technológiája 303
8.6.8. Irodalom 308
8.7. A fejes saláta talaj nélküli termesztése *(Tompos Dániel)* 308
8.7.1. Termesztés története és gazdaságossága 308
8.7.2. A termesztés feltételei 309

8.7.3. Termesztési időszakok 313
8.7.4. Termesztett típusok, fajták jellemzői, a választás szempontjai 313
8.7.5. Biológiai igények 315
8.7.6. A termesztés technológiája 318
8.7.7. Irodalom 325
8.8. A szamóca talaj nélküli termesztése *(Tompos Dániel)* 325
8.8.1. Termesztés története és gazdaságossága 325
8.8.2. A termesztés feltételei 326
8.8.3. Termesztési időszakok 329
8.8.4. Termesztett típusok, fajták jellemzői, a választás szempontjai 329
8.8.5. Biológiai igények 329
8.8.6. A termesztés technológiája 330
8.8.7. Irodalom 335
8.9. A talaj nélküli termesztés növényvédelme *(Glits Márton – Pénzes Béla)* 336
8.9.1. Peszticidterhelés csökkentésének lehetősége a talaj nélküli zöldséghajtatásban 336
8.9.2. Növényvédelem a palántanevelőben 338
8.9.3. A paprika védelme 342
8.9.4. A paradicsom védelme 348
8.9.5. Az uborka védelme 356
8.9.6. A sárgadinnye védelme 360
8.9.7. A tojásgyümölcs védelme 363
8.9.8. A fejes saláta védelme 365
8.9.9. A szamóca védelme 368
8.9.10. Irodalom 372

1. Bevezetés

A talaj nélküli termesztés már több mint fél évszázados múlttal rendelkezik. Olyan tényezők kényszerítették a nagy hagyományokkal rendelkező kertészeti üzemeket a talajos termesztés feladására, mint a talajból fertőző kórokozók és a gyökérgubacs-fonálféreg elszaporodása, vagy a nagyobb termésátlagokon keresztül a termesztés jövedelmezőségének fokozása. Több esetben felvetődött a kedvezőtlen talajviszonyokkal rendelkező területek hasznosításának lehetősége és szükségessége is, ami fokozta az ilyen irányú törekvéseket és fejlesztéseket.

A monokultúrás jellegű termesztésnek köszönhetően olyan mértékben felszaporodtak a talajban élő kártevők és növénybetegségek, hogy az ellenük való vegyszeres védekezés a környezet károsítása nélkül már nem volt lehetséges. Időközben több talajfertőtlenítő anyagról kiderült, hogy elbomlásuk nem kielégítő, kimutatták a termésben és az ivóvizekben is a szermaradványokat. A korábban alkalmazott talajfertőtlenítő anyagok között potenciális hadimérgek is voltak, amelyek nemcsak azokra jelentettek súlyos veszélyt, akik az így fertőtlenített talajon termett zöldséget fogyasztották, komoly egészségi károsodásnak voltak azok is kitéve, akik ezekkel az anyagokkal dolgoztak, akik ezeket a vegyszereket használták.

Hosszú távon megoldásnak tűnt a rezisztencianemesítés, de ennek eredményei néhány kártevő és betegség esetében még ma is váratnak magukra, nem is beszélve az újonnan kialakuló betegségekről, kártevő törzsekről, fajokról. Sok esetben a rezisztencia bevitele egy-egy fajnál számos olyan hátránnyal járt, ami rontotta a versenyképességet, a termesztés jövedelmezőségét (koraiság csökkenése, termésminőséggel kapcsolatos problémák, más, elsősorban fiziológiai betegségek iránti érzékenység fokozódása). Változatlanul fontos és meghatározó jelentőséggel bír a talaj nélküli termesztésben is a különböző betegségekkel és kártevőkkel szembeni nemesítés, a rezisztencia keresése, beépítése a növényekbe, de a monokultúrás jellegű termesztés, a talajfertőzöttség pillanatnyi gondjait nem oldja meg.

A nyolcvanas évek elején még megoldásnak tűnt a talajok fizikai úton történő fertőtlenítése, a gőzölés, de az elszabaduló energiaárak miatt ez a környezetvédelmi követelményeknek és előírásoknak minden tekintetben megfelelő módszer elhalt, gyakorlatilag megbukott. Jelenleg is vannak ilyen irányú próbálkozások, de költségek tekintetében a versenyképességük vitatható.

Meg kell említeni, mint egyik jelentős tényezőt a termesztőberendezések talajának fizikai és kémiai leromlását is. A nagyadagú műtrágyázás, a rossz minőségű öntözővizek hatására a talajok olyan mértékben feltöltődtek káros anyagokkal, növényi szempontból káros sókkal, amelyek lehetetlenné tették a jövedelmezőség fokozását.

A terméseredmények romlani kezdtek, a talajok átmosatása sem oldotta meg a gondot, nem is beszélve az eljárás környezetveszélyes voltáról.

A 10–15 éves termesztőberendezésekben a jó minőségű szerves trágya és más humuszpótló anyagok hiánya következtében a talajszerkezeti gondok is egyre élesebben jelentkeztek, amelyeket a legkorszerűbb talajművelő eszközök sem tudtak megoldani.

A több száz éves kutatási eredmények, talajtani, agrokémiai és élettani kísérletek, amelyeket sokszor mint elméleti érdekességeket emlegettek, beépültek a gyakorlatba, és ma már néhány fejlett kertészettel rendelkező országban alapvető és meghatározó termesztési módszert jelentenek. Másfél évtizede nálunk is megindult üzemi szinten a talaj nélküli termesztés, és noha a tőkehiány sok helyen akadályozza gyors felfutását, örömmel állapítható meg, hogy évről évre jelentős felületnövekedés van, nemzetközi szinten is korszerű, versenyképes üzemek létesülnek.

1.1. A talaj nélküli termesztés fogalma, felosztása, talaj nélküli termesztési rendszerek

Talaj nélküli termesztés alatt az olyan technológiai eljárásokat értjük, amelyek során a természetes talajtól elszigetelt mesterséges vagy természetes közegen, tápoldat segítségével neveljük a növényeket.

Az évek során a talaj nélküli zöldség- és dísznövénytermesztésnek számos változata alakult ki. Az egyes megoldások elterjedésében jelentős mértékben közrejátszottak a beruházási és üzemeltetési költségek, a rendszerek megbízhatósága, vízigénye és a környezetszennyezés mértéke. Jobb áttekinthetőségük érdekében többen próbálták csoportosítani, rendszerezni ezeket a termesztési változatokat a termesztőközeg mennyisége, a gyökerek elhelyezkedése, a gyökérrögzítő közeg anyaga, a tápoldat felhasználásának rendszere vagy a gyökérrögzítő közeget tartó edény alakja és elhelyezése alapján. Talán a legáttekinthetőbb felosztást Göhler (2002) készítette *(1. táblázat)*.

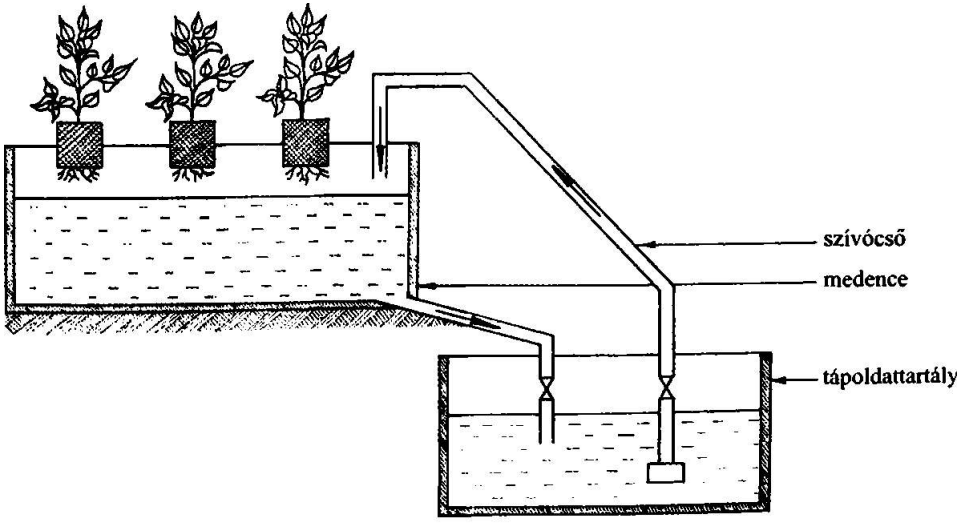
Göhler a talaj nélküli, vagy ahogy ő nevezi, a talajtól független termesztést alapvetően két csoportra osztotta: földkeveréken történő termesztés és földkeverék nélküli termesztés. Ez utóbbihoz sorolta a közeges (szubsztrátos) és a szubsztrát nélküli termesztési módokat. A szubsztráton történő termesztés esetében megkülönböztet a szubsztrát anyaga szerint organikus és anorganikus (inert) közegen történő termesztési eljárásokat. Az organikus anyagokon folyó termesztéshez sorolja a vékonyréteges, a zsákos és a konténeres termesztési módokat. Az anorganikus közegeken történő termesztéshez csoportosítja a kavicskultúrát, a kőgyapotos termesztést, a perliten, égetett agyaggolyón, műanyag szivacson és polisztirol szemcséken folytatott termesztést, ami történhet vályúban (csatornában) vagy konténerben (tenyészedényben).

A szubsztrát nélküli termesztés esetében a gyökérrögzítő anyag mennyisége alapján megkülönböztet:

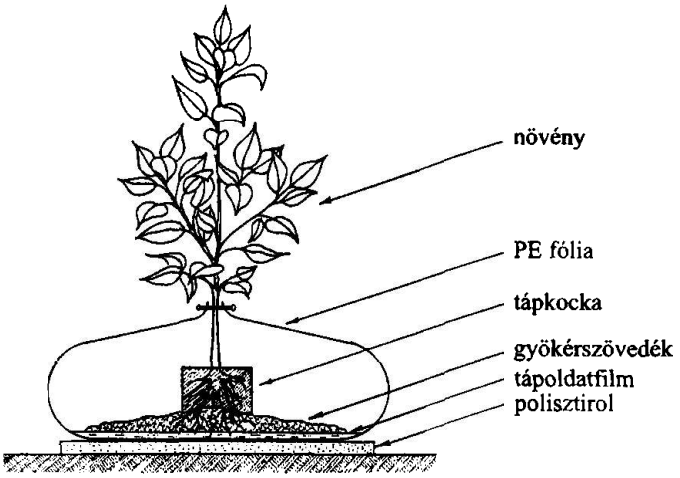
- tankkultúrát (agregátpónika, medencés termesztés) *(1. ábra)*,
- hidropónikát vagy NFT (Nutrient Film Technology, tápfilm technológia) módszert *(2. ábra)*,
- PPH (Plant Plane Hydroponic) vagy aquaponic rendszert *(3. ábra)* és
- aeroponicát vagy hazyponicát (levegő vagy ködkultúra) *(4. ábra)*.

1. táblázat. Termesztési eljárások a kertészeti termesztésben (Göhler, 2002 nyomán)

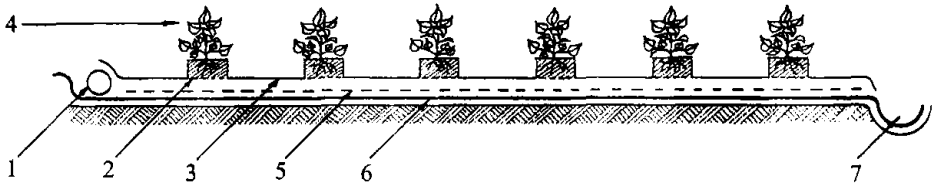
<table>
<tr><td colspan="4">1. Talajos termesztés</td></tr>
<tr><td rowspan="9">2. Talajtól független termesztés</td><td colspan="3">2.1. termesztés földkeverékeken</td></tr>
<tr><td rowspan="8">2.2. talaj nélküli termesztés</td><td rowspan="6">2.2.1. szubsztrátos termesztés</td><td rowspan="3">A) szerves közegen történő termesztés</td><td>a) vékonyréteges (polcos) termesztés</td></tr>
<tr><td>b) zsákos termesztés</td></tr>
<tr><td>c) konténeres termesztés</td></tr>
<tr><td rowspan="3">A) szervetlen, inert közeges kultúrák</td><td>a) kavicskultúra</td></tr>
<tr><td>b) kőgyapotos termesztés</td></tr>
<tr><td>c) perlites termesztés</td></tr>
<tr><td rowspan="3">2.2.2. közeg nélküli termesztés</td><td colspan="2">d) égetett agyagkavicsos termesztés stb.</td></tr>
<tr><td colspan="2">A) tankkultúra (medencés termesztés)</td></tr>
<tr><td colspan="2">B) NFT (Nutrient Film Technology – tápanyagfilm módszer)</td></tr>
<tr><td colspan="2">C) aeroponika (levegő vagy ködkultúra)</td></tr>
<tr><td colspan="2">D) PPH (Plant Plane Hydroponic)</td></tr>
</table>



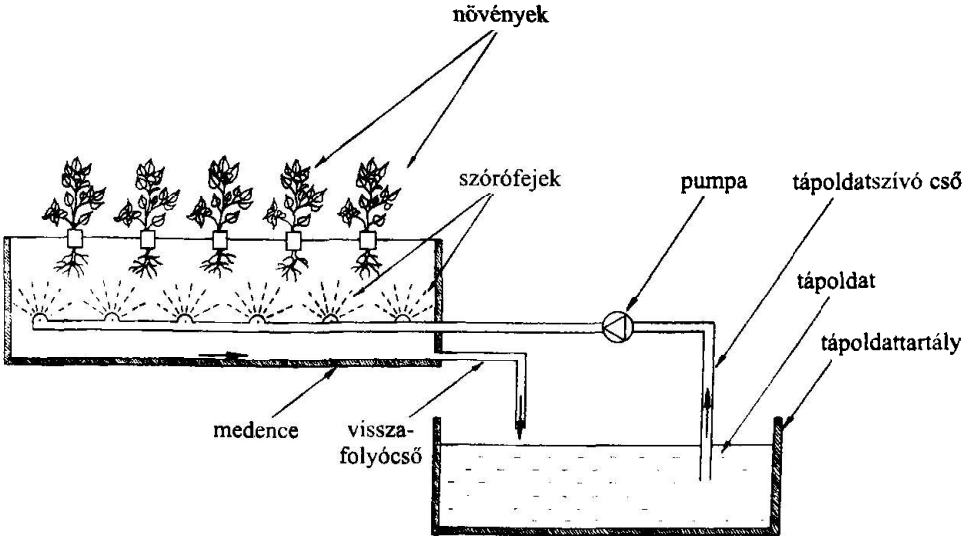
1. ábra. Tankkultúra (hidroponika)



2. ábra. Tápfilmtechnológia (NFT = Nutrient Film Technology)



3. ábra. PPH (Plant Plane Hydroponic) rendszer
1. tápoldat elosztó rendszer, *2.* tápkocka, *3.* fehér fólia, *4.* növények, *5.* vékony agroszövet (ulies) *6.* vastag fólia, *7.* tápoldatgyűjtő csatorna



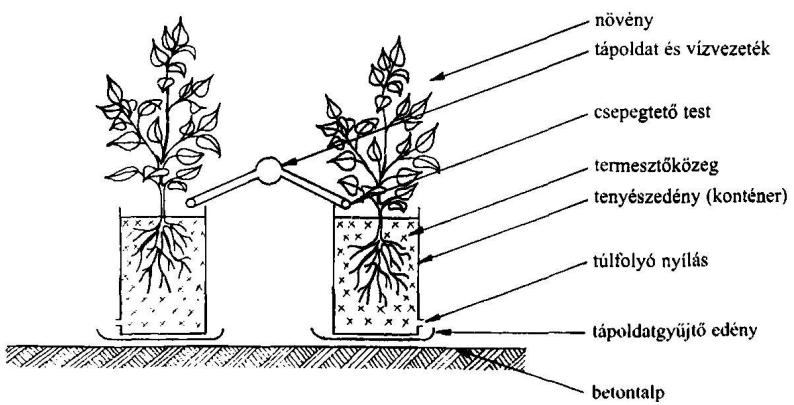
4. ábra. Aeroponika (levegő vagy ködkultúra)

Göhler a hidropónikás kultúrákhoz sorolja az olyan termesztési módokat, amelyek esetében a növényeket közeg nélkül vagy csak egy egészen vékony mesterséges közegen nevelik. A gyakorlatban ennél szélesebb értelmezése van a hidropónikás termesztésnek, sokszor a kőgyapotos és a kavicsos termesztést vagy az égetett agyaggolyón nevelt dísznövények nevelését is így nevezik.

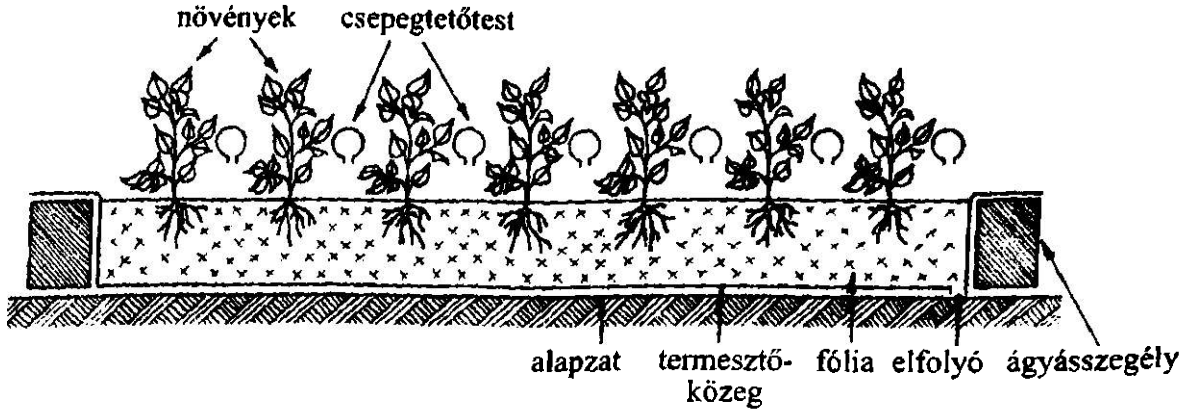
A közeges vagy szubsztrátos termesztés esetében a közeg anyaga szerint megkülönböztetünk szerves és szervetlen gyökérrögzítő anyagokat. A szerves anyagok esetében nem mindig beszélhetünk oligotrof (kémiailag indiferens, tápanyagmentes) tulajdonságról, tekintettel arra, hogy ezekben az anyagokban növényi tápelemek is előfordulnak, ami a tápanyag-ellátás szabályozását megnehezítheti. Jól ismert, a termesztésben olyan jól bevált anyagok tartoznak ide, mint a tőzeg, a kókuszrost, a fűrészpor, a fakéreg vagy a szecskázott szalma. A szervetlen vagy inert anyagok esetenként nem rendelkeznek olyan kedvező szerkezeti tulajdonságokkal (pl. vízmegtartó képesség), mint a szerves anyagok, de nagy előnyük, hogy kémiailag indiferensek, a tápoldat összetételét nem módosítják. Ide sorolható a kőgyapot és az üveggyapot, a kavics, a perlit, a sóder, a műanyag szivacsok és különböző műanyagok stb. A termesztőközeg elhelyezése és a közeget tartó edény alakja szerint beszélünk zsákos termesztésről *(5. ábra)*, konténeres kultúráról, csatornás megoldásról *(6. ábra)*, ágyásos elhelyezésről *(7. ábra)*, cserepes növénynevelésről stb.

A zárt és nyílt rendszerek megkülönböztetése egy más felfogás szerinti csoportosításon, a tápoldatellátás szerinti osztályozáson alapszik *(8. ábra)*. A nyílt rendszerek esetében a felesleges, fel nem használt tápoldatot elfolyatják. A zárt rendszerek esetében a tápoldatot visszavezetik, ez a fertőzés elméleti lehetőségét rejti magában. A nyílt rendszerek a jelentős veszteségek mellett a környezetet is nagymértékben szennyezik, rossz minőségű öntözővizek esetében gyakran kényszerből választják ezt az eljárást az üzemek.

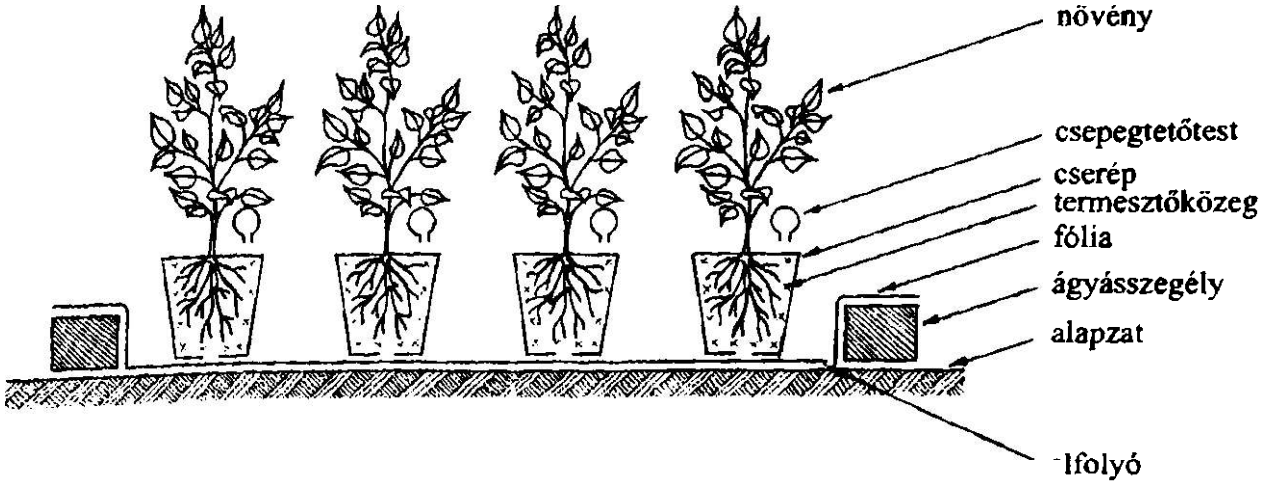
A zárt rendszerek üzemeltetése nagyobb szakmai és technikai felkészültséget igényel. Az elfolyó tápoldat újrahasznosítása csak folyamatos ellenőrzéssel valósítható



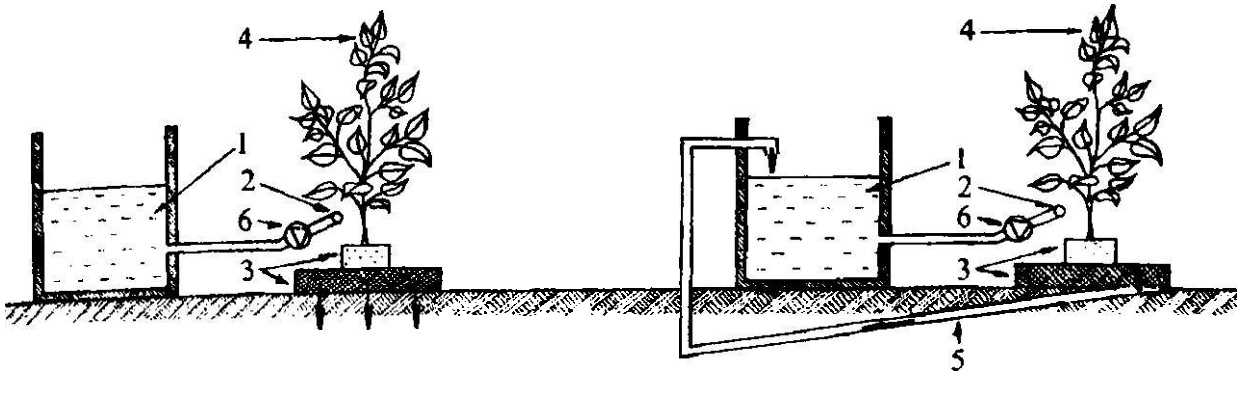
5. ábra. Zsákos termesztés (konténerkultúra)



6. ábra. Ágyásos termesztés



7. ábra. Cserepes termesztés



„A" nyílt rendszer „B" zárt rendszer

8. ábra. Nyílt és zárt rendszerű tápoldatozás
1. tápoldattartály, *2.* csepegtetőtest, *3.* gyökérrögzítő közeg, *4.* növények, *5.* tápoldat-visszavezető cső, *6.* tápoldatszivattyú

meg, amely kiterjed a tápoldat összetételére, pH-jára, EC-értékére, oxigéntartalmára, esetenként a hőmérsékletére, fertőzöttségére. Az egyre szigorúbb környezetvédelmi előírások sok országban csak ennek a rendszernek a működtetését engedélyezik.

1.2. A talaj nélküli termesztés története

Az első talaj nélküli növénytermesztési megfigyelések az 1600-as évek közepén kezdődtek, amikor természettudósok arra kerestek választ, hogy a növény milyen anyagokból táplálkozik, milyen anyagokat épít a szervezetébe. Nem a vízkultúrás termesztést, annak gyakorlati alkalmazásának lehetőségét vizsgálták a korabeli tudósok, hanem a növényi táplálkozással kapcsolatos kérdésekre kívántak választ keresni. Erre kiváló lehetőséget biztosított a talaj nélküli termesztés, ahol pontosan lehetett tudni, hogy mi kerül az oldatból a növénybe, szemben a talajjal, amely összetettsége miatt megnehezítette az ilyen számításokat. A XVII. század közepén Malpighi jelentős megállapításokat tett a mineralizációval kapcsolatosan, és ilyen vonatkozásban új alapokra helyezte a talajkémiát. Duhamel egy évszázaddal később kísérleteivel kimutatta, hogy talaj nélkül, a talajból készült szűrletekkel is megnevelhetők a növények.

Nagy változást Liebig kísérletei hoztak, aki a termésekkel kivont tápanyagok visszajuttatásának szükségességét kutatta, megállapította, hogy a növények táplálásában kizárólag csak az ásványi anyagok vesznek részt. Rámutatott néhány olyan hamuelem fontosságára, mint a foszfor és a kálium, amelyek nélkülözhetetlenek a növényi táplálkozás szempontjából, igaz a nitrogén szerepét alábecsülte. Az 1860-as években Knop és Sachs homokon és vízkultúrában lefolytatott vizsgálatai igazolták Liebiget és a nitrogén fontosságát hangsúlyozó Boussingaultot, hogy a növények szerves anyag nélkül is, kizárólag ásványi közegben is megnevelhetők, ha az ásványi anyagokat megfelelő mennyiségű vízzel együtt biztosítják számukra.

Jelentős áttörést jelentett, amikor Gericke 1929-ben Kaliforniában kifejlesztette, és tudományos alapokra helyezte a tankkultúrás talaj nélküli termesztést, így megnyitva a gyakorlat számára a hidropónika széles körű alkalmazásának lehetőségét. Ezzel közel egy időben folytak gyakorlat orientált vizsgálatok a Szovjetunióban és Lengyelországban. Németországban az első vízkultúrás termesztőüzemet 1938-ban Hörning hozta létre Westfaliában, ahol dísznövényeket termesztett, és az innen származó antúriumot, mint első hidropónikás árut a stuttgarti kertészeti kiállításon aranyéremmel tüntették ki.

Az 1940-es években az Egyesült Államok a csendes-óceáni Wake- és az atlanti-óceáni Ascension-szigeteken, az ott állomásozó katonaság friss zöldség ellátására már 22 hektáros termesztőtelepet hozott létre, és ezeket éveken keresztül árutermelés céljából eredményesen hasznosította. Az ott szerzett amerikai tapasztalatok és eredmények felkeltették a tudomány és a szakma érdeklődését, és az 50-es években már világviszonylatban foglalkoztak a vízkultúrás termesztés kérdéseivel, számos új módszert kifejlesztve. A fejlesztés iránya a tankkultúrás termesztés volt, gyökérrögzítő közegnek sódert és kavicsot használtak.

Jelentős fejlesztések történtek a tápoldatok összetételében, számos kérdést sikerült a mikroelemek, a tápelemformák területén megoldani. A 60-as években a Szovjetunióban

igen intenzíven foglalkoztak a kavicskultúrás megoldásokkal, közel 100 hektáron folyt ilyen technológiával zöldségtermesztés, de ezek az eredmények ökonómiai és termesztéstechnikai tapasztalatok hiánya miatt nem váltak igazán ismertté a világ számára.

A 60-as évek végén, a 70-es évek elején a vízkultúrás termesztés megtorpant, aminek egyik oka lehetett a termesztéshez nélkülözhetetlen mérőeszközök és műszerek, valamint a műszaki alapok hiánya. Ebben az időben Európában a termesztéssel kapcsolatos kutatások a tőzegkultúrák felé irányultak, főleg a dísznövénytermesztés és a palántanevelés területén születtek új eredmények.

Új lendületet adott a talaj nélküli termesztésnek a 70-es évek közepén a kőgyapotos technológia kifejlesztése, ami dán és holland kutatók és kertészek nevéhez fűződik. A természetes (preparálatlan) kőgyapot, amelyet még a XIX. század végén Hawaiban fedeztek fel, és izolációs célokra használtak, az 1960-as évek végén Petersen kísérletei nyomán vált ismertté, mint növénytermesztésre alkalmas közeg, és ez jelentette a kőgyapot karrierjének kezdetét.

A kőgyapotéhoz hasonló jelentőséggel bírtak ez idő tájt Cooper kísérletei, és az ezek alapján megvalósított NFT (Nutrient Film Technology), amelyet 1973-ban Indiában fejlesztett ki, majd 1976-ban Nagy-Britániában továbbfejlesztett és több kertészeti üzembe bevezetett.

Cooper eredményei meghatározóak voltak a vízkultúrás termesztés gyors elterjedésében. Az első üzemi eredményeket és tapasztalatokat igen intenzív kutatómunka követte, amelynek következtében jelentősen növekedtek a terméseredmények, és nem utolsósorban nagymértékben fokozódott a termésbiztonság.

Nagy előrelépést jelentett a 80-as években kidolgozott zárt rendszerű eljárás és a környezetet kevésbé szennyező gyökérrögzítő közegek alkalmazása. Japánban a kutatás és a gyakorlati alkalmazás az aeroponika irányában történt, és jelentős fejlesztéseket végeztek a tankkultúrás termesztés tápoldat-cirkulációs megoldásai területén is.

A 80-as évek végétől a legtöbb újítás és fejlesztés a tápoldat mennyiségének csökkentése irányába történt, valamint – pontosítva az egyes növényfajok tápanyag- és pH-igényét, a fenológiai fázisonkénti optimális EC-értéket – újabb tápoldatrecepteket dolgoztak ki.

A vízkultúra üzemszerű alkalmazása az 1970-es évek elején kezdődött Hollandiában, ezt követően a fejlett kertészetekkel rendelkező nyugat-európai országokban gyorsan elterjedt. A zöldségek mellett több dísznövényfaj (pl. rózsa, gerbera, liliom, szegfű, antúrium stb.) hajtatására is alkalmazzák. Hollandiában a paprikát, a paradicsomot, a tojásgyümölcsöt, az uborkát és a sárgadinnyét gyakorlatilag csak vízkultúrában termesztik. Az utóbbi 10 évben a dél-európai országok is jelentős fejlesztéseket végeztek a talaj nélküli termesztés területén. Ezekben az országokban legtöbbször nem a hollandok által alkalmazott, nagyon pontos és precíz technikát igénylő megoldásokat alkalmazzák, általában a kevesebb beruházást igénylő, nagyobb „hibatolerenciával" rendelkező technológiák bizonyultak előnyösebbnek.

Magyarországon Somos és Sovány irányításával az ötvenes évek óta folytak kísérletek tápoldatozással sóderen és dunai kavicson. A paradicsom, karalábé, retek, sóska, spenót és az uborka termesztéstechnológiájának kidolgozása mellett a fehér termésű étkezési paprikák hajtatása terén értek el nemzetközi vonatkozásban is jelentős

sikereket. A Kecskeméti Főiskolán Kovács vezetésével a 80-as évek végén, 90-es évek elején kezdtek hazai anyagok és eszközök felhasználásával az üzemi szintű termesztéstechnológia kidolgozásához, paprikával és paradicsommal sikerült a talajos termesztéshez viszonyítva kimagasló termésátlagokat elérni.

Üzemi jelleggel 1995-ben a Flóratom Kft-nél 1 hektáron megindult a vízkultúrás paradicsomhajtatás, amelyet gyors ütemben más hajtatóüzemek is követtek. A talaj nélküli dísznövény- és zöldségtermesztés 2007-ben meghaladta a 200 hektárt. Lassítják a technológia terjedését a korszerűtlen hajtató-létesítmények, a tőke hiánya és a technológiával kapcsolatos, még kialakulatlan szolgáltatóipar.

1.3. A talaj nélküli termesztés gazdasági jelentősége

Még az 1970-es és 80-as években sokan vitatták a talaj nélküli termesztés létjogosultságát, ma már senki nem vonja kétségbe fontos szerepét a zöldség- és dísznövényhajtatásban, sőt más kertészeti ágazatokban (pl. gyümölcstermesztés, szőlőtermesztés, gyógynövénytermesztés) is egyre több példa akad a sikeres alkalmazására. Bevezetésének, üzemeltetésének más termesztési megoldásokhoz viszonyítva kétségtelenül vannak hátrányai, de a technika előrehaladtával, a szakismeretek bővülésével ezek jelentősége csökken, a problémák folyamatosan kiküszöbölődnek, megoldódnak.

A talaj nélküli termesztés előnyei a talajos termesztéshez viszonyítva:

- Nem igényel talajt, ott is megvalósítható, ahol nincs termőtalaj vagy rossz a minősége, és alkalmatlan a zöldséghajtatásra.
- Az optimális vagy közel optimális struktúra következtében könnyebben biztosítható a növények számára az optimális víz- és tápanyag-ellátottság.
- Nem igényli a rendszer az egyre nehezebben beszerezhető szerves trágyát.
- Elmarad az esetenként meglehetősen bonyolult és költséges talajápolás.
- A talajból fertőző betegségekkel és kártevőkkel nem kell számolni, a közeg mentes minden növénytoxikus anyagtól.
- Kevesebb növényvédőszer-felhasználást tesz szükségessé.
- Könnyebben és olcsóbban biztosítható a növények számára az ideális talajhőmérséklet.
- A közeg fizikai és kémiai tulajdonságainak pontos ismeretében jól szabályozható és automatizálható a növények víz- és a tápanyag-ellátása, ebből adódóan ritkábban fordul elő túlöntözés, túltrágyázás, illetve víz- és tápanyaghiány.
- A műszerek használatával csökkenthető az emberi tévedés, a szubjektív megítélés.
- Az ideális feltételek korábbi termésérést, jobb minőséget, nagyobb termésmennyiséget tesznek lehetővé.
- Garantáltan mentes a termés a talajból eredő káros anyagoktól.
- A korszerűbb rendszerek üzemeltetésével minimálisra csökkenthető a víz- és a tápanyagveszteség, a környezetszennyezés.
- Megfelelő technikai és szolgáltatási háttér esetén nő a termésbiztonság, javul a tervezhetőség.

Ugyanakkor a módszer bevezetése és alkalmazása néhány hátránnyal is jár, amivel az üzemeltetőknek tisztában kell lenniük. Ezek a következők:

- Megvalósítása jelentős többletköltséggel jár a hagyományos talajon történő termesztéshez (hajtatáshoz) viszonyítva.
- A rendszer toleranciája minimális a technológiai hibákkal szemben.
- Az üzemeltetése speciális, magas szintű ismereteket, pontosságot igényel.
- A rendszer működésének alapfeltétele a jó minőségű víz, ami sok esetben hiányzik.
- Jól működő szervizhálózatot, biztos, megbízható energiaszolgáltatást és háttéripart feltételez.
- Jól működő, szakismeretek tekintetében folyamatosan fejlődő szaktanácsadást, szaktanácsadó hálózatot igényel.
- A felhasznált gyökérrögzítő anyagok megsemmisítése drága, esetenként nehezen oldható meg.
- Fogyasztói idegenkedés, a termés nem sorolható a biotermékek csoportjába.

A talaj nélküli termesztés világviszonylatban egyre nagyobb jelentőséggel bír. Az 1972-ben Hollandiában létrehozott zöldséghajtató üzem példáját rövid idő alatt sok kertészet követte, és ma már néhány fejlett kertészettel rendelkező országban bizonyos növények hajtatása már csak termesztőközegen folyik, így például a hollandok a paprikát, a paradicsomot és az uborkát csak vízkultúrás körülmények között termesztik. Világviszonylatban 20 ezer hektáron, Európában több, mint 10 ezer hektáron termesztenek kertészeti növényeket talajhelyettesítő anyagon, tápoldatozással *(2. táblázat)*.

2. táblázat. Talaj nélküli termesztés a világ országaiban (Kovács, 2005 nyomán)

Ország	Felület (ha)
Hollandia	5500
Spanyolország	2000
Anglia	1700
Japán	1500
Izrael	1200
Belgium	1000
Franciaország	1000
Kanada	400
USA	240
Magyarország	180

Az Európai Unióhoz történő csatlakozást követően, már az első években éles versenyhelyzet alakult ki a zöldséghajtatás területén. Várható, hogy ez a későbbiekben csak fokozódni fog. A korszerű, talaj nélküli termesztéstechnológia alkalmazása jó lehetőséget nyújt a gazdaságoknak a belföldi, de a külföldi piacokért való versenyben is. Ugyanakkor a magas beruházási és jelentős indulási költségek, a szakértelem hiánya sok gazdaságot fog kizárni a módszer átvételétől, és lehetséges, hogy ez komoly hátrányt fog jelenteni a piacért vívott versenyben is.

A technológia megkívánja, a verseny kikényszeríti a folyamatos fejlesztést, a terület növelését. A jövedelemszámításokból máris látszik, hogy a rendszer minimálisan 3–4 ezer négyzetméteres gazdaságok esetében üzemeltethető gazdaságosan, legalább ekkora felület szükséges egy négytagú család fenntartásához. De valószínűsíthető, hogy az energiaárak és az anyagköltségek emelkedése miatt, nagyon rövid időn belül az egy hektár körüli felület lesz az az üzemméret, amely biztonsággal versenyképesnek mondható abban az esetben, ha a termesztő maximálisan ki tudja használni a termesztéstechnológia adta lehetőségeket.

A talaj nélküli termesztés, noha régen foglalkoztatja a tudósokat, viszonylag új keletű tudományterület, amely napjainkban is dinamikusan fejlődik. Folyamatosan bővül olyan ismeretekkel, amelyek a terméseredményeket, a termésminőséget és a termésbiztonságot javítják. Eddigi tapasztalatok alapján bizonyította, hogy szakszerű alkalmazás esetén vegyszertakarékos és környezetkímélő termesztési eljárás. Lehetőséget biztosít a zöldségtermesztéshez ott is, ahol korábban a talajadottságok hiányában lehetetlen volt a termesztés. Az elmúlt évek kutatásai és gyakorlati tapasztalatai azt is igazolták, hogy számos egyéb növényfaj is termeszthető a módszerrel, az eddiginél nagyobb biztonsággal, jobb eredménnyel.

1.4. Irodalom

Bussell, W. T. – Mckennie, S. (2004): Rockwool in horticulture, and its importance and sustainable use in New Zealand. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. Vol. 32. 29–37 p.

Balázs S. (2000): Zöldséghajtatás kézikönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Deme P. – Balogh Zs. (2004): Családonként legalább fél hektár hajtatófelület. Kertészet és Szőlészet. 53 (37): 9–10.

Göhler, H. – Molitor, H. (2002): Erdlose Kulturverfahren im Gartenbau. Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart.

Imre Cs. (1993): Hidrokultúrás termesztés kialakulásának története. Hajtatás korai termesztés. 24(3): 15–17.

Kovács A. (2005): Talaj nélküli termesztés.

Resh, M. H. (1989): Hydroponic Food Production. Santa Barbara. California. Woodbridge Press Publishing Company.

Savvas, D. – Passam, H. (2002): Hydropononic Production of Vegetables and Ornamentales. Embryo Publications, Athén.

Somos A. – Sovány Zs. (1963): Az étkezési paprika hajtatása tápoldatban. Kertészeti és Szőlészeti Főiskola Évkönyve. 27(1–2): 13–16.

Szőriné Z. A. (1999): Kultúraváltás. Grodan Információs Újság.

Tarjányiné S. Zs. (1980): Zöldséghajtatás talaj nélkül – tápoldattal. Hajtatás korai termesztés. 11(2): 13–15.

Terbe I. – Hodossi S. – Kovács A. (2005): Zöldségtermesztés termesztőberendezésekben. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Terbe I. (2006): Az étkezési paprika (Capsicum annuum L.) tápanyagigénye és tápanyagellátása. MTA Doktori Értekezés. Magyar Tudományos Akadémia. Budapest.

2. A talaj nélküli termesztés kémiai alapjai

Talaj nélküli termesztésben a kémiai ismeretek sokkal nagyobb szerephez jutnak, mint talajon történő hajtatásban. A gyökérzóna egyes kémiai tulajdonságait, jellemzőit, így például a kémhatást, a tápanyag-viszonyokat teljes mértékben a tápoldatozással, mesterségesen alakítjuk ki, ezáltal a növény fejlődése pontosan irányítható, szabályozható. Ahhoz, hogy a tápoldatos termesztésben a növények optimális fejlődéséhez szükséges tápanyagokat a megfelelő időben, mennyiségben és arányban juttassuk ki, mindemellett a környezeti terhelést is minimálisra csökkentsük, széles körű kémiai ismeretekkel, biztos alapokkal kell rendelkeznünk.

2.1. Tápoldatos termesztésben használatos kémiai alapfogalmak

A pontos, kémiai és fiziológiai alapokra épülő tápanyagellátás tervezéséhez és kivitelezéséhez fontos az egyes fogalmak és mértékegységek pontos ismerete. Téves értelmezésből kifolyólag súlyos szakmai hibák eshetnek, a szaktanács nem lesz egyértelmű, pontos, ennek következtében terméskieséssel, egyéb gazdasági károkkal kell számolnunk (pl. túlzott műtrágya-felhasználás, környezetszennyezés).

A víz oldott anyagai. A vizek különféle oldott anyagokat tartalmaznak. Ezeket döntően két nagy csoportba sorolhatjuk: szerves és szervetlen anyagokra. A szerves anyagok leginkább környezetszennyező hatások által kerülnek be (egyes huminanyagok természetes módon is beoldódhatnak). A növények a szerves molekulákat többnyire nem tudják hasznosítani, ezért csak abban az esetben kell a hatásukkal számolni, ha mérgezőek (pl. növényvédőszer-maradványok) vagy az öntözés során lerakódást, „biofilmet" képezve válnak ki a csepegtető testen. Ennek az eltávolítása kultúraváltáskor lehetséges savas kezeléssel: 2 l salétromsavat (50–60%) 100 literre hígítva, az öntözőrendszer kitisztítható.

A víz szervetlen összetevői, az ionok. Kémiai szempontból sokkal fontosabbak a víz szervetlen oldott anyagai. Ezek elektromos töltéssel rendelkező részecskék, melyeket ionoknak nevezünk. A pozitív (+) töltésű részecskék a kationok (többnyire fémionok), negatív (–) töltésűek az anionok (általában a nemfémes elemek ionjai). Az ionok lehetnek töltéssel rendelkező atomok, atomcsoportok, molekularészek. Az elem vegyjele vagy a csoport képlete mellett szerepeltetjük a töltés előjelét (+ vagy –), esetleg ha az elemi töltés többszörösét hordozza az ion, azt is feltüntetjük (pl. Fe^{2+}, BO_3^{3-}, NO_3^-). Minden oldatban (a vízben, tápoldatokban, növényi nedvekben stb.) a

pozitív és negatív töltések teljesen kiegyenlítik egymást, így az ionokat tartalmazó oldatok töltést nem hordoznak magukon, elektromosan semlegesek (ez nem egyenértékű a semleges kémhatással!). Azokat a rendszereket (szilárd, folyékony), melyeket kationok és anionok építenek fel, hétköznapi nyelven sóknak, sóoldatoknak nevezzük. Ezáltal a „só" elnevezés lényegesen tágabb értelmezést nyer, mintha azt csak a konyhasóra (NaCl) használnánk.

A fentiek értelmében a természetes vizek és tápoldatok nem mások, mint különféle sók oldatai. Kémiai értelemben a műtrágyák szintén só jellegű anyagok (kivétel a karbamid és származékai, mivel ezek szerves molekulákat alkotnak). Az oldatokban az ionok szabadon mozognak, bár meg kell jegyezni, hogy nem „csupaszon", hanem az ion méretétől függően vízmolekulákkal lefedve, ún. hidrátburkot alkotva találjuk meg. Az ionok oldódás után már nem árulkodnak arról, hogy milyen sóból kerültek be, pl. a nitrátion teljesen egyenértékű, függetlenül attól, hogy kalcium-nitrát, ammónium-nitrát vagy kálium-nitrát formában jutott be.

EC vagy elektromos vezetőképesség. Az ionokat tartalmazó oldatok (röviden: elektrolitok) egyes tulajdonságaikban eltérnek a szerves molekulákat tartalmazó oldatoktól. Ilyen lényeges tulajdonság, hogy vezetik az áramot. Minél több ion található egy oldatban, annál jobb az áramvezetése. Tehát az oldat vezetőképessége alapján információt kaphatunk a sótartalomról. Ezt használjuk ki a vizek és tápoldatok EC-mérésénél (EC = electric conductivity; jelentése magyarul: elektromos vezetőképesség). A vezetőképességet az ionok számán túl az ionok mozgékonysága is megszabja. A mozgékonyság elsősorban az ion anyagi minőségétől függ (minél nagyobb az ion mérete, annál nehézkesebb a mozgása), de befolyásolja a hőmérséklet is. 1 °C hőmérséklet emelkedés kb. 2%-kal növeli az oldat vezetőképességét. Ha pl. a tápoldat 20 °C-ról 30 °C-ra melegszik, akkor ez a vezetőképességben 20%-os növekedést (egyúttal nagyobb sóhatást) eredményez, miközben a sótartalom nem változott.

Kémhatás. Az elektrolitok másik jellemző tulajdonsága a kémhatás. A só jellegű anyagok vízben oldva képesek a vízmolekulákkal kémiai reakcióba lépni (ezt nevezzük hidrolízisnek), vagyis az oldat kémhatása megváltozhat a „tiszta víz" semleges kémhatásához viszonyítva. Egyes sók savanyítanak (pl. ammónium-nitrát, kalcium-nitrát), mások lúgosítnak (pl. nátrium-karbonát). Ennek a jelenségnek az adja a magyarázatát, hogy egyes ionok a vízmolekulát megbontják, és eközben H^+ (hidrogénion) vagy OH^- (hidroxidion) halmozódik fel. A kémhatást a két ion egymáshoz viszonyított aránya (H^+/OH^-) határozza meg.

Savas kémhatás mellett: $H^+ > OH^-$, ekkor: $pH < 7$
Semleges kémhatásnál: $H^+ \approx OH^-$, ekkor: $pH \approx 7$
Lúgos kémhatásnál: $H^+ < OH^-$, ekkor: $pH > 7$

A hétköznapi gyakorlatban a kémhatás számszerűsíthető változatát alkalmazzuk, amit pH-értéknek nevezünk. Minél nagyobb az eltérés a 7-hez viszonyítva a pH-értékben, annál savasabb vagy lúgosabb a kémhatás.

Sók mennyisége. Az oldott anyagok mennyiségében, vagyis a töménységben is különbözőek az oldatok. Az oldatok töménységét koncentrációban fejezzük ki. A koncentráció mindig egységnyi oldatra vonatkoztatva fejezi ki az oldott anyag mennyiségét. Többféle koncentrációegységet használhatunk, de a termesztés során a leg-

elterjedtebb az úgynevezett vegyes %. A vegyes % kifejezi, hogy 100 cm^3 (l) oldatban hány g (kg) oldott anyag található. Pl. 500 l oldatban lévő 5 kg só jelent 1 vegyes %-os oldatot. A tömegek kifejezésére több mértékegységet is használunk: kg > g > mg > μg (mikrogramm). Az átváltás minden esetben 1000-es szorzással vagy osztással történik. A kicsiny mennyiségek kifejezésére elterjedten használják a ppm egységet is, ami milliomod részt fejez ki: pl. mg/kg vagy mg/l.

Mol-, mgeé-tömeg és mg/l. Az oldatok töménységét kifejezhetjük az oldott részecskék számának figyelembevételével is. Ehhez az alapegység az 1 mol. 1 mol az adott anyagból 6×10^{23} db (Avogadro-féle szám) részecskét (iont, molekulát) jelent. 1 mol/dm^3 töménységű az oldat, ha 1 literben 1 mol oldott anyagot tartalmaz. Az 1 mol tömege (moláris tömeg) a kémiai képlet ismeretében könnyen meghatározható. A kémiai elemek periódusos rendszerét felhasználva, a képletben szereplő minden atom tömegét összegezve kaphatjuk meg.

Pl. a kálium-nitrát moláris tömege: $M(KNO_3)$ = 101,1 g/mol, mert
K: 1×39,1 g
N: 1×14 g
O: 3×16 g
Σ = 101,1 g

Tehát 1 mol/dm^3 töménységű az oldat, ha 1 literben 101,1 g kálium-nitrátot oldunk.

Az alkalmazott tápoldatok ennél lényegesen hígabbak, ezért inkább a mmol-t (millimol) érdemes használni. Ez a koncentráció 1000-ed része a mol/dm^3-nek, vagyis 1 liter oldatban 1 mmol az oldott anyag mennyisége. Pl. 1 liter oldatban 101,1 mg kálium-nitrát lett feloldva.

A töltéssel rendelkező részecskék koncentrációjának kifejezésére jól használható egység még a gramm-egyenérték (geé) vagy 1000-ed része a milligramm-egyenérték (mgeé). 1 geé az az anyagmennyiség, mely 1 egységnyi (6×10^{23}) töltést hordoz (egyszeres töltésű kationból vagy anionból 6×10^{23} db részecske). Az egyenérték tömeg (E) a moláris tömegből és az ion töltésszámából határozható meg:

$$E = M/\text{töltésszám}$$

Egyértékű ionok pl.: Na^+, K^+, Cl^-, NO_3^-, NH_4^+
Kétértékű ionok pl.: Ca^{2+}, Mg^{2+}, SO_4^{2-}

A fentiek értelmében az egyértékű ionok egyenértéktömege megegyező a moláris tömeggel, míg a kétértékű ionoknál az egyenértéktömeg a moláris tömeg fele. A termesztéshez kapcsolódó oldatoknál inkább a mgeé használatos. Ezt megkapjuk, ha a moláris tömeget mg-ban kifejezve, osztjuk az ion töltésszámával.

Pl. a kalciumnál: 40 g/mol → 40 mg/2 = 20 mg

Ha az oldatban 140 mg/l a kalcium koncentrációja, akkor ez 140/20 = 7 mgeé/l.

A mgeé jól használható a vizek és tápoldatok kémiai elemzésének ellenőrzésére is. Minden oldatban a pozitív és negatív töltésű ionok mgeé-ben kifejezett koncentrációjának a mérési hibákon belül meg kell egyeznie. Tapasztalatok alapján az oldatban található kationok és anionok mgeé-e összefüggésbe hozható az oldatban mért elektromos vezetőképességgel: 1 mS/cm vezetőképességű oldatban kb. 10 mgeé kation, illetve anion található 1 l oldatban.

Az öntözővizekben és tápoldatokban egy-egy ion koncentrációját gyakran mg/l egységben adják meg. A mg/l azt fejezi ki, hogy 1 liter oldat hány mg anyagmennyiséget tartalmaz. Pl. paradicsom tápoldatozásánál olyan oldatot javasolnak kijuttatni, ahol 350 mg/l a kálium koncentrációja. Tehát 1 liter oldatban 350 mg káliumion található. A mg/l egység teljesen egészében megfelel a g/m^3 töménységnek, tehát az említett oldat 1 m^3-ében 350 g a káliumtartalom. Ha ezt az oldatot kálium-nitrátból szeretnénk elkészíteni, a következő módon számolhatunk:

A kálium-nitrát moláris tömege (M):

M(KNO_3) = 101,1 g, ebben található 39,1 g kálium
101,1 g KNO_3 tartalmaz 39,1 g káliumot
101,1 mg KNO_3 tartalmaz 39,1 mg káliumot
x mg KNO_3 tartalmaz 350 mg káliumot, azaz

$$x = \frac{350 \cdot 101{,}1}{39{,}1}; \quad x = 905 \text{ mg}.$$

Tehát 1 liter vízben 905 mg kálium-nitrátot kell feloldanunk, 1 m^3 vízben ez 905 g kálium-nitrátnak felel meg.

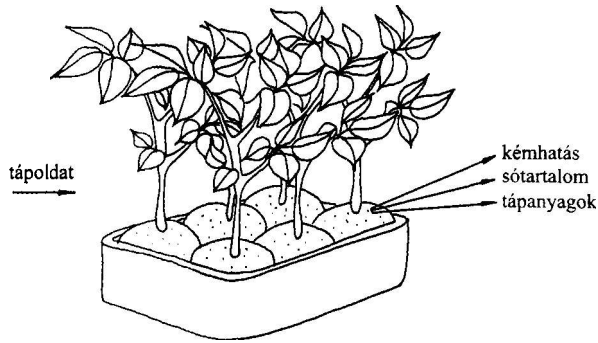
2.2. A víz szerepe a talaj nélküli termesztésben

A talaj nélküli termesztés legfontosabb jellegzetessége, hogy a termesztőközeg nem a talaj, így mindazokat a lényeges funkciókat, melyeket a talaj nyújt a növény részére, más módon kell biztosítani. A talajt kiiktatva, sok bizonytalansági tényező is kikapcsolható, a növény víz- és tápanyag-ellátása kívülről szabályozható, a növényi fejlődés teljesen irányítható. A talajos termesztéssel összehasonlítva a víz minősége itt felértékelődik, ugyanis az ismert élettani funkciókon túl (hűtés, biokémiai közeg, reakció partner stb.) a kizárólagos tápanyagszállító anyag a víz.

A talaj nélküli termesztésnek többféle változata alakult ki. Nyugat-Európához hasonlóan, nálunk is leginkább a termesztőközeges eljárást alkalmazzák. Változatos közegek jelennek meg a termesztésben, gyakran ezeket kombinálják is egymással, főként a fizikai tulajdonságok javítása érdekében. Szabályozhatóság tekintetében megkülönböztetünk inaktív és aktív termesztő közegeket. Az inaktív közeg azt a tiszta esetet valósítja meg, amikor a közeg és a növény között semmiféle tápanyagforgalom nem történik. Az aktív közegeknél némi tápanyagmódosító hatással kell számolnunk, gyakran ez csak kémhatás tompító (pufferoló) képességben nyilvánul meg. A természetes szerves anyagok az ioncserélő helyeknek köszönhetően kémiailag aktívabbak, így tápionokat képesek felszabadítani vagy lekötni. Ezzel ellentétben a legtöbb szervetlen termesztőközeg kémiailag inaktív. A fenti megállapítás azonban nem általánosítható, mert néhány szervetlen közeg is, mint pl. a zeolit vagy a vermikulit, jelentős kationcserélő képességgel rendelkezik. Ezért a tápanyag megkötésére vagy felszabadítására irányuló tulajdonságot, mint lényeges közeg-jellemzőt felhasználás előtt tisztázni kell.

Ha a termesztés egy inaktív közegben történik, a növényt minden tápanyaggal a tápoldaton keresztül és ugyanolyan összetételben kell ellátni, mint támasztóközeg nélküli víz-

kultúrás termesztésben. Ha a termesztő közeg és a gyökér között a fizikai kapcsolaton túl van bizonyos kémiai-biokémiai kölcsönhatás, közöttük a tápanyagforgalom ekkor is csekély, a közeg szabályozó képessége kicsi, így a tápanyagigény főként kívülről kerülhet kielégítésre. A kémiailag aktív termesztőközegekben nevelt növényeknél hasonlóan kicsi az egy növényre jutó közeg térfogat, mint az inaktív termesztő közegek esetében. Így a növényi tápanyagigény legnagyobb részét mégis tápoldaton keresztül kell biztosítani *(9. ábra)*.



9. ábra. A tápoldatozás szerepe a gyökérzóna kémiai viszonyainak kialakításában

Talaj nélküli termesztésben gyakorlatilag a tápoldat a kizárólagos tápanyagforrás, mely közvetve meghatározza a gyökérzóna kémhatás-, só- és tápanyagviszonyait. A tápoldat kémhatásán, töménységén és összetételén keresztül képesek vagyunk a gyökérzónabeli viszonyokat befolyásolni, módosítani, ezzel a növekedést szabályozni.

A fenti megfontolások alapján vizes táplálásra alapozott kultúraként vehetünk figyelembe minden olyan termesztési eljárást, melyben a közeg gyakorlatilag inaktív, a kizárólagos tápanyagforrást a vízben oldott formában lévő tápelemek jelentik.

A termesztés során a víz a legnagyobb mennyiségben felhasznált „kémiai anyag". A zöldséghajtatás kifejezetten vízigényes technológia, ugyanis 1 kg szárazanyag előállításához 400–1000 l víz is felvételre kerülhet.

A talaj nélküli termesztés tervezésének első, legfontosabb lépése, hogy megvizsgáltassuk, van-e megfelelő minőségű vizünk!

2.2.1. A talaj nélküli termesztésben használatos víz minőségi mutatói

A jó minőségű víz a sikeres termesztés első számú feltétele, mivel:

- kémiai jellege befolyásolja a gyökérzóna pH- és sóviszonyait,
- kedvezőtlen összetétele zavarja az optimális tápoldat kialakítását,
- egyes tápelemionok kicsapódhatnak, ezzel felvehetetlenné válnak,
- felesleges kísérő (ballaszt) ionjai növelik a közeg sóterhelését,
- elősegítheti az öntözőrendszer csepegtető elemeinek eldugulását,
- a növények számára mérgező anyagokat szállíthat.

Általánosságban a víz minősége annál fontosabb, minél többet használunk fel egységnyi terméshez és minél kisebb a gyökérzet tömege. A víz sajátságait fizikai, biológiai és kémiai tulajdonságainak összessége adja.

A fizikai jellemzők a hőmérsékletben és az élettelen lebegő anyagok mennyiségében nyilvánulnak meg. Lebegő anyagokra felszíni és felszín alatti vizeknél egyaránt számíthatunk. Ezeket előszűréssel ajánlatos eltávolítani, mert 50 mg/l mennyiség fölött a csepegtető testek eltömődését okozhatják. Ennek következtében a víz szétosztása egyenetlen, ami helyenként lankadásban nyilvánul meg, végső soron az egyenetlen állomány következtében terméscsökkenéssel kell számolni.

Azon túl, hogy az öntözővíz hőmérséklete megváltoztathatja a gyökérkörnyezet hőmérsékletét (ezáltal a gyökérműködést), két ok miatt is igen fontos körülmény a víz hőmérséklete. Egyrészt télen, felszín alól érkező vízzel dolgozva, a 10–12 °C hőmérsékletű oldat nehezíti a tápanyagok felvételét, ezért 20–25 °C oldat hőmérsékletet ajánlatos biztosítani. Másrészt a törzsoldat bizonyos sói alacsony hőmérsékleten kicsapódhatnak, a tartály aljára kiülepedhetnek, míg más sók oldatban maradnak. Ennek következtében a tápoldat összetétele megváltozik, ami súlyos fejlődési rendellenességekben is megnyilvánulhat. Ráadásul, ha melegebbre fordul az idő, a kicsapódott sók később feloldódnak, aminek szintén táplálkozási zavar lehet az következménye. Tehát a növényi tápanyagfelvételt és a tápsók oldódási viszonyait figyelembe véve, általában a léghőmérséklet közeli oldathőmérséklet tekinthető ideálisnak. Egyes melegigényesebb növényeknél 25–30 °C körüli tápoldat segíti a jobb tápanyagfelvételt.

A biológiai tulajdonságok akkor kerülnek előtérbe, ha a víz felszíni vagy felszín közeli forrásból származik, mert ekkor szennyezések által élő (mikrobák) és élettelen szerves anyagok megjelenésére kell számítanunk. Ezek a vízalkotók főleg a csepegtető öntözést zavarják, emiatt is igen fontos az alapos előszűrés.

A vizek kémiai sajátságai a benne oldott sók (ionok) milyensége és arányai szerint igen változatosak lehetnek. A víz összetételét, a benne található oldott anyagokat, a kísérő iontartalmat a keletkezés helyén ható természetes és a vízmozgás során érvényesülő mesterséges (környezetszennyező) hatások alakítják ki. A vízminőségnek van néhány olyan jellemző sajátsága, amely erőteljesen meghatározza a termesztés minőségét a közeg tápanyag- és pH-állapotán keresztül. A vízminőség megítéléséhez a legfontosabb paraméterek a következőképpen foglalhatók össze:

- sótartalom,
- lúgosság (hidrokarbonát-koncentráció),
- makro- és mikroelem-tartalom,
- egyéb kísérőanyagok.

A termesztési szempontból legfontosabb vízkémai tulajdonságokat a *3. táblázat* foglalja össze.

Sótartalom. A fajlagos elektromos vezetőképesség (EC) a főleg szervetlen anyagokat tartalmazó vizes oldatoknál jó közelítő adatnak tekinthető az ásványi elektrolitok (só) összes koncentrációjára. A termesztési gyakorlatban a vizek és tápoldatok fajlagos vezetőképességét 20 °C-ra vonatkoztatva adjuk meg. A fémelektródákat tartalmazó mérőegységet (EC-mérőt) időnként célszerű ellenőrizni, ehhez ismert értékű hitelesítő oldatokat lehet vásárolni.

3. táblázat. A termesztés szempontjából lényeges vízkémiai tulajdonságok

Kémiai tulajdonság	Tápionok	Kísérő ionok	Eltömődést okoznak	Szennyezésre utalnak	Átlagos érték az öntözővízben	Átlagos érték a tápoldatban
pH (Kémhatás)					6,7–7,5	5,5–7,0
EC (Sótartalom)				X	0,3–1,0 mS/cm	2-6 mS/cm
Nitrát (NO_3^-)	X			X	0–10 mg/l	200–350 mg/l
Ammónium (NH_4^+)	X			X	0–2 mg/l	5–15 mg/l
Foszfát ($H_2PO_4^-$)	X			X	0–5 mg/l	30–100 mg/l
Kálium (K^+)	X			X	0–10 mg/l	250–450 mg/l
Kalcium (Ca^{2+})	X				20–70 mg/l	250–450 mg/l
Magnézium (Mg^{2+})	X				10–40 mg/l	60–120 mg/l
Nátrium (Na^+)		X		X	10–80 mg/l	10–80 mg/l
Klorid (Cl^-)		X		X	5–50 mg/l	10–30 mg/l
Hidrokarbonát (HCO_3^-)		X			150–450 mg/l	70–200 mg/l
Szulfát (SO_4^{2-})	X			X	0–30 mg/l	40–100 mg/l
Vas (Fe^{2+})	X		X		0–2,0 mg/l	0,3–1,0 mg/l
Réz (Cu^{2+})	X				0–0,1 mg/l	0,1–0,4 mg/l
Cink (Zn^{2+})	X			X	0–0,2 mg/l	0,2–0,6 mg/l
Mangán (Mn^{2+})	X		X		0–0,5 mg/l	0,2–0,8 mg/l
Borát (BO_3^{3-})	X				0–0,2 mg/l	0,2–0,5 mg/l

Lúgosság. A lúgosság a vizek hidrokarbonát-koncentrációját fejezi ki. A hidrokarbonát-tartalom befolyásolja a pH-t, ezáltal az egyes ionok felvehetőségét, oldatban maradását. A pH a víz vagy a tápoldat kémhatásának fontos mutatója. A definíció szerint $pH = -\lg [H^+]$, a vizes oldatok pH-értékét az oldott ionok minősége és egymáshoz viszonyított arányai határozzák meg a hidrolízis szabályszerűségei szerint. A pH meghatározása elektrokémiai elven történik. A tápanyagok jobb felvétele és a tápsók oldatban tartása érdekében általában gyengén savas (pH = 5,5–6,5) értéket szokás tartani. Ha a tápoldat pH-értéke 5 alá süllyed, nemcsak gyökérkárosodással kell számolnunk, hanem egyes ionok felvétele is akadályozott. A pH > 7 tápoldat kémhatás sem javasolható, mert egyes ionok kicsapódhatnak az oldatból (pl. foszfát, vas), ezzel megváltoznak a tápelemarányok. A fentiek indokolják, hogy a tápoldatozás gyakorlatában a pH-t folyamatosan ellenőrizzük. A méréshez alkalmazott üvegelektródák rendszeres ellenőrzésre szorulnak, a kalibráláshoz ismert pH-értékre beállított puffer-oldatokat használunk.

Tápanyagtartalom. Tápoldatozási szempontból a vizek természetes iontartalmát „hasznos" és „káros ionok" teszik ki. Élettani szempontból „hasznos" ionnak tekinthető minden ion (makro- és mikroelemek) addig a koncentrációig, amíg nem haladja

meg a tápoldatban szükséges értéket. A víz természetes tápelemtartalma csökkenti a tápoldat összeállításához szükséges műtrágya mennyiségét. Technikai szempontból a víz/tápoldat szétosztásánál gondot jelenthet a vas- és mangántartalom, aminek a megítélése határértékrendszer alapján történik.

A víz vas- és mangántartalma < 2 mg/l koncentrációig a növény táplálása szempontjából általában nem jelent problémát, sőt ebben a tartományban a vas- és mangántartalom kimondottan szükséges, előnyös. Magas vastartalom mellett azonban könnyen előfordulhat, hogy a tápoldat-kijuttatás során a rosszul oldódó foszfátok kicsapódása vagy vasoxid formában történő kiválás miatt a szűrő és elosztó rendszerek eltömődnek. A vas okozta eltömődésre főleg azoknál a kútvizeknél kell számítani, melyek pH-ja 7 körüli, a rétegvíz homokos vagy szerves anyagot is tartalmazó talajjal érintkezik.

A Fe^{2+} redukált forma, oxigén hiányában teljesen vízoldható, de vasbaktériumok (pl. *Gallionella* sp., *Leptothris*, *Sphaerotilus*, *Pseudomonas*, *Enterobacter*) jelenlétében vízben oldhatatlan vörösesbarnás Fe^{3+}-ionná oxidálódik. A kicsapódó ionok körül megjelenő nyálkás baktériumtelepek szintén összefüggésbe hozhatók a csepegtető testek eltömődésével. Ha a vízben a Fe^{2+} koncentrációja 0,1–0,2 mg/l közötti, akkor a kockázat alacsonynak tekinthető, közepes kockázattal kell számolni 0,2–1,5 mg/l koncentrációnál. Komoly esély van az eltömődésre 1,5 mg/l érték fölött. Gyakorlatilag, ha egy víz 0,5 mg/l értéknél nagyobb koncentrációban tartalmazza a vasat, akkor a csepegtetés valamilyen előkezelés hiányában hosszú távon nem lehetséges.

A mangán gyakori kísérője a vasnak, nagyobb nyomáson a mangántartalmú kőzetek oldódásával kerül bele a rétegvizekbe. A felszín alatt képes oldott formában maradni, de a felszínre jutva a Mn^{2+} oxidálódik és nehezen meghatározható összetételű, fekete csapadék formájában kicsapódik az oldatból.

A vas és mangán okozta eltömődési hajlamot befolyásoló vízminőségi tulajdonságokat a *4. táblázat* foglalja össze. Emiatt a vas- és/vagy mangántalanítás más eljárásokhoz hasonlóan a víz előkészítő műveleti sorába beiktatandó.

4. táblázat. A csepegtető testek eltömődési hajlama a vízminőség kémiai tényezőinek függvényében

Kémiai tényezők	Eltömődési hajlam		
	Kicsi	Közepes	Nagy
pH	< 7	7–8	> 8
Összes oldott só, mg/l	< 500	500–2000	> 2000
Mangán, mg/l	< 0,1	0,1–1,5	> 1,5
Vas, mg/l	< 0,2	0,2–1,5	> 1,5

Kísérő ionok. A kísérő ionok a víz keletkezésével vagy szennyeződésével hozhatók kapcsolatba. „Káros" ionnak tekinthető minden olyan töltéssel rendelkező részecske, amelyet a növény nem tud felvenni vagy koncentrációja meghaladja a növényi igényeket. A kísérő ionok hatása akkor is többnyire negatív, ha nem mérgező (toxikus) ionokról van szó, ugyanis a túlzottan magas iontartalom emeli a tápoldat, majd kijuttatás után a termesztőközeg (gyökérzóna) sótartalmát.

2.2.2. A vizek kémiai minősítése vízkultúrás termesztéshez

A korszerű talaj nélküli termesztésben az öntözővíz értékelése differenciált minősítési rendszerben történik. A vízminőséggel szemben általános határértékeket nem lehet megadni, mert minden víz jó addig, amíg az adott körülmények között nem korlátozza a növény fejlődését. A követelményeket meghatározó tényezők a következőképpen összegezhetők:

- a víz oldott anyagainak minősége és koncentrációja,
- a termesztéstechnológia,
- a növényfaj,
- a közeg tulajdonságai.

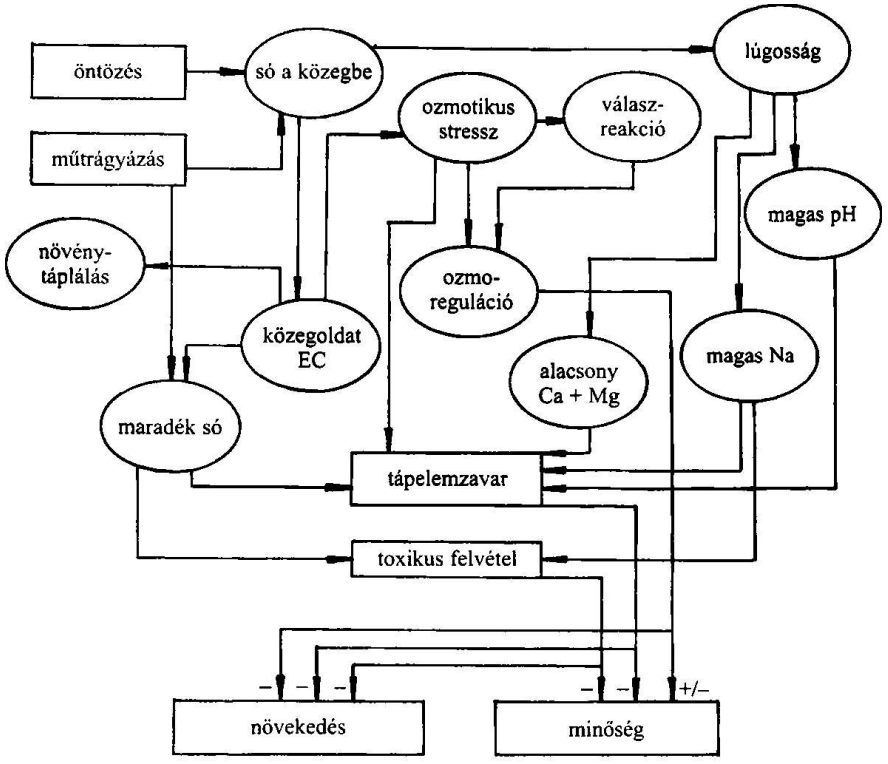
Oldott anyagok értékelése. Az oldott anyagoknak a fajtája és mennyisége fontos vízminőségi tulajdonság, ami alapján eldönthető, a víz alkalmas-e vízkultúrás termesztéshez. Kétségtelenül minél kevesebb a só, annál alkalmasabb a víz. Egyes sók határértéken belül elviselhetők, sőt a növényi tápelemekre szükség is van. Ezért bizonyos fokú tápelemtartalom pozitívan ítélhető meg, mert ezzel műtrágya takarítható meg. Különösen igaz ez a kalciumra, mert ezt a műtrágyák általában nem tartalmazzák. Negatívan értékelendő a magas hidrokarbonát-, nátrium-, klorid- vagy szulfáttartalom. A vízminőségi határértékeket az *5. táblázat* összegzi. A „kevésbé alkalmas" tartomány határértékeit meghaladó víz alkalmatlan talaj nélküli termesztéshez.

5. táblázat. A víz értékelése talaj nélküli termesztéshez az oldott anyagok alapján (Göhler & Drews, 1989 nyomán)

Tulajdonság	Kiváló	Megfelelő	Kevésbé alkalmas
EC (mS/cm)	< 0,5	0,5–1,0	1,0–1,5
HCO_3^- (mg/l)	< 155	155–305	305–610
Na (mg/l)	< 35	35–75	75–150
Cl (mg/l)	< 50	50–105	105–175
SO_4^{2-} (mg/l)	< 100	100–200	200–400
Mn (mg/l)	< 0,4	0,4–1,1	1,1–1,65
B (mg/l)	< 0,22	0,22–0,44	0,4–0,65
Zn (mg/l)	< 0,33	0,33–0,65	0,65–1,6

A víz *hidrokarbonát-tartalma* a műtrágya kémhatás módosító hatásával kombinálva a gyökérzónában pH-változást okozhat. Ez lehet akár emelkedés, akár csökkenés, a műtrágya lúgosító vagy esetleg savanyító reakciójától függően. A stabil közeg pH-hoz általában 80–100 mg/l hidrokarbonát-tartalom megtartása javasolt. A víz hidrokarbonát-tartalmának szabályozása nem lehet az egyetlen vezérfonal a pH beállítására. Lúgosító hatású vizeknél az alkalmazott vízadag, a tápanyag-kimosódás, a gyökérközeg térfogata szintén befolyásolja, hogy milyen gyors a közegben a pH-változás. Legjobb módszer a közeg-pH rutin ellenőrzése, ezáltal az adott rendszer egyensúlyi pH-ja megtartható.

A *magas sótartalmú* öntözővíz vagy tápoldat sófelhalmozódást okozhat a gyökérközegben, ami ozmotikus hatása miatt csökkenti a növényi vízfelvételt, végül a termés mennyiségére és minőségére is kihatással lesz *(10. ábra)*.



10. ábra. A sótartalom hatása a termés mennyiségére és minőségére

A leggyakrabban előforduló, nem tápelemnek tartott ionok a természetes vizekben: a nátrium és a klorid. Talaj nélküli termesztésben lényegesen kisebb a gyökértömeg, ezért a felhalmozódott ionok gyorsabban módosítják a gyökér környezetét, mint a talajos termesztésben.

A Na^+ és Cl^- felvételét vizsgálva, a különböző zöldségkultúrákban végzett kísérleti eredmények azt igazolják, hogy a magas NaCl-tartalmú vizeknél a termesztőközegben inkább nátriumfelhalmozódásra kell számítani, mivel a nátrium felvétele kisebb, mint a kloridé *(6. táblázat)*. Ezért az öntözővizek nátriumtartalmát szigorúbban kell megítélni, mint a kloridtartalmat *(4. táblázat)*.

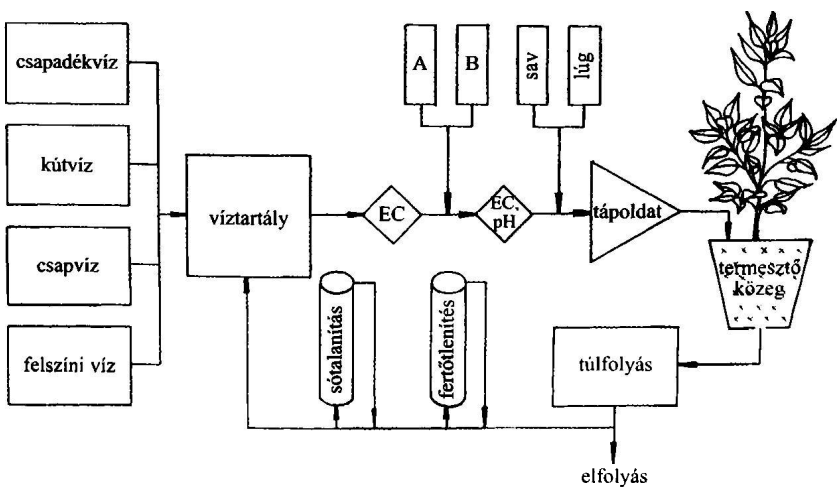
A termesztéstechnológia szerepe a vízminőség értékelésében. Adott technológiában a konkrét vízminőségi elvárásokat az határozza meg, hogy a káros sófelhalmozódás elkerülhető legyen. Ennek következtében a legenyhébb követelményrendszerrel a nyitott eljárások esetében találkozunk, amennyiben kielégítő mennyiségű

6. táblázat. Néhány zöldségnövény Na^+ és Cl^- felvétele a gyökérzóna eltérő NaCl-koncentrációja mellett kőzetgyapotos termesztésben [Sonneveld & Van Der Burg (1991) nyomán (mmol/l felvett vízre vonatkoztatva)]

Növény	Na^+ és Cl^--felvétel (mmol/l)					
	NaCl-koncentráció a gyökérközegben					
	< 5 mmol/l		12,5 mmol/l		25 mmol/l	
	Na	Cl	Na	Cl	Na	Cl
Paradicsom 1	0,3	0,4	0,9	1,0	1,3	1,5
Paradicsom 2	0,6	0,7	1,1	1,4	1,4	1,7
Paprika	0,2	0,3	0,3	0,8	0,6	1,3
Uborka 1	0,2	0,4	1,2	1,6	2,0	2,4
Uborka 2	0,4	0,2	1,4	2,1	3,2	5,0

túlfolyással dolgozhatunk. Ekkor a felesleges tápoldat elfolyik, így a sófelhalmozódás elkerülhető. Ezért érthetően a legmagasabb kívánalmak a zárt termesztési rendszereknél jelennek meg, ugyanis minden anyag benne marad a rendszerben, amit a növény nem vesz fel. Zárt termesztési rendszernél is bizonyos esetekben mosatással vagy átöblítéssel megoldható a fölösleges só eltávolítása, így a vízminőségi követelmények is enyhülhetnek. A zárt termesztési rendszer elvi vízforgalmát a *11. ábra* mutatja be.

Az öntözővíz minősége és a sófelhalmozódás körülményeinek technológiai összefüggéseit több kísérletben is vizsgálták. Több éves dísznövény-termesztési kísér-



11. ábra. A zárt termesztési rendszer elvi vázlata

letben az igazolódott, hogy a víz megengedett sótartalmát az öntözés gyakorisága, az egyszeri vízadag, valamint a kijuttatás módja is befolyásolja. Tapasztalatok szerint izolált termesztőrendszerekben az alkalmas víz minősége függ a konténer (cella, tábla) méretétől, geometriájától, a közeg szemcseméretétől, nedvesedési-kimosódási sajátságaitól is.

A növényfaj jelentősége a vízminősítés szempontjából. A víz egyes kísérő ionjait csak igen korlátozott mértékben hasznosítják a növények. Ezekből a felvételt a növényi faj is erőteljesen meghatározza, mint azt a *6. táblázat* is mutatja.

A termesztőközeg hatása a vízminőségre. Jelentős különbség van a sókicsapódás természetében is a termesztőközeges és a közeg nélküli kultúrákat összehasonlítva. Termesztőközegeknél a felfelé irányuló vízmozgás, a párolgás, a közeg változó nedvességi állapota következtében a közeg felületén a sók szélesebb körben kikristályosodhatnak, felhalmozódhatnak. Ezáltal az érintett sók inaktiválódnak és az aktív gyökérzónából átmenetileg kiesnek. Ugyanígy előfordulhat sók kiválása a csepegtetőtest közelében, amikor az öntözés nem folyamatos. Ezzel szemben a közeg nélküli technológiákban (NFT, PPH, aeroponica) a sók a keringő oldatban mindaddig oldott állapotban maradnak, amíg jelenlétük az oldhatósági határértéket meg nem haladja. Ekkor a rosszul oldódó sók kiválására számítanunk kell, pl. kalciumsók (szulfát, foszfát) esetében.

Eszerint általános érvényű vízminőségi ajánlás nem lehetséges. A legnagyobb elvárások a zárt rendszerű technológiák hosszú tenyészidejű kultúráinál állnak fenn vagy azokban az esetekben, amikor a tápoldat hosszú ideig kering a rendszerben. Itt is vannak azonban különbségek: termesztőközegben kevésbé fordul elő a sófelhalmozódás, mint közeg nélkül. Közeg nélkül a felhalmozódás fokozottabb, mert a folyamatosan hozzáadott víz is és a törzsoldat is tartalmaz kísérő ionokat. Ezekben a termesztési megoldásokban a talaj nélküli termesztéshez „kiváló" minősítésű vizeket célszerű felhasználni.

A gyakorlatban az erős követelmények nem mindig realizálhatók, ez azonban a zárt rendszerek használatát nem zárja ki, de a tenyészidőszak folyamán a növekvő kísérő ion tartalmat (Na, Cl, SO_4) a tápoldat analízisével szükséges követni. Zárt rendszerekre a *7. táblázat* által bemutatott vízminőségi értékeket tekinthetjük irányadónak.

7. táblázat. Ajánlott értékek a vízminőségre zárt rendszerben (Geissler, 1991 nyomán)

Tulajdonság	Határérték
EC	< 0,1 mS/cm
HCO_3-tartalom	< 5 mmol/l (max.10 mmol/l N-igényes kultúráknál)
Na	< 0,5 mmol/l (= 11 mg/l)
Cl	< 0,5 mmol/l (= 17 mg/l)
Ca	< 2,5 mmol/l (= 100 mg/l) pótlólagos Ca-trágyázás szükséges
Mg	Tápoldatkészítésnél beszámítandó
Zn	< 7,5 µmol/l (= 0,5 mg/l)
Cu	< 4 µmol/l (= 0,26 mg/l)
NO_3-N	1–2 mmol/l (14–28 mg/l) nitrogéntrágyázásnál figyelembe veendő

2.2.3. Vízforrások, víznyerési lehetőségek

Gazdasági szempontból fontos kérdés, hogy a termesztéshez földrajzilag minél közelebb és lehetőleg állandó, jó minőségben, elegendő víz álljon rendelkezésre. Ehhez a természetes csapadék mellett felszíni és felszín alatti vízforrások jöhetnek szóba.

Esővíz. Az esővíz kedvezően alacsony sótartalmú vízforrás, szűrés után általában jól felhasználható. Sajnos, hazánkban a csapadékeloszlás térben is és időben is nagyon egyenetlen, az Alföld egyes térségeiben 500 mm alatti (500 l/m^2) éves csapadékot jegyeznek átlagosan. Vízkultúrás termesztésben igen előnyös a kevés oldott sót tartalmazó csapadékvíz felhasználása, ha a gyűjtés és a tárolás megoldható. A tárolt víz algásodás elleni kezelése szükséges (leggyakrabban réztartalmú szerekkel). A horganyzott gyűjtő csatornarendszer nem javasolható, mert ilyen esetekben a cink káros mértékig beoldódhat a vízbe, ezáltal zavart okozhat a tápanyagfelvételben. A fotoszintézis legintenzívebb időszakában, amikor legnagyobb a vízigény, a csapadékvízre nem számíthatunk, így esővízre a termesztést nem alapozhatjuk, csupán időszakosan, rosszabb minőségű víz javítására jöhet szóba.

Felszíni vizek. A természetes felszíni vizek vízfolyásokra (folyók, patakok) és állóvizekre (tavak, holtágak, tározók) különíthetők el. Ezek az osztályok geometriai, áramlási, fizikai (hőmérséklet, lebegő anyagok), kémiai (oldott oxigén, oldott anyagtartalom), biológiai (flóra, fauna) sajátságaikban eltérőek. A természetes kémiai anyagtartalom tekintetében a víz eredete, a vízgyűjtő jellemzői és a geológiai viszonyok meghatározóak, sok esetben az adott felszíni vízre jellemző értékek. A felszíni víz részben közvetlenül a csapadékból ered, másrészt a felszín alatti vizekből, melyekkel szoros kapcsolatban áll. A felszíni vizekkel történő öntözést télen nehezíti a víznyerés és az alacsony hőmérséklet. Ez utóbbi áthidalható, ha a termesztőberendezésben 2–3 napos vízigénynek megfelelő tárolási kapacitás rendelkezésre áll a hőmérséklet beállásához.

A felszíni vizek összetételükben könnyen változnak (esőzés, aszály, vízszintváltozás, szennyezések, termálvíz-bevezetés, szennyvizek), ezért állandó összetételre nem számíthatunk. A töménydés és hígulás az EC-érték változásán keresztül jól követhető. A nitrát és foszfát megjelenése műtrágya bemosódására utal, a magas nátrium- és kloridértékek szennyvíz hatásának tulajdoníthatóak. A változó összetételű vizek teljes egészében nem zárják ki a felhasználást talaj nélküli termesztésben, de nagyobb odafigyelést igényelnek a tápoldat előkészítésben. Alacsonyabb sótartalom mellett a nagyobb tározókapacitás jól kihasználható. A vízforrások között a legkockázatosabb, de gazdasági szempontból a legolcsóbb a felszíni vizek használata, azonban rendszeres kémiai elemzéssel (kb. negyedévente) és az EC gyakori kontrolálásával (legalább hetente) a kockázat lényegesen csökkenthető. A felszíni vizeket felhasználás előtt többszörösen szűrni kell. A *8. táblázat* néhány eseti vizsgálat vízkémiai eredményeit mutatja be.

Talajvizek. Talajvíznek tekinthető a felszín közelében (0–20 m) lévő felső réteg vize, melyre a meteorológiai, agrotechnikai, környezeti viszonyok lényegesen hatnak, ezért fizikai és kémiai jellemzői változatosak. A felszín közeli törmelékes medenceüledékekben lévő felszín alatti vizet sajátos magyar nevezéktan szerint talajvíznek nevezzük, de más nyelvekben ilyen módon nem különböztetik meg a felszín alatti vizeket. A parti szűrésű víz olyan talajvíz, ami utánpótlását döntő mértékben a víz-

8. táblázat. Néhány felszíni vízminta vizsgált kémiai jellemzői

Dátum	Mintavétel	pH	EC	NO_3-N	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	HCO_3^-
2002. 05.	Gyoma-endrőd Peresi-holtág	7,76	0,64	0	0,4	9,6	31,2	22,5	92	85,2	249
2002. 06.	Öcsöd Körös-holtág	7,08	1,83	65,9	0,1	28,5	157,8	77,9	138	97,2	544,6
2004. 05.	Szarvas Körös-holtág	7,87	0,33	1,0	0,1	3,4	49,0	13,6	15,2	20,6	170,3
2002. 06.	Kistelek belvíz-csatorna	7,67	1,05	50,9	0	9,5	145	50,6	23,9	81,8	373,5
2003. 05.	Medgyes-egyháza öntöző-csatorna	7,61	4,78	0	0,2	3,7	200,0	142,8	690,0	712,4	664,1
2003. 08.	Szentes öntöző-csatorna	7,11	1,77	0	0,3	3,3	213,2	58,7	128,8	185,8	736,1
2004. 05.	Öcsöd belvíz-csatorna	7,12	0,99	0,0	0,0	2,4	56,2	59,9	78,2	63,4	402,5

(EC: mS/cm; Iontartalom: mg/l)

vezető réteget átszelő vízfolyásból nyeri. Az Alföld vízellátásában a felszín alatti vizek sokkal nagyobb szerepet játszanak, mint az országos vízellátásban, mert ez a terület felszíni vizekben szegényebb.

A talajvizekben a legkülönbözőbb sók a legváltozatosabb töménységben vannak oldva, sótartalmuk az 1000 mg/l értéket is gyakran meghaladja. A leggyakoribb só a nátrium-hidrogén-karbonát, de elterjedtek a nátrium-szulfátos és magnézium-szulfátos vizek is. Csak kevés helyen, szigetszerűen jelenik meg a talajvízben a nátrium-klorid. Kis mennyiségben gyakori alkotó még a vas. Talajvizeink minőségét lényegében a túlzott műtrágyázási gyakorlat és a kommunális szennyvizek bejutása rontotta le. Tér- és időbeli változatosságuk miatt az összetételre semmiféle előrejelzés nem készíthető. Sokszor még azonos településen belül is jelentős eltérések adódhatnak a talajvíz kémiai jellegében *(9. táblázat)*. Vízkultúrás alkalmasságukat gyakran egyszerre több határérték feletti mutató (EC, Na, Cl, HCO_3^-) is korlátozhatja.

Rétegvizek. A rétegvizek mélyebben helyezkednek el, régmúlt idők folyói és tavai által lerakott porózus, törmelékes víztartó rétegekben, melyeket vízzáró rétegek fognak közre. Magyarország rétegvizekkel igen jól ellátott, egy-egy település alatt két-három réteg is elérhető mélységben megtalálható. A rétegvizek elhelyezkedése az

9. táblázat. Néhány talajvízminta vizsgált kémiai jellemzői

Dátum	Mintavétel	pH	EC	NO_3	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	HCO_3^-
2000.02.	Balástya, Dózsa	7,19	1,26	39,3	0,6	21,5	222,5	33,1	27,8	87,1	344,1
2002.09.	Balástya, Külterület	6,86	1,59	30,0	0,1	25,4	220,4	62,1	50,6	118,1	498
2004.04.	Balástya, Hunyadi	7,31	0,87	21,6	0	1,1	134,7	29,8	9,4	83,9	232,2
2002.03.	Cserkeszőlő, Dózsa	8,15	1,26	0,5	0,4	1,7	15,6	9,7	333,5	29,0	918,1
2004.04.	Cserkeszőlő, Külterület	7,16	4,20	0,4	0,1	9,3	337,1	79,6	517,5	488,1	1254,0
2000.04.	Domaszék, Ady	6,84	1,76	41,6	0	37,1	444,4	139,0	71,3	127,7	643,8
2000.11.	Domaszék Rózsa F.	6,71	1,29	27,6	0	1,8	131,7	101,4	29,9	74,7	497,6
2002.11.	Jászszentlászló, Al.	7,11	0,89	0	0,3	2,9	96,6	23,3	73,6	46,9	606,9
2003.03.	Jászszentlászló, V.	7,28	1,43	0	0	1,3	205,3	46,8	57,5	135,7	571,4
2002.06.	Kiskunfgyh. XI. ker	7,4	1,01	0	0	4,1	145,2	53,8	15,9	86,8	451,1
2001.02.	Méhkerék, Széles	6,99	2,53	0	0	8,0	270,8	80,2	264,5	278,1	860,2
2004.06.	Méhkerék, Kossuth	7,10	1,80	1,2	0,1	5,5	178,0	49,2	170,2	213,6	674,2
2005.06.	Sarkad, Zsarói	7,21	1,82	8,7	0,1	4,8	269,6	63,9	94,3	143,0	573,4

(EC: mS/cm; Iontartalom: mg/l)

10. táblázat. Néhány rétegvízminta vizsgált kémiai jellemzői

Dátum	Mintavétel	pH	EC	NO_3	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	HCO_3^-
2000.11.	Csanytelek, Ady u.	7,05	0,69	0	0,4	2,7	85,0	28,0	38,0	10,4	513,7
2003.05.	Csanytelek, Pusztaszeri u.	7,13	0,64	0	1,1	3,2	71,1	26,4	28,5	8,5	478,8
2000.05.	Csólyosp., Kölcsey u.	6,86	0,57	0	0,1	2,1	81,5	23,7	24,6	6,7	434,6
2003.01.	Csólyosp., Kossuth u.	7,89	0,55	0	0,1	2,2	75,5	23,3	25,1	6,8	432,4
2000.05.	Gyula, Nagyváradi u.	7,13	0,69	0	1,9	1,8	55,4	23,4	75,9	21,8	466,8
2004.02.	Gyula, Szőlőskert u.	7,77	0,58	0	1,8	2,5	52,3	17,7	71,3	22,2	368,0
2000.08.	Jászszentl., Klapka u.	7,13	0,51	0	0,1	1,4	63,5	26,5	19,6	7,0	370,2
2003.03.	Jászszentl., Május 1. u.	7,17	0,51	0	0	1,7	69,7	29,6	5,5	6,8	386,0
2001.02.	Méhkerék, Széles u.	7,56	0,84	0	1,5	1,5	45,8	15,1	179,4	26,1	610,0
2000.02.	Nagybánhegyes, Medgyesi u.	7,30	0,33	0	0,5	0,7	11,1	2,8	66,7	23,7	188,7
2005.01.	Nagybánhegyes, Erzsébet u.	7,56	0,32	0	0,3	1,8	23,3	3,8	64,4	20,5	192,6
2000.11.	Szentes, Vásárhelyi u.	7,19	0,66	0,5	0,8	2,7	63,3	18,2	73,6	7,0	497,6
2005.04.	Szentes, Hunyadi u.	7,41	0,62	0	1,4	3,3	55,1	17,3	75,9	3,3	461,9

(EC: mS/cm; Iontartalom: mg/l)

adott térség földtani viszonyaira jellemző, hazai viszonyok között átlagosan a rétegvízkészletek kb. fele a 0–50 m mélységben helyezkedik el.

A felszín alatti vizek természetes minőségét elsősorban az a kőzet határozza meg, amelyben a víz elhelyezkedik vagy mozog. Jelentősen befolyásolják az eredeti vízminőséget az áramlások, illetve a víz felszín alatti tartózkodási ideje, s hatással van a hőmérséklet is. Ezt az eredeti vízminőséget – különösen felszín közelben – az emberi tevékenységből származó szennyezések megváltoztathatják. A hazai felszín alatti vizek nincsenek nyugalmi állapotban, hanem a nyomásviszonyoknak megfelelően regionális és lokális vízáramlási rendszerek alakulhatnak ki.

A felszín közeli talajvizek sokszínűsége után a mélyebben fekvő rétegvizek kémiai változatossága megszűnik, és mindössze kétféle víztípust találunk: kalcium-magnézium-hidrogénkarbonátos és nátrium-hidrogénkarbonátos vizeket. Ez utóbbi a mély Alföld agyagos területein már a felszín közelében megjelenik. A rétegvizekben kloridiont általában csak jelentéktelen mennyiségben találunk, szulfát nagyobb arányban csak kivételesen fordul elő. Az Alföld egyes peremterületein kifogásolható mennyiségben vas (> 0,4 mg/l) is megjelenik a vizekben. Talaj nélküli termesztésbe a kalcium-magnézium-hidrokarbonátos vizek (Homokhátság vizei pl. Csanytelek, Csólyospálos, Jászszentlászló) jól beilleszthetők, csak a hidrokarbonát csökkentése szükséges. A nátrium-hidrokarbonátos vizekben (Gyula, Nagybánhegyes, Szentes) a nátrium is előnytelenül magas, ez többnyire magasabb sótartalomban is megnyilvánul. Sóérzékeny növényekhez nem elegendő a hidrokarbonát-tartalom csökkentése, ilyenkor a teljes sótalanítás hoz megnyugtató eredményt.

A vízkémiai eredmények is a rétegvizek állandóbb összetételét támasztják alá *(10. táblázat)*, ezért a termesztési gyakorlatban a kétévenkénti laboratóriumi ellenőrzéseket elegendőnek tartjuk.

Hazánkban jelenleg átlagosan naponta mintegy 2,7 millió m^3 vizet termelnek ki a felszín alól. A különböző felszín alatti víztípusok között majdnem fele arányban szerepel a rétegvíz és mintegy huszadrész a talajvíz (továbbá karsztvíz és parti szűrésű vizek), de ebben nem szerepelnek az illegális vízkivételek.

A rétegvíz intenzív kitermelése miatt a tároló rétegek nyugalmi szintje folyamatos süllyedést mutatott az 1980-as évek végéig. Azóta a csökkenő kitermelés miatt a víztartók visszatöltődése tapasztalható, ami a rétegnyomások stabilizálódásában, illetve minimális emelkedésében nyilvánul meg.

Jelenleg a felszín alatti vízkészletek mennyiségi és minőségi szempontból is jónak értékelhetők, azonban a hosszú távú biztonságos ivóvízellátás érdekében öntözésre a felszín alatti vízkincs csak erősen korlátozva engedélyezhető.

2.2.4. Az öntözővíz minőségének javítási lehetőségei

Amennyiben a rendelkezésre álló öntözővíz nem elégíti ki az előírásokat, megfelelő módon előkészíthető, alkalmassá tehető öntözésre talaj nélküli termesztésben. Ehhez különböző eljárások állnak rendelkezésre. A nem elhanyagolható környezeti terhelések, valamint a többnyire jelentős beruházási és/vagy üzemeltetési költségek miatt minden megoldás gondosan mérlegelendő. Az öntözővíz minőségjavításában a legfontosabb alapelv megkeresni azokat az eljárásokat, melyek a rendelkezésre álló vizet maximálisan használhatóvá teszik.

2.2.4.1. A hidrokarbonát-tartalom csökkentése

A magas HCO_3^--tartalom csökkentésére különféle eljárások állnak rendelkezésre, ezek a következők: ionkicserélővel történő mentesítés, semlegesítés szervetlen sav adagolásával, savanyító hatású műtrágyák használatával, elektrokémiai szabályozással.

Ionkicserélővel történő mentesítés. A nyers víz erősen savas, kationcserélő műgyantán áramlik át. Ennek során a nyers vízből minden kation (Na, K, Ca, Mg) eltávozik és H^+-nal kicserélődik. A H^+-ionok a vízben lévő HCO_3^--ionokkal reakcióba lépnek, H_2CO_3 képződik, ami CO_2-ra és H_2O-re bomlik. Ez a hidrokarbonát mentesítési módszer „részleges sótalanításnak" is nevezhető (a só egy része eltávolításra kerül). A kezelés nyomán a víz savanyú kémhatású lesz, ezért fémekkel nem érintkezhet. A savas kémhatást a tápoldat-összeállítás során is figyelembe kell venni. A módszer csak szakaszos üzemeltetésre alkalmas. A gyanta kimerülése után savas kezeléssel ismét regenerálható.

Semlegesítés szervetlen sav adagolásával. Széles körben elterjedt módszer a hidrokarbonát mentesítésre. Ennek során a nyersvíz hidrokarbonát-tartalmától függő arányban meghatározott mennyiségű ásványi savat adagolnak. A korábbi időszakban kénsavat (H_2SO_4) használtak, mert ez nem befolyásolta a tápoldat makroelem-tartalmát. Hátrányos a kénsavas kezelésnél, hogy megemelkedik a sótartalom, valamint a víz kalciumtartalmával rosszul oldódó gipsz képződik. Ezért ma általában salétromsavat (HNO_3) használnak, melynek előnyei:

- Nitrát (NO_3^-) formában jelentős mennyiségű N kerül be, amit a tápoldat összeállításkor figyelembe is kell venni. Átszámítás: 1 mmol/l HCO_3^- → 1 mmol/l NO_3^--N (= 14 mg/l N).
- A tápoldat sótartalma a közömbösítési reakció után sem emelkedik, mivel 1 mol HCO_3^--ból 1 mol NO_3^- forma képződik.
- A HNO_3-as kezelés után a víz kalciumtartalma jól oldható formában továbbra is megmarad.
- A semlegesítés szinte minden tápoldatellátó rendszerben teljesen automatikusan történhet folyamatos pH-ellenőrzés (pH = 5,8–6,3) mellett. Egyszerű tápoldatadagoló berendezéseknél (ahol nincs pH-szabályozás), kézi pH-mérés mellett, egy keverőtartály beiktatásával történhet a savadagolás.

A semlegesítéshez felhasznált savtérfogat a következők szerint számítható 1 m^3 öntözővíz javításánál:

100 cm^3 (1dl) 60%-os HNO_3 (sűrűsége: $\varsigma = 1{,}37$ g/cm^3) **80** mg/l HCO_3-ot közömbösít → 18,4 g nitrogénbevitelnek felel meg 1 m^3 vízre

100 cm^3 (1dl) 60%-os H_3PO_4 (sűrűsége: $\varsigma = 1{,}44$ g/cm^3) **55** mg/l HCO_3-ot közömbösít → 27,3 g foszforbevitelnek felel meg 1 m^3 vízre

Ha a rendelkezésre álló sav éppen nem 60%-os, akkor könnyedén átszámíthatjuk bármely koncentrációra a szükséges savmennyiséget a következő képlet alapján 1 m^3 vízhez :

$$V_1 \times \varsigma_1 \times c_1 = V_2 \times \varsigma_2 \times c_2,$$

ahol: V_1: a 60%-os töménységű savra kiszámolt térfogat cm^3-ben,
ς_1: a 60%-os töménységű sav sűrűsége g/cm^3 egységben,
c_1: a sav töménysége, tehát 60 (%-ban értelmezve),

V_2: a kiszámolandó savtérfogat cm^3-ben,
ς_2: a sav sűrűsége g/cm^3 egységben,
c_2: a sav töménysége

Pl: A vizsgálati eredmények alapján a vízminta hidrokarbonát-tartalma: 340 mg/l. A pufferhatáshoz szeretnénk megtartani ebből 80 mg/l koncentrációt, tehát közömbösíteni szeretnénk a maradékot, vagyis 340 mg/l – 80 mg/l = 260 mg/l egységet.

Ha 60%-os salétromsavval számolunk 1 m^3 vízre, akkor:

$100\ cm^3$ 60%-os $HNO_3 \rightarrow 80$ mg/l HCO_3-ot közömbösít

$x\ cm^3$ 60%-os $HNO_3 \rightarrow 260$ mg/l HCO_3-ot közömbösít

$$x = \frac{100 \cdot 260}{80};\quad x = 325\ cm^3.$$

Ezzel a nitrogénbevitel 1 m^3-re :

$100\ cm^3$ 60%-os $HNO_3 \rightarrow 18{,}4$ g nitrogénbevitelnek felel meg

$325\ cm^3$ 60%-os $HNO_3 \rightarrow x$ g nitrogénbevitelnek felel meg

$$x = \frac{325 \cdot 18{,}4}{100};\quad x = 59{,}8\ \text{g nitrogén.}$$

Ha csak 40%-os salétromsav ($\varsigma = 1{,}25\ g/cm^3$) áll rendelkezésre, akkor a szükséges térfogat megállapítható:

$$325 \cdot 1{,}37 \cdot 60 = V_2 \cdot 1{,}25 \cdot 40$$

$$V_2 = 534\ (cm^3)$$

A savazással bevitt nitrogén (foszfor) mennyisége nem változik akkor sem, ha 60%-os töménység helyett más koncentrációra számolunk át.

Tanácsos a HNO_3 egy részét foszforsavval (H_3PO_4) helyettesíteni, ha a nyersvíz magas HCO_3^--tartalma alacsony kalciumtartalommal párosul. Ekkor a teljes semlegesítés nem oldható meg csak HNO_3-al, mert ezzel a nitrogéntartalom úgy megemelkedne, hogy nem maradna elég lehetőség a kalcium pótlására kalcium-nitrát bevitellel. A H_3PO_4 adagolást a növény igénye szerinti P-tartalomra (általában 1–2 mmol/l P-ra, ami 30–60 mg/l foszfortartalomnak felel meg) szükséges beállítani. Talajon termesztésben is találkozhatunk ásványi és szerves savak felhasználását ajánló tápoldat összeállításokkal.

Savanyító hatású műtrágyák használatával. Ammónium-nitráttal (NH_4NO_3) csökkenthető a tápoldat pH-ja. Kémiai szempontból 5–10 mmol/l HCO_3-tartalom NH_4-N-nel is kiegyenlíthető, azonban a túlzott NH_4^+-bevitelnek határt szab a növények egyéni érzékenysége.

Elektrokémiai szabályozással. A szükséges H^+- vagy OH^--ion mennyiség „in situ" kerül előállításra elektrolitos vízbontással. A vízbontás iránya és mértéke könnyen szabályozható az elektródák polaritásának és feszültségének változtatásával.

Ezzel az innovatív módszerrel is beállítható a tápoldat pH-értéke. Előnye, hogy szűk tartományban is megbízható pH-beállítás történhet, továbbá a módszer megtakarítást jelent a kémiai anyagok használatában. Eddig a termesztési gyakorlatban ez a módszer nem terjedt el, a tápoldatozó rendszerbe nehezebben illeszthető a készülék, mint a könnyen automatizálható savadagolás.

Általában az előkészített öntözővizet nem szükséges tisztán felhasználni, a költségek jelentősen csökkenthetők nyersvízzel vagy esővízzel való keverés által.

2.2.4.2. A vas- és mangántartalom csökkentése

A vas- és mangántalanítás leginkább technikai okok miatt szükséges. A vas és mangán kicsapódásának kockázata magasabb pH-nál (pH > 7,5) lényegesen nagyobb, ezért a megelőzés egyik módja a tápoldat folyamatos savanyítása. A savanyú közeg a baktériumok számára sem ideális, így az eltömődés esélye is kisebb. Az esetek zömében a magasabb vastartalom mellett túlzott mangánkoncentráció is előfordul, melyet a vashoz hasonló eljárásokkal távolítanak el.

A vas- és mangáncsökkentő eljárások azon alapulnak, hogy az oldott ionokat (Fe^{2+}, Mn^{2+}) oxidációval nehezen oldható, magasabb oxidációs állapotú (Fe^{3+}, Mn^{3+}, Mn^{4+}) vegyületekbe viszik, majd onnan csapadék formában eltávolíthatók. Az oxidációhoz többféle eljárás áll rendelkezésre.

Klórozás. A vas esetében a szabad klór (Cl_2) eredményes oxidálószer lehet, azonban a mangánnal csak kisebb arányban képes reakcióba lépni. A módszer előnye, hogy a klórozás a baktériumok, algák okozta eltömődés ellen is hatékony. A gyakorlatban 1 mg/l Cl_2 gázzal számolnak 0,7 mg/l vastartalom kezelésére. Kísérletek igazolják, hogy a klórozás pH < 6,5 tartományban 3,5 mg/l Fe^{2+} koncentrációig eredményes.

Kálium-permanganátos oxidáció. Kálium-permanganáttal kezelt szűrőn savanyú kémhatás mellett eredményesen oxidálható a vas.

Levegőztetés. A termesztési gyakorlatban is jól használható módszer a vas kicsapására. Történhet nyílt tározómedencében vagy katalitikus töltetet hordozó tartályokban. A képződő vas- és mangán-oxidok a tározó aljára leülepednek, ahonnan rendszeresen eltávolíthatók. Irodalmi utalások olvashatók arra vonatkozóan, hogy 4,0 mg/l vastartalom fölött a kémiai kezelés hatástalan, csak intenzív levegőztetés és homokszűrőzés után lehet a vizet az öntözőrendszerbe visszajuttatni. 1 g Fe leválasztásához kb. 1 liter levegő szükséges.

A mangán eltávolítása a vastalanítási eljárásokhoz hasonló. Ha kevés mangán van a vas mellett, ekkor a mangántalanítás végbe megy a vastalanítással együtt. Ha viszont a mangántartalom jelentős, akkor a vastalanítás után a pH megemelése szükséges, mert így a MnO_2 csapadék könnyebben leválik. A fentiekből egyértelművé válik, hogy a vastalanítás viszonylag magas technikai igényű eljárás.

2.2.4.3. A teljes (összes) sótartalom csökkentése

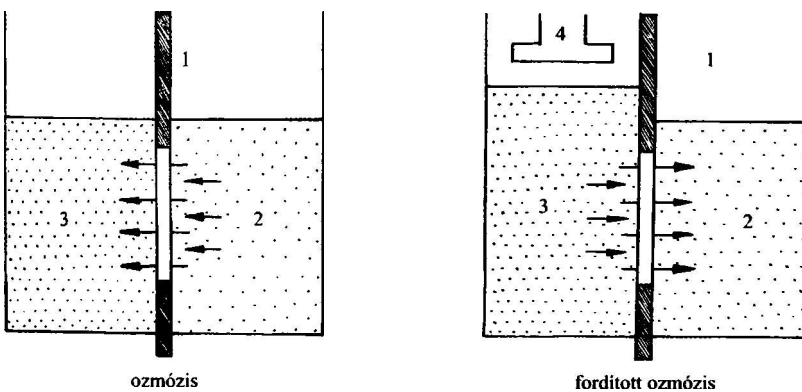
A hidrokarbonát-, a vas- és a mangántartalom csökkentésén túl üzemi szinten több technikai lehetőség nem érhető el a vízben oldott egyes sóalkotók egyedi eltávolítására. A víz ionjai közül a Na^+ és a Cl^--jelenti a legnagyobb problémát, de ezek sze-

lektív eltávolítására nincsen mód. Na^+ és Cl^- mentesítés csak teljes sótalanítással valósítható meg. Ehhez két eljárás áll rendelkezésre: az ionkicseréléses módszer és a fordított ozmózis elvén működő eljárás.

Ionkicserélődés által. Az ioncserés vízelőkészítés során kationcserélő oszlopon áthaladva a vízből minden kation H^+-ra kicserélődik. Majd egy OH^--nal telített oszlopon az anionok OH^--ra cserélődnek. A berendezés kivitelétől függően, a kimerült gyantatöltetek fél- vagy teljesen automatikus üzemben 5%-os HCl-oldattal, illetve NaOH-oldattal regenerálhatók. A módszer előnye az alacsony vízveszteség. A berendezés szűrőteljesítményét csökkenti a nyersvíz magas vas- és szervesanyag-tartalma és a 600 mg/l-t meghaladó sótartalom.

Fordított ozmózis elvén működő berendezéssel. A módszer működési elve a *12. ábrán* látható. Ha egy tömény vizes oldatot (3) féligáteresztő hártyával (1) választanak el a hígabb oldattól (2), a koncentrációkülönbség kiegyenlítésére megindul a vízmolekulák diffúziója a hártyán keresztül a töményebb oldatba és ennek következtében túlnyomás (ozmózisnyomás) keletkezik (a). Ha a töményebb oldatra az ozmózisnyomásnál nagyobb nyomás hat (4), a vízmolekulák a féligáteresztő és mechanikailag szilárd membránon keresztül a hígabb oldatba áramlanak (fordított ozmózis) és a sók a töményebb oldat koncentrációját növelik. Tehát a nyomás megfordításával egy sóban gazdag oldatból, egy membránon átpréselve a nyersvizet, „tiszta formában" vizet nyerünk, miközben a víz eredeti sótartalma egy töményebb oldatban koncentrálódik. A szűrő egységekben általában 4 μm belső átmérőjű poliamidból készült membránokat alkalmaznak. A szűrőteljesítményt befolyásolja:

- az alkalmazott nyomás (általában 1,4–2,8 MPa),
- a víz hőmérséklete: 3%/°C-kal növekszik a membránok áteresztő képessége,
- a nyers víz pH-értéke; a savas kémhatás előnytelen,



12. ábra. A fordított ozmózis elvi működése
1. félig áteresztő hártya, *2.* hígabb oldat, *3.* tömény vizes oldat, *4.* ozmózisnyomásnál nagyobb nyomás

– a vízelőkészítés; az oldhatatlan szilárd részeket, algákat előszűréssel el kell távolítani,
– a nyers víz vas- és mangántartalma károsítja a membránokat.

A fordított ozmózisos vízkezelés a termesztési gyakorlatban jól bevált, kedvező kémiai eredményét a *11. táblázat* is igazolja.

11. táblázat. A fordított ozmózisos kezelés vízkémiai eredménye (Apátfalva)

Dátum	Mintavétel	pH	EC	NO_3-N	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	HCO_3^-
2004. 12.	Nyersvíz	8,09	0,63	0	0,4	0,9	7,9	2,2	149,5	6,8	465,5
2004. 12.	Javított	7,61	0,10	0	0	0,2	0,5	0,3	22,5	1,7	80,3
2004. 12.	Kevert	7,68	0,16	0	0,1	0,3	4,0	0,6	42,1	5,1	128,4

(EC: mS/cm; Iontartalom: mg/l)

A vízelőkészítő eljárások eltérő mértékben növelik a termesztés költségeit. Az előkészítés jelentős beruházási és üzemeltetési ráfordításokat igényel, az eljárásoktól függően a költségek 0,53–6,81 euro/tiszta víz m^3 nagyságúak. Sajnos, az egyes vízkezelési eljárások költségeiről hazai adatok nem állnak rendelkezésre, de a németországi költségekről tájékoztatást ad a *12. táblázat.*

Gazdasági szempontból legkedvezőbb a savas kezelés, mert ehhez minimális eszközigény szükséges. A nyersvíz minőségétől függően a berendezésekhez csatlakozó

12. táblázat. Egyes vízelőkészítő eljárások beruházási költségei eltérő nagyságú termesztőfelületekre Steffen (1994) nyomán

Eljárás	Beruházási költség (euro)	1 m^3 tisztavízre jutó költség eltérő nagyságú termesztő felületekre		
		1000 m^2	5000 m^2	10000 m^2
Szervetlen sav hozzáadás	–	0,8	0,7	0,7
Oxálsav hozzáadás	–	6,81	6,42	6,42
Karbonátmentesítés ioncserével	2500 5000 7000	1,14	0,53	0,53
Teljes sótalanítás ioncserével	15 000 35 000 40 000	4,45	2,14	1,23
Teljes sótalanítás fordított ozmózissal	13 500 20 000 27 000	4,55	1,48	1,05

Megjegyzés: A nyers víz keménysége: 20 nk°; vízszükséglet: 1,5 m^3/m^2,év; előkészített víz aránya: 40%; maximális napi vízfelhasználás: 2 m^3, 12 m^3, 30 m^3.

kiegészítő egységek egyes esetekben jelentős költségekkel terhelhetik még a beruházást. Ez különösen a fordított ozmózisos sótalanításra igaz, ezen belül is a membránok relatív tartóssága befolyásolja lényegesen a költségeket.

Vannak kísérletek arra vonatkozóan is, hogy technikai felszerelés nélkül, valamiféle adalékanyaggal kössék meg a víz sótartalmát. Pl. speciális, nagy adszorpciós képességű agyaggranulátummal kezelve a vizet (75 mg adalékot elhelyezve 100 l tápoldatban), magas sótartalmú (EC = 3,5 mS/cm) vízzel is jó termesztési eredményeket tudtak elérni. Ez azonban csak kisüzemi méretek között jelenthet megoldást.

2.3. Irodalom

Geissler, T. (1991): Gemüseproduktion unter Glas und Plasten. Produktionsverfahren. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.

Göhler, F. – Drews, M. (1989): Hydroponische Verfahren bei der Gemüseproduktion in Gewächshäusern. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR.

Sonneveld, C. – Van der Burg, M. M. (1991): Sodium chloride salinity in fruit vegetable crops in soilless culture. Netherlands Journal of Agricultural Science, 39: 115–122.

Steffen, K. (1994): Wasserqualität, Wasseraufbereitung und -speicherung. KTBL-Schrift, 359: 34–62.

3. A talaj nélküli termesztés fiziológiai alapjai

A növények autotróf élőlények, vagyis szén-dioxidból, vízből és ásványi tápanyagokból képesek felépíteni saját szervezetüket. A víz és a tápanyagok felvétele tehát a növények létét és produktivitását alapjaiban meghatározó, kulcsfontosságú folyamat. Talaj nélküli termesztésben az igen komplex rendszernek számító talaj helyett a viszonylag egyszerűbb, kisebb pufferkapacitású közegekből történik a víz- és a tápanyagfelvétel. Ehhez adódik hozzá az, hogy a klimatikus tényezők általában igen precízen szabályozhatók egy olyan szintű termesztőberendezésben, amelyben már érdemes talaj nélküli termesztéssel foglalkozni.

E termesztési mód esetén tehát a felvételi folyamatokat meghatározó tényezőket sokkal inkább kézben tudja tartani a termesztő. Optimális körülmények biztosíthatók, a fajtákban rejlő genetikai potenciál jobban kiaknázható, magasabb terméshozam érhető el. Ez azonban szükséges is ahhoz, hogy az erre a termesztési módra jellemző kiugróan magas beruházási és üzemeltetési költségek megtérüljenek. A megfelelő víz- és tápanyagfelvétel tehát a termesztés sikerét, gazdaságosságát alapjaiban meghatározó tényező.

3.1. A zöldségnövényeket alkotó vegyületek és elemek

A növények két fő alkotórésze a szárazanyag és a víz. A termesztett növények 80–85%-ban vízből és 15–20%-ban szárazanyagból állnak. Ez az arány a növény fajtól/fajtától, a növény korától, a termesztési körülményektől függően kismértékben eltérő, így a fiatalabb növények víztartalma magasabb, mint az idősebbeké, az öntözött körülmények között termesztettek szárazanyag-tartalma alacsonyabb. A zöldségfélék általában lédúsabbak, ami legtöbbször nemcsak a termésre, hanem az egész növényre vonatkoztatható, és a termésük szárazanyag-tartalma is alacsonyabb, mint például a gabonaféléké.

A vízkultúrás termesztésben a tápoldat-összetételének és töménységének szabályozásával a növény és a termés szárazanyag-tartalma bizonyos határok között változtatható.

A zárt, temperált környezet, a folyamatos, bőséges vízellátás és a kimagasló terméseredményért (nem a magas szárazanyag tartalom érdekében) kialakított tápoldatösszetétel és tápoldatozási technika következtében magasabb a növény víztartalma, mint a szabadföldi, talajos termesztésben.

A zöldségnövények szárazanyag-tartalma, ami lényegében megegyezik a legtöbb termesztett növényével, a következő fontosabb vegyületekből áll:

30% nyersrost,
12% fehérje,
48% N-mentes kivonható anyag,
4% zsír,
6% hamuanyag.

A nitrogén kivételével a növényi hamu alkotórészei között találjuk azokat a tápelemeket, amelyek biztosításáról és pótlásáról a tápoldatozással kell gondoskodni. Ezeknek az elemeknek a növényekben elforduló mennyisége, az egymáshoz viszonyított aránya, a növényfajtól függően kisebb mértékben eltérő, általánosságban azonban elmondható, hogy összetételük a következők szerint alakul:

42% kálium (K)
24% oxigén (O)
7% klór (Cl)
7% szilícium (Si)
5% foszfor (P)
5% kalcium (Ca)
4% magnézium (Mg)
4% kén (S)
1% nátrium (Na)
1% mikroelemek: vas (Fe), mangán (Mn), cink (Zn), réz (Cu), bór (B), molibdén (Mo).

A növények a tápelemeket gyökereiken keresztül ritkán molekuláris, gyakrabban ionos formában veszik fel (pl. Ca^{2+}; K^{+}; Mg^{2+}; NH_4^{+}; HPO_4^{2-}; SO_4^{2-}; NO_3^{-}; Mn^{2+}; Zn^{2+}). De ionos formában kerülnek a mérgező elemek is a növénybe, például ha nagyon alacsony a talaj kémhatása (Hg^{2+}; Cd^{2+}; Pb^{2+}).

A szén (C), a hidrogén (H), az oxigén (O), a nitrogén (N) és a kén (S) ionos formában a talajon keresztül, valamint gáz formájában a levegőből kerülnek a növénybe. A növényen belüli szállításuk ionos vagy szerves molekula formájában történik. A növényeket felépítő legfontosabb szerves vegyületek szerkezeti elemei.

A foszfor (P), a bór (B) és a szilícium (Si) kizárólag ionos formában jut a növénybe. Nem redukálódnak, szerves alkoholos csoportokkal észtereket képeznek, amelyek részt vesznek a növények energiarendszerében (elektronátvitel).

A kálium (K), a nátrium (Na), a magnézium (Mg), a kalcium (Ca), a mangán (Mn), mint kationok és a klór (Cl), mint anion nagy mennyiségben ionos formában kerülnek felvételre, a mangán kivételével a növényen belül jól mozognak. Fontos szerepet töltenek be a növények vízháztartásának szabályozásában.

A vas (Fe), a réz (Cu) és a molibdén (Mo) ionos vagy kelátos formában kerülnek felvételre a talajból. Jelentős szerepet játszanak az elektronszállításban, az enzimek fémkomponensei.

A növények által hasznosított elemeket lehet a mennyiségük és az eredetük alapján csoportosítani. A mennyiség szerinti osztályozás arra utal, hogy az egyes elemek milyen tömegben épülnek be a növény szerveibe. Hangsúlyozni kell, hogy

az ilyen csoportosítás nem a fontossági sorrendet jellemzi, hanem kizárólag a mennyiségre utal. Makroelemeknek nevezzük azokat a tápelemeket, amelyek nagyobb mennyiségben fordulnak elő a növényekben (0,1–10%: oxigén, hidrogén, szén, foszfor, szilícium, kálium, kalcium, nitrogén) és mikroelemeknek, amelyek egészen kis mennyiségben találhatók a növényi részekben (0,01–0,0001%: mangán, cink, bór, réz, molibdén stb.). A két csoport között átmenetet képeznek az ún. mezoelemek – hivatalosan ezeket is a makroelemek között tartjuk nyilván –, amelyek 0,1–0,01% körüli tömegben találhatók, ezek közül a fontosabbak a magnézium, a vas, a kén és a nátrium *(13. táblázat)*.

13. táblázat. A növények által felvett tápelemek mennyiség szerinti csoportosítása

Nyerstömeg (%-ban)	Elemek	Megnevezésük
10–100	oxigén, hidrogén	makroelemek (mezoelemek)
1–10	szén	
0,1–1	foszfor, szilícium, kalcium, kálium, nitrogén	
0,1–0,01	kén, magnézium, vas, nátrium, alumínium, klór	
0,01–0,001	mangán, bór, stroncium	mikroelemek
0,001–0,0001	réz, titán, cink, lítium, bárium, bróm	
0,0001–0,00001	fluor, rubídium, nikkel, ón	
0,00001–0,000001	arzén, molibdén, jód, kobalt, germánium, ólom, higany, kadmium	ultramikroelemek

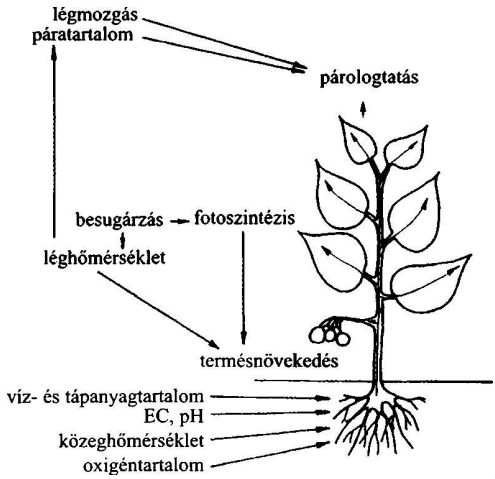
Attól függően, hogy a tápelemeket honnan veszik fel a növények, megkülönböztethetünk:

- légkörből felvehető elemeket (pl. szén),
- vízből felvehető elemeket (pl. oxigén, hidrogén) és
- talajból felvehető elemeket (pl: nitrogén és hamuelemek).

A tápelemek az egyes növényi szervekben eltérő arányban halmozódnak fel. Például a magban jelentősebb a foszfor aránya, a lombozatban a nitrogéné. A környezeti tényezők, így például a közeg tápanyag-ellátottsága, a tápoldat-összetétele egy bizonyos határon belül a növények (növényi szervek) tápanyag-összetételét módosítják. A nitrogén-, a foszfor- és a káliumtartalom a termésben a legkiegyenlítettebb, ebből adódóan a fajlagos tápanyagigény-számításhoz jó alapot szolgáltat, ugyanakkor alkalmatlan a növény tápanyag-ellátottságának megítélésére. A levelek tápelem-összetétele jelentősen változik a közeg, illetve a tápoldat függvényében. Ezért a reutilizálódó elemek (makroelemek) esetében az alsó, a lokalizálódóknál (mikroelemek) a felső levelek alkalmasak a növény tápanyag-ellátottságának meghatározására, de jelentős ingadozásuk miatt alkalmatlanok a terméssel kivont tápanyagmennyiség becslésére.

3.2. A víz és a tápanyagok felvétele

Talaj nélküli termesztésben a víz és a tápanyagok felvételének módja alapjaiban természetesen nem különbözik a talajos termesztésben tapasztaltaktól. A növények életében betöltött jellegüknél fogva a felvételi folyamatokra szinte minden környezeti tényező hatással van, a növényi alapfolyamatok – a fotoszintézis, a párologtatás és a légzés – befolyásolása által *(13. ábra)*. E tényezők hatása egyenként és komplex módon is érvényesül. A víz és a tápanyagok felvételét elsősorban azok felvehetősége, valamint a növény növekedési üteme határozza meg. Az előbbit a gyökérközegben uralkodó viszonyok, míg az utóbbit a klimatikus tényezők befolyásolják elsősorban.



13. ábra. A növények víz- és tápanyagfelvételét befolyásoló környezeti tényezők (Adams, 1994 nyomán módosítva)

3.2.1. A vízfelvétel módja

A növények a víz döntő többségét a gyökerükön, egészen pontosan a gyökérszőreiken keresztül veszik fel. A víz zöme a párologtatásra (idegen szóval transzspirációra) fordítódik, mely folyamatnak kulcsszerepe van a növények hőgazdálkodásában. Ezen kívül a víz a sejtek fő alkotóelemeként és szállítópályaként is alapvető szerepet játszik a növények életében, valamint számos biokémiai funkciót is betölt. A vízhasznosítás hatékonyságát többek között a transzspirációs együtthatóval lehet jellemezni, ami az egységnyi szárazanyag-produkcióhoz felhasznált víz mennyiségét fejezi ki. A talaj nélküli termesztésre jellemző optimális víz- és tápanyagellátás csökkenti a transzspirációs együtthatót, tehát hatékonyabb vízhasznosítást eredményez.

A növény alapvetően kétféle módon képes felvenni a gyökérközegből a vizet, úgynevezett paszszív és aktív úton. A passzív felvétel során a víz a vízpotenciál különbség által hajtva halad az alacsonyabb vízpotenciálú helyek felé, a gyökérközegből a növénybe, majd onnan a légtérbe. E folyamat mozgató ereje a párologtatás által keltett szívóhatás. Minél nagyobb mértékű tehát a transzspiráció, annál intenzívebb a passzív vízfelvétel. Erre feltétlenül figyelemmel kell lenni a kijuttatott tápoldat menynyiségének és töménységének meghatározásánál.

A passzív vízfelvétel csak levelek jelenlétében játszódik le. Az elpárologtatott víz 90%-a a légcserenyílásokon, az úgynevezett sztómákon át távozik a növényből. Bár a talaj nélküli termesztésre jellemző optimális vízellátottság esetén a sztómák még az éjszaka során sem záródnak be teljesen, nappal tízszer intenzívebb a transzspiráció, mint éjszaka. A passzív vízfelvétel zöme tehát nappal történik.

A gyökerek kéregszöveteiben a felvett víz a diffúzió törvényei szerint a sejtfalak mikrokapillárisain (az úgynevezett apoplazmán) keresztül lassan a szállítószövetek farésze felé halad. A kéregszövet és a szállítónyalábok határán található endodermiszen a víz csak lassan, a sejteken keresztül haladva (úgynevezett szimplazmás út) tud átjutni. A szállítószövet farészének (xilém) tág üregű sejtjeiben, az úgynevezett tracheákban azután a víz szállítása egészen a levélerekig nem ütközik számottevő ellenállásba. A levélerekből a levéllemez sejtjeibe kerül a víz, onnan pedig annak döntő része a párologtatást végző sztómákhoz.

A másik alapvető vízfelvételi mód, az aktív vízfelvétel mozgatórugója a gyökérnyomás. E folyamatban a gyökérsejtek a légzés során felszabaduló energiát felhasználva ionokat vesznek fel. Ezáltal megnő a sejtnedv koncentrációja, a sejt vizpotenciálja alacsonyabb lesz a gyökérközegénél, és így vizet tud felvenni. A gyökérnyomás addig marad fenn, amíg a gyökérközeg és a növény közötti vízpotenciál-különbség ki nem egyenlítődik. Ez a folyamat tehát a lombozattól, a transzspirációs szívóerőtől függetlenül megy végbe. Aktív módon akkor is képes víz felvételére a növény, ha a levegő teljesen telített, a relatív páratartalom közel 100%-os. Az aktív vízfelvétel mértéke szorosan függ viszont a közeg levegőzöttségétől (hiszen a gyökerek légzése oxigénfüggő folyamat), a gyökerek szénhidráttartalmától (ami a légzés alapanyagául szolgál) és a közeg tápanyag-koncentrációjától. Levegőtlen, illetve nagy sótartalmú közegekben nem tud kialakulni megfelelő mértékű gyökérnyomás. A talaj nélküli termesztésre jellemző optimális vízellátottság viszonyok között az aktív vízfelvétel szerepe a növény vízforgalmában alárendelt jelentőségű, elsősorban fiatal növényekben és éjszaka játszik nagyobb szerepet. Meghatározó lehet például a termések éjszakai kalcium- és bórfelvételében.

3.2.2. A tápanyagok felvételének módja

A növények a tápanyagokat zömében vízben oldott, ionos formában veszik fel és azok így is szállítódnak a gyökérből a föld feletti részekbe. A nitrogén például nitrátként és ammóniumként, a foszfor foszfátként, a kén szulfátként, a bór borátionként, a molibdén pedig molibdenátként. Az ionos formán kívül a talaj nélküli termesztésben a vas, a mangán, a cink és a réz felvételében jelentős szerepe van az úgynevezett kelátoknak is, melyek komplex vegyületek. A vízhez hasonlóan a tápelemeket is a

gyökérszőrökön keresztül veszik fel a növények. E tekintetben azonban az egyes tápelemek között lehetnek apróbb különbségek, például a kalcium és a magnézium felvétele inkább a gyökerek csúcsi része felé, míg a káliumé az alapi része felé történik.

A növények tápanyagfelvételének és -hasznosításának komplex folyamata négy fázisra osztható: a tápanyagok gyökérhez kerülésére, a tápanyagok felvételére, a tápanyagok szállítására és a tápanyagok beépülésére, idegen szóval asszimilációjára. Az első fázis során kerülnek a tápanyagok a gyökerek felületére. Ez az a folyamat, ami talajos termesztésben a tápanyag-szolgáltatás sebességét a leginkább korlátozza, de talaj nélküli termesztésben nem okoz különösebb nehézségeket. Az ionoknak a gyökerek felé történő mozgását egyrészt a tápanyagfelvétel hatására a gyökér közvetlen környezete (az úgynevezett rizoszféra) és a tápoldat többi része között kialakuló koncentrációkülönbség, másrészt a transzspirációs szívóhatás által létrehozott tömegáramlás okozza. Ez a folyamat tehát a gyökérsejtek részéről nem igényel energiabefektetést.

A gyökerek felületére kerülő ionok mennyisége a transzspiráció mértékétől és a tápoldat koncentrációjától függ. Ezért a párologtatást hátráltató klimatikus tényezők általában csökkentik a tápanyagfelvétel mértékét is. Külföldi kutatási eredmények azonban arra engednek következtetni, hogy ha a rizoszférában közel állandó a tápanyag-koncentráció – ami jellemző a talaj nélküli termesztésre –, akkor a transzspirációnak az átlagosnál jóval kisebb a szerepe a tápanyagok felvételében.

A tápanyagfelvétel és -hasznosítás második fázisa során a gyökerek felületére került tápanyagokat a gyökérsejtek felveszik. A tápanyagok felvétele a tápoldatból a gyökérszőrök legkülső sejtjei által egy passzív folyamat, amit továbbra is a diffúzió és a tömegáramlás hajt. A sejtközötti járatokban, az apoplazmában, az ionok szállítása az endodermiszig még többé-kevésbé akadálytalan, bár a sejtfalak elektromos töltésekkel rendelkeznek, ahol az ionok megkötődhetnek. (Az apoplazmának tehát a nem semleges szubsztrátokhoz hasonlóan ioncserélő kapacitása van, melynek mértékében az egyes fajok között lényeges különbségek lehetnek.) A tápanyagfelvétel e szakasza tehát lényegében még egy szimpla fizikai folyamat, a hőmérséklet csak kismértékben, az oxigénellátás pedig egyáltalán nem befolyásolja. Ugyanakkor egyes tápionok, mint például a foszfát, már a gyökerek legkülső sejtjeitől kezdve a sejteken keresztül, tehát energiát igénylő szimplazmás úton haladnak a szállítószövetek felé.

A sejtek belsejébe a tápanyagok aktív módon, tehát egy biokémiai folyamat során kerülnek be, ami szoros kapcsolatban van a gyökerek légzésével, így hőmérséklet-, oxigén- és energiaigényes tevékenység. Az aktív tápanyagfelvétel teszi lehetővé, hogy a gyökérsejtek szelektáljanak a tápoldat ionjai között: a növény számára szükségteleneket egyáltalán ne vagy csak kismértékben vegyék fel, míg a létfontosságúakat jelentős mértékben felhalmozzák, akkumulálják magukban. A szelektivitás és az akkumuláció a növényi tápanyagfelvétel legfontosabb jellemzői. Az egyes fajok és fajták között természetesen lényeges különbség van a tekintetben, hogy az egyes tápelemekkel szemben milyen mértékben képesek szelekcióra és akkumulációra. Meg kell azonban jegyezni, hogy a fajták tápanyag-hasznosítási képessége közötti különbségek csak az optimum alatti ellátási szinten – aminek talaj nélküli termesztésben nem igen szabadna bekövetkeznie – jelentkeznek igazán.

A tápelemek felvétele és beépítése a komplexebb vegyületekbe jelentős energiát emészt fel. Például csak a nitrogén esetében a gyökerek és hajtások összes energia-

felhasználásának akár negyedét is kiteheti. Ezért minden tényező, ami az ionfelvétel számára energiát termelő gyökérlégzésre hatással van, befolyásolja a felvett tápanyagok mennyiségét. A gyökérlégzés során elégetett anyagok fotoszintetikus eredetűek, tehát a fotoszintézis mértékét alapjaiban meghatározó klimatikus tényezők ezúton is jelentősen befolyásolják a tápanyagfelvételt.

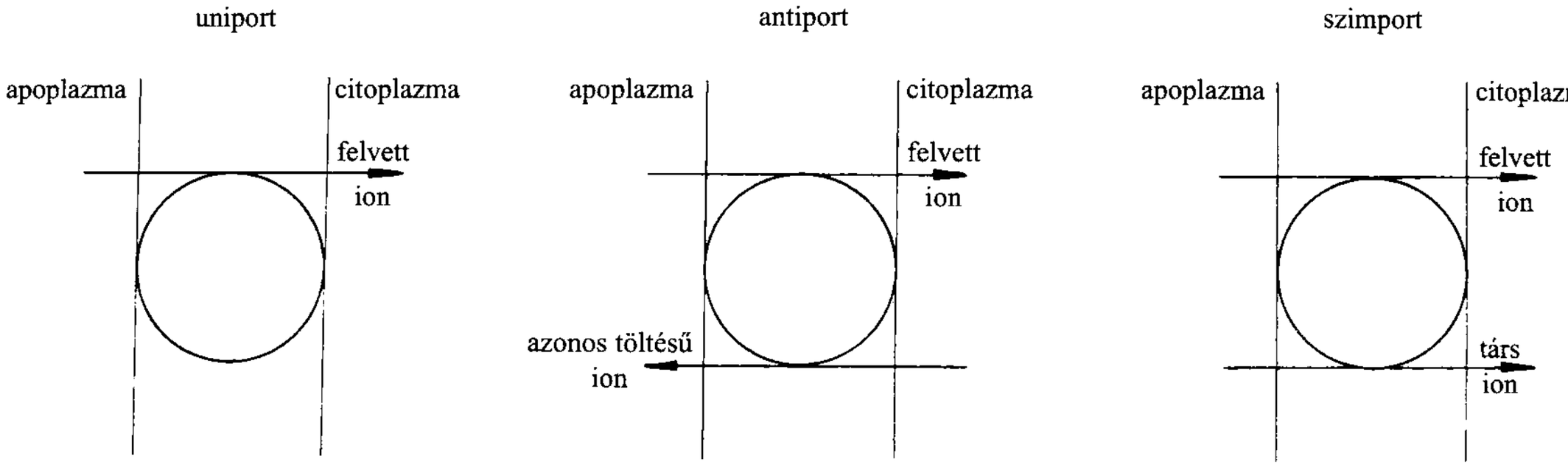
Az ionok sejtfalakon, illetve sejtmembránokon való átjutásához általában úgynevezett mebrántranszport szükséges. A növényélettani szakirodalom a membrántranszportnak három különböző módját különíti el *(14. ábra)*. Az uniport során egyszerre csak egy ion szállítódik a sejt környezetéből a sejtbe, a sejt semmit nem ad le ezért az ionért cserébe. Az antiport során a felvett ionért cserébe a sejt egy azonos töltésű másik iont ad le a környezetébe. (A kationok felvétele esetében általában egy hidrogéniont, ekkor beszélhetünk az úgynevezett protonpumpáról.) A szimport során pedig a szállított ionnal együtt egy társion is felvételre kerül. (A talaj nélküli termesztés viszonyaira való tekintettel érdemes megjegyezni, hogy magas koncentráció esetén a lassan felvehető ion hátráltathatja a mobilabb ionpár felvételét, például a szulfát a káliumionét.) A kationok esetében az uniportnak és az antiportnak, míg az anionok felvétele során a szimportnak és az antiportnak van jelentősége. A tápanyagfelvétel folyamata tehát megváltoztatja a tápoldat ionösszetételét, a kationok és az anionok arányát, és ezáltal a rizoszféra kémhatását.

Az endodermiszsejtekig a felvett ionok passzív módon, apoplazmás úton is eljuthatnak, ott viszont már csak az aktív folyamatot jelentő szimplazmás módon, az endodermiszsejteken keresztül tudnak átjutni a xilémbe. A tápanyagok az úgynevezett transzfersejtekbe kerülnek, amelyek azokat aktív módon kiválasztják a tracheákba. Ezt a kiválasztási folyamatot az ionkoncentráció, a gyökérhőmérséklet, a légzés aktivitása, a gyökér szénhidráttartalma és a kísérő ion is befolyásolhatja.

A tápanyagfelvételi és beépítési folyamat harmadik fázisa (a szállítás) során a xilémben a tápanyagok 0,1–0,4%-os oldata a transzspirációs tömegáramlás segítségével kerül a föld feletti szervekbe. A külső tápoldat koncentrációjának emelkedésével általában a xilémnedv töménysége is emelkedik. A xilémáramlás sebességét elsősorban a gyökérközeg hőmérséklete, a transzspiráció mértéke és a gyökérnyomás nagysága határozza meg. A talaj nélküli termesztés optimális vízellátottsági körülményei között a xilémnedv áramlási sebessége nincs nagy hatással a tápanyagfelvétel mértékére.

A tápelemek a tracheákból újra csak a transzfersejtek közreműködésével kerülnek a levelek sejtjeibe, ahol bekapcsolódnak az anyagcsere-folyamatokba és asszimilálódnak. (Egyes tápionok, például a szulfát, asszimilálása már a gyökérben is elkezdődhet.) Ez a folyamat befejező, negyedik fázisa. Az ásványi tápanyagok jó része nem csupán az egyirányú pályaként viselkedő xilémben szállítódhat, hanem a floemben is, így a növény mobilizálni tudja ezen anyagokat önmagán belül. Egyáltalán nem képes viszont floemtranszportra a kalcium és a bór.

A fentiek szerint tehát a tápanyagok felvételében és szállításában a víz alapvető szerepet tölt be. Talaj nélküli termesztésben vízhiányos állapot általában ritkán következik be, de érdemes pár szót ejteni arról, milyen hatással van a nem megfelelő vízellátás a tápanyagok felvételére. Rossz vízellátás esetén jelentősen lecsökken az ásványi tápanyagok felvételének és szállításának üteme. Mérséklődik az ionok diffúzió és tömegáramlás vezette mozgásának sebessége a gyökérközegben, lassabban kerül-



14. ábra. Az ionok membrántranszportjának különböző módjai
(Pethő, 1993 nyomán, módosítva)

nek a tápanyagok a gyökerek felületére. Vontatottabban képződnek az új gyökerek, és így a gyökérzet nehezebben hálózza be a tápanyagfelvétel szempontjából még kiaknázatlan helyeket. Ezen kívül vízhiányos állapotban csökken a gyökérlégzés mértéke is. A nagyobb mennyiségben felvett tápionok közül különösen a foszfát és a kalcium felvételéhez fontos a megfelelő vízellátottság.

Habár a tápanyagok felvétele és a transzspirációs vízáram egymástól elválasztható-atlan folyamatok, a kettő között nincs mennyiségi összefüggés. Az intenzív ionfelvételnek nem alapfeltétele a nagymértékű transzspiráció, az viszont tény, hogy a már felvett ionok szállítását nagymértékben megkönnyíti a gyorsabb vízáramlás.

3.3. A víz és a tápanyagok felvételét befolyásoló tényezők

Azt gondolhatnánk, hogy az intenzív körülmények között termesztett, így a hajtatott növények esetében is, biztosítva vannak az optimális vízellátás és a tápanyagok hasznosulásának kedvező feltételei, ezért azok a zavaró tényezők, amelyek a szántóföldi termesztésben tapasztalhatók, itt nem érvényesülnek. A gyakorlat az ellenkezőjét igazolja, sok esetben előfordulnak az olyan tápanyaghiány-tünetek és fejlődési rendellenességek, amelyek tápanyag-felvételi zavarokra vezethetők vissza. Az elkövetkezőkben a rossz vízellátás tüneteivel és azokkal az igen gyakori esetekkel szeretnénk foglalkozni, amikor a gyökérrögzítő közegben (talajban) elegendő tápanyag áll a növény rendelkezésére, de azokat különféle okok miatt a gyökérzet nem tudja felvenni. Az így kialakuló tápelemhiányt, szaknyelven relatív tápanyaghiánynak nevezzük. A tápanyag-felvételt zavaró okokat a következők szerint csoportosíthatjuk:

- termesztőközeg fizikai, illetve kémiai tulajdonságaival összefüggő,
- klimatikus és
- belső vagy növényi tényezők.

Gyakran az egyes tényezők is szoros összefüggésben vannak egymással, csoportosításuk csupán a jobb áttekinthetőséget szolgálja.

3.3.1. A víz- és a tápanyagok felvételét befolyásoló gyökérközeg tényezők

Azt, hogy a növények klimatikus és genetikus tényezők által kialakított víz- és tápanyagigénye teljes mértékben kielégíthető-e, a gyökérközegben uralkodó viszonyok határozzák meg. A gyökérközeg tényezők közül a víz és a tápanyagok hozzáférhetőségét elsősorban a közeg víztartalma és tápanyag-megkötő képessége, valamint a rizoszféra kémhatása (pH-értéke) befolyásolja. A felvétel sebességére a közeg hőmérséklete és oxigéntartalma, valamint az oldott ionok koncentrációja, vagyis az elektromos konduktivitás (EC) van hatással. A hőmérséklet elsősorban a gyökérsejtek membránjainak áteresztőképességét, a levegőellátottság a gyökér anyagcsere-tevékenységét, az EC pedig a víz- és a tápanyagfelvétel mértékét határozza meg.

A talaj nélküli termesztésre kevésbé jellemző szélsőséges viszonyok között az egyes tényezőknek külön-külön is meghatározó hatása lehet a víz- és a tápanyagfel-

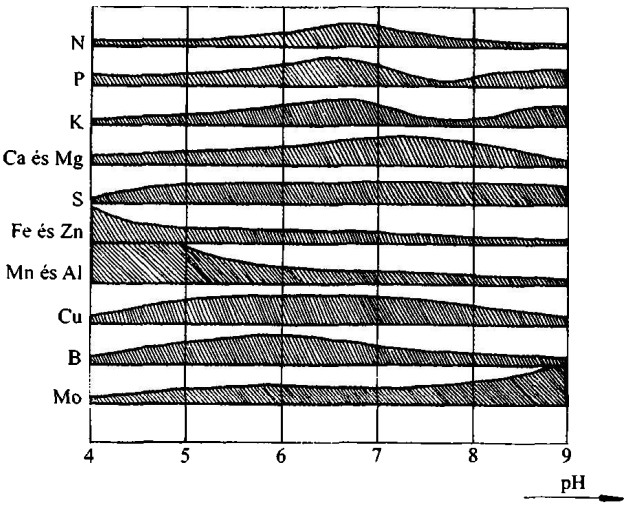
vételre. Normál körülmények között viszont a fent felsorolt gyökérközeg jellemzők egymással kölcsönhatásban határozzák meg a víz- és a tápanyagfelvételt, az egyes tényezők egyedi hatása kevésbé domborodik ki.

A talaj nélküli termesztés közegeinek tulajdonságai sokkal könnyebben számíthatók, tervezhetők és szabályozhatók, mint a talaj esetében, ami egy jóval nagyobb pufferkapacitással rendelkező anyag. A szubsztrát alapú talaj nélküli rendszerekben használt közegekben a környezeti tényezők értékei között nincs akkora térbeli változatosság, mint a talajban. A folyadék alapú rendszerekben pedig, ahol a közeg maga a tápoldat, szinte teljesen homogének a tulajdonságok az egész rendszerben. Ugyanakkor éppen a sokkal kisebb pufferkapacitás miatt a talaj nélküli kultúrákban a gyökérközeg környezeti tényezőinek időbeli, a termesztés során bekövetkező változékonysága jóval nagyobb mértékű lehet, ezért szabályozásukra nagy figyelmet kell fordítani.

Kémhatás. A gyökérzóna pH-ja alapvetően meghatározza a tápanyagok felvehetőségét. A legtöbb tápelem felvétele szempontjából az 5–7 közötti pH az optimális (15. ábra). Ennek megfelelően a talaj nélküli termesztés szempontjából számottevő fontosságú zöldségnövények is az 5,5–6,5 pH-tartományban fejlődnek a legjobban. A szakirodalmi ajánlások kis szórást mutatnak ugyan, de nincs közöttük lényegi különbség. Az NFT számára a módszer kifejlesztője, Cooper 6,0–6,5, a szubsztrátkultúrák számára a holland tápoldatreceptek kidolgozója, Sonneveld 5,0–6,0, míg a hazai ajánlások 5,6–6,2 tartományt tartanak optimálisnak. 6,5 pH felett megnő egyes tápelemek kicsapódásának a veszélye, és csökken a szimport módú felvételi folyamat hatékonysága. 5,0 pH alatt a mangán, a vas és a cink kivételével a tápelemek felvehetősége jelentősen lecsökken, valamint bizonyos közegek (például a kőzetgyapot) elkezdhetnek feloldódni a túl savas tápoldatban. Alacsony pH-n különösen a kationok antiport módú felvétele gátolt a magas hidrogénion-koncentráció miatt. Túlzottan savas közegben plusz kalcium hozzáadásával javítható az antiport folyamatok hatékonysága. Ugyanakkor az anionok felvételét az alacsony pH nem befolyásolja számottevően. A pH hatása a tápanyagfelvételre különösen akkor drámai, ha a tápanyagszintek nem optimálisak.

Az egyes tápelemek felvehetősége között a pH függvényében lényeges különbségek vannak *(15. ábra)*. A nitrogén, a foszfor és a kálium esetében az enyhén savas, a kalcium és a magnézium szempontjából az enyhén lúgos tartomány a legkedvezőbb. Lúgos pH-n a molibdén kivételével a mikroelemek felvehetősége csökken. (Egyes mikroelemeknél, különösen a vas esetében, az optimálistól eltérő pH-viszonyok esetén kelátokkal lehet biztosítani a jobb felvehetőséget.) A molibdén felvehetősége a kémhatás lúgosodásával növekszik.

A rizoszféra pH-értéke tehát alapvetően meghatározza a tápanyagfelvételt, és ezáltal a talaj nélküli termesztés jövedelmezőségét. Azonban talaj nélküli termesztésben a gyökérzóna pH-ja nagymértékben képes váltakozni a tenyészidő során. Ezért célszerű a pH-szintet fokozott kontroll alatt tartani. Különösen nagy jelentősége van a pH szabályozásának a palántanevelés során. Hazánkban még az is fokozza a pH-szabályozás fontosságát, hogy öntözővizeink általában az optimálisnál lúgosabbak, sokszor magas a hidrokarbonát-, a kalcium- vagy a nátriumkoncentrációjuk. Ezért általában sav (pl. salétromsav vagy foszforsav) hozzáadásával csökkentik a kijuttatandó



15. ábra. A tápelemek felvehetőségének pH-függése
(a szélesebb sáv nagyobb felvehetőséget jelez) (Füleky és Rajkainé Vígh, 1999)

tápoldatok pH-értékét. Ez ugyan fontos művelet, lényeges azonban tudni, hogy a tápoldat pH-értéke a rizoszféra pH-ját alig befolyásolja! Mint az előző fejezetben szó volt róla, a rizoszféra pH-ját a gyökér tápanyagfelvételi folyamatai alapvetően meghatározzák, ezért annak alakulásában elsősorban a felvett anionok és kationok aránya a meghatározó. Ráadásul a szubsztrátok kis pufferkapacitása miatt a tápanyagfelvétel következtében fellépő pH-változások sokkal kifejezettebbek lehetnek a talaj nélküli rendszerekben, mint talajos termesztésben.

A rizoszféra pH-ját tehát leginkább az anion/kation felvételi aránnyal lehet kontrollálni. Ennek legismertebb példája az ammónium/nitrát arány változtatása. Nitrát felvétele esetén ugyanis a gyökér hidroxil- vagy hidrokarbonát-ionokat ad le, tehát növeli a rizoszféra pH-ját, míg az ammónium felvételekor hidrogéniont ad le, vagyis csökken a pH. Az ammónium és a nitrát optimális aránya függ a fajtól, a növény korától és a környezeti körülményektől, de a 10% körüli érték általában megfelelő. Ilyen koncentrációk (általában 1–1,25 mmol/l) mellett az ammónium nem toxikus, 25% feletti arányban azonban már növekedésgátló hatású. Az optimálisnál hűvösebb közegből az ammóniumot szívesebben veszik fel a gyökerek, mint a nitrátot, ezért a téli félévben célszerű alacsonyabb ammóniumszinttel dolgozni. Az ammónium adagolásánál azt is figyelembe kell még venni, hogy gátolhatja más kationok felvételét, különösen a kalciumhiány kialakulásának elkerülésére kell ügyelni.

Közeghőmérséklet. Mint minden biokémiai tevékenységnél, így az aktív víz- és a tápanyagfelvétel esetében is a hőmérséklet meghatározó a folyamatok sebességét illetően. Van't Hoff törvénye, az úgynevezett Q_{10} szabály szerint, 5 és 35 °C között 10 °C-onként a növények szárazanyag-produkciója megduplázódik. Általában az ion-

felvétel Q_{10} értéke is kettő körüli. Ennek megfelelően a gyökérközeg hőmérsékletének növelése serkentőleg hat a növekedésre.

A hőmérséklet direkt módon és más folyamatokon keresztül is befolyásolja a víz- és a tápanyagfelvétel sebességét. Direkt hatás például, hogy alacsony hőmérsékleten a sejtmembránok szerkezete megmerevedik, aktivitásukat elvesztik, és ezáltal ionáteresztő képességük és vízfelvételük csökken. Az összetettebb folyamatokra példa lehet az alacsony hőmérséklet légzést és ezáltal az aktív víz- és ionfelvételt lassító hatása. Az alacsony hőmérséklet a növények tápanyagigényének csökkentése által is mérsékelheti a tápanyagfelvételt. Ez az összefüggés azonban inkább csak hosszabb időszakra igaz, NFT-s kísérletekben azt találták, hogy ha a tápoldat hőmérséklete optimális, akkor még alacsony éjszakai léghőmérsékletek mellett is megfelelő mértékű marad a növekedés.

Az ionfelvétel üteme túl magas közeghőmérsékleten is lecsökken, de ennek konkrét növényélettani okai ma még kevésbé ismertek. Ez azért is sajnálatos, mert a talaj nélküli termesztés gyakorlatában a közeg túlmelegedése nagyobb valószínűséggel fordul elő, mint túlzott mértékű lehűlése, hiszen e termesztési módban a gyökérközeg hőmérsékletének alakulása igen szoros összefüggésben van a léghőmérséklet változásával. Külön a gyökérzóna hőmérsékletét elég nehéz gazdaságos módon csökkenteni. Folyadék alapú rendszereknél felmerülhet a tápoldat hűtése, de ez igen drága megoldás. Szubsztrátkultúráknál hűtésképpen esetleg gyakoribb tápoldatozást lehet alkalmazni hőségnapokon.

A víz- és a tápanyagfelvétel ütemének hőmérsékletre adott reakciójában lényeges különbségek vannak a zöldségfajok között. A hidegtűrők tápanyagfelvételi minimumpontja 0 és 5 °C között van, míg a melegtűrőké 5 és 15 °C közötti. Az a gyökérhőmérséklet, ami felett a tápanyagfelvétel már csökken, paradicsom esetében 35 °C, uborkánál 40 °C.

A gyökérközeg hőmérséklete az egyes tápelemek felvételére is kismértékben eltérő módon hat. Mint már a különböző nitrogénformák felvétele esetében is kiderült, az anionok felvételét jobban akadályozza az alacsony hőmérséklet, mint a kationokét. Az alacsony hőmérséklet a foszfát felvételét gátolja a legjobban. A kationok közül a kálium felvételére általában nagyobb hatással van a hőmérséklet, mint a kalciuméra és a magnéziuméra.

Oxigén. Mint az előzőekben már említést nyert, a víz- és a tápanyagfelvétel egy része aktív, tehát energiát igénylő folyamat. Nem fotoszintetizáló szervekben, mint amilyen a gyökér is, az energiát a légzés biztosítja, ami viszont oxigénigényes tevékenység. A gyökerek az oxigént csak a tápoldatból tudják felvenni. Ezért a tápoldat és ezzel összefüggésben a közeg oxigéntartalma meghatározó jelentőségű az aktív ion- és vízfelvétel sebességét illetően.

Talaj nélküli termesztésben különösen magasabb hőmérséklet mellett fordulhat elő oxigénhiányos állapot. A gyökerek oxigénigénye ugyanis 10 °C-onként a duplájára növekszik, míg a vízben maximálisan feloldódó oxigén mennyisége 10 °C-onként 15–20%-kal csökken. Ezen kívül a hőmérséklet növekedésével a közeg mikroflórájának oxigénfogyasztása is nő. A maximálisan telített oxigénszintnek viszont általában csak 20–40%-a van a tápoldatban. Ezt összevetve azokkal a tényekkel, hogy a talaj nélküli termesztésben jellemző hőmérsékleteken a telített oxigénszint 8–10 mg/l, és

hogy 3 mg/l-es szint alatt a tápanyagfelvétel üteme lecsökken, belátható, hogy a közeg oxigéntartalma könnyen limitáló tényezővé válhat. Megfigyelték például, hogy az uborka gyökérzete akár fél óra alatt fel tudja használni az összes tápoldatban oldott oxigént.

A talaj nélküli termesztésben általában előforduló zöldségnövények közül az uborka a legérzékenyebb az oxigénellátásra. A tápelemek közül alacsony oxigénszinten elsősorban a vas, a foszfát és a kálium felvételének üteme csökken. A legkevésbé a magnézium felvételét befolyásolja a tápoldat oxigéntartalma.

Folyadék alapú rendszereknél a tápoldat levegőztetésével biztosítják a megfelelő oxigénellátást. Szubsztrátkultúráknál a tápoldat oxigéntartalma az öntözési megoldástól és a közeg fizikai tulajdonságaitól, azok közül is elsősorban víztartó képességétől és porozitásától függ. Szubsztrát alapú rendszereknél az oxigénszintet a közeg víztartalmával lehet a legegyszerűbben befolyásolni. Optimálisnak azt tekintik, ha a pórustérfogat 70%-át víz, 30%-át pedig levegő tölti ki. A már kijuttatott tápoldat csak a közegben lévő levegőből tud oxigént felvenni, a közeg pedig a külső légtérből. Fóliazsákos kihelyezési módnál azonban töredékére korlátozzuk a szubsztrát külső légtérrel érintkező felületét, tehát a gyökérzet gyakorlatilag csak a tápoldatban már eleve meglévő oxigénre van utalva. Ezért ha az öntözési gyakoriság túl alacsony, könnyen oxigénhiány léphet fel.

Az utóbbi időszakban egyre több kutatás foglalkozik az úgynevezett oxigéntrágyázás lehetőségeivel a talaj nélküli termesztésben. Egyesek szerint a gyökérzóna oxigéntartalma lesz az a következő környezeti tényező, amit e termesztési módban rutinszerűen szabályozni fognak. A tápoldat oxigénnel való dúsítása már a jelenlegi technológiai adottságok mellett is viszonylag könnyen megoldható – igaz, némi nyomásveszteség árán és kevésbé kontrolláltan – egy levegőt felszívó Venturi-csőnek a tápoldatozó rendszerbe való beillesztésével.

EC, tápanyag-koncentráció, ionantagonizmus. A tápoldatban feloldott ionok összes mennyiségét a termesztési gyakorlatban az elektromos vezetőképesség vagy elektromos konduktivitás (EC) értékével szokták megadni, mS/cm mértékegységben (nyugati forrásokban gyakran a gyakorlatilag ugyanazt jelentő dS/m szerepel). Az EC természetesen szoros összefüggésben van a tápanyagok mmol/l-ben, illetve mg/l-ben mért koncentrációjával. Az optimálisnak tekinthető EC érték fajonként, fajtánként, termesztési időszakonként és fenológiai stádiumonként is változik.

Alacsony EC-n a növények hamar kimerítik a tápoldat tápanyagkészletét, és csak nagyon gyakori kijuttatás mellett tartható fenn a növekedés optimális üteme. Szubsztrátkultúrákban általában legalább 1,5-es EC szükséges a jó fejlődési ütem biztosításához. Minőségi megfontolások miatt általában magasabb EC-t alkalmaznak, mint az a tápanyagfelvétel növényélettani szempontjából indokolt lenne. A magasabb EC ugyanis növeli a szubsztrát ozmotikus koncentrációját, tehát a közeg és a gyökér vízpotenciálja közti különbség csökken. Emiatt kisebb lesz a vízfelvétel, ami általában jobb termésminőséget eredményez. Azonban ha a táblaoldat és a kijuttatott tápoldat EC-je között 0,5–1 mS/cm-nél nagyobb a különbség, akkor több vízzel kell kijuttatni ugyanazt a tápanyagmenynyiséget. Túl magas EC-n ugyanis különböző tápanyag-felvételi zavarok lépnek fel, kisebb lesz a víz- és a tápanyagfelvétel mértéke, és végeredményben csökken a növekedés üteme. Ilyen tekintetben a növényeket a

14. táblázat. Zöldségfélék csoportosítása sóérzékenységük alapján

Sóra nem érzékenyek („sótűrők")	Sóra közepesen érzékenyek	Sóra nagyon érzékenyek
paradicsom	hegyes paprika	paprika (fehér term. fajták)
	sárgadinnye	uborka
	palánták	fejes saláta
	tojásgyümölcs	

gyakorlatban három csoportra osztjuk: magas EC-t jól elviselők (sótűrők), közepesen sóérzékenyek és a magas EC-t nem tűrők, azaz sóérzékenyek *(14. táblázat).*

Amennyiben megvizsgáljuk, hogy egy adott tápelem esetében a felvétel mennyisége hogyan alakul a koncentráció növekedésével, akkor azt tapasztaljuk, hogy az kezdetben dinamikusan nő, majd az optimális szint közelében mérséklődni kezd, ami még a luxus ellátottsági szinten is kissé megmarad, majd a túl magas koncentrációk mellett már csökken a felvett mennyiség. A koncentrációviszonyok természetesen befolyásolják az ionfelvétel sebességét, az optimum sávon belül a magasabb értékek esetén intenzívebb a felvétel. Kőgyapotos termesztésben azt figyelték meg, hogy a növények a tápanyagokat inkább a magasabb EC-jű, míg a vizet az alacsonyabb EC-jű helyekről veszik fel.

Vízkultúrás termesztésben igen széles az a koncentrációs sáv, ami mellett a zöldségfélék megfelelő növekedési üteme még fenntartható. Például NFT-ben, ha a tápoldatáramlás sebességét a koncentrációhoz igazítják, nitrogénből 10 és 320, foszforból 5 és 200, káliumból pedig 20 és 375 mg/l-es koncentráció mellett is kielégíthető a paradicsom igénye. Praktikus okokból azonban ajánlatos a magasabb értékek környékén tartani a tápanyag-koncentrációt. Szubsztrátkultúrában a folyadék alapú rendszerekhez képest kisebb tápoldattérfogat áll a növények rendelkezésére, tehát ez esetben mindenféleképpen célszerű a magasabb koncentrációk alkalmazása, a túl gyors tápanyag-kimerülés megelőzése érdekében.

Talaj nélküli termesztésben ugyanis a hozzáférhető tápanyagok mennyisége a gyökérzónában lévő tápoldat térfogatától függ. A fő gond az, hogy ebből a kis térfogatból nagyon hamar kiürülhetnek a hasznos tápanyagok, a nem szükséges ionok pedig gyorsan felhalmozódhatnak, amennyiben nem megfelelő a tápoldat-adagolás gyakorisága. Emiatt a talajos termesztéshez képest fokozottabb a tápanyaghiány és a mérgezési tünetek kialakulásának a veszélye. Az akkumuláció és a tápanyag-kimerítés elkerülése érdekében a szükségesnél tudatosan több tápoldatot juttatnak ki, ez az úgynevezett drén. A tápanyagfelvétel szempontjából kedvezőbb, ha változó számban, de egyszerre mindig ugyanakkora tápoldatmennyiséget juttatnak ki, mint ha naponta állandó számban, de változó mennyiségeket alkalmaznak. Nem célszerű a koncentrációk gyakori, nagymértékű változtatgatása sem. Például luxus szintű ellátás esetén a növény leszokik a kálium aktív felvételéről, majd az alacsonyabb koncentráción napokba telik, mire átáll egy másfajta felvételi módra.

Egy adott tápelem felvehetőségét azonban nemcsak saját koncentrációja, hanem a többi tápanyag szintje is befolyásolja. Az azonos töltésű tápionok versengenek a gyökerek tápanyagfelvevő helyeiért az apoplazmában és a membránranszport helyeken.

15. táblázat. Gyakori ionantagonizmusok a zöldségtermesztésben

Egymás felvételét (növényi hasznosulását) zavaró ionok	
NH_4	K
NH_4	Ca
Al	P
Mg	K
P	Fe
B	Mo
B	Ca
Zn	Fe
Mg	Mn
Ca	K
Mn	Fe
Na	K

Ezt a jelenséget ionantagonizmusnak nevezik. A fontosabb kationok – a kálium-, a kalcium-, a magnézium- és a nátriumionok, valamint az ammónium – gátolhatják egymás felvételét. Magasabb EC-n különösen a kalcium felvétele gátolt a többi kation által. Optimális körülmények között azonban általában a magas sótartalom önmagában még nem okoz kalciumhiányt, annak kialakításához kell még egy másik erre hajlamosító faktor is. A kationokon kívül az anionok (pl. nitrát/klorid, szulfát/molibdenát), sőt még ellentétes töltésű ionok (pl. ammónium/nitrát) között is lehet antagonizmus. A *15. táblázatban* a termesztésben gyakrabban előforduló ionantagonizmusokat mutatjuk be.

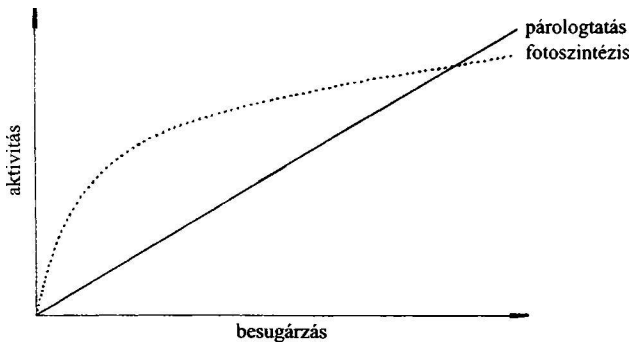
3.3.2. A víz és a tápanyagok felvételét befolyásoló klimatikus tényezők

A klimatikus tényezők hatása a víz- és a tápanyagfelvételre kettős. Egyrészt kialakítják azt a növényi igényt, amit a gyökereknek a felvétel útján ki kell elégíteniük. Másrészt befolyásolják a gyökérközeg egyes jellemzőit. Ez utóbbi hatás a talaj nélküli termesztésben jóval nagyobb mértékű, mint talajos termesztésben. A klimatikus tényezők tehát a tápanyag- és a vízfelvétel folyamatának minden fázisára hatással vannak. A felvételi folyamatok és a klimatikus tényezők közti kapcsolatok megértése azért igazán fontos, mert e paraméterek a termesztőberendezés fejlettségétől függően többé-kevésbé szabályozhatók, és ezáltal javítható a víz- és a tápanyagfelvétel hatékonysága is.

Besugárzás és léghőmérséklet. A környezeti tényezők közül a besugárzás van a legnagyobb hatással a tápanyagok felvételére. Mind intenzitása, mind időtartama döntő tényező. A téli időszakban a fényellátottság a növény növekedését, és ezáltal annak víz- és tápanyagigényét leginkább korlátozó tényező. A besugárzás mértéke alapvetően befolyásolja a termesztőberendezésben kialakuló hőmérsékleti viszonyokat – különösen a nyári félévben, illetve fűtetlen körülmények között – és ezáltal hat a növényi életfolyamatok sebességére.

A sztómák nyílásának és csukódásának szabályozása által a fény befolyással van a transzspiráció mértékére, és így a víz- és a tápanyagok felvételére és szállítására. Mivel a talaj nélküli termesztésben a gyökérközeg tényezők általában kevésbé meghatározóak e tekintetben, a fény válik a fő limitáló tényezővé a tápanyagok növényen belüli eloszlásában. Az intenzív besugárzás generatív hatású, gyorsítja a tápanyagok beépülését a termésekbe.

Növekvő besugárzással fokozódik a növények víz- és tápanyagfelvétele. Mint a korábbiakban láttuk, a két folyamat azonban részben független egymástól. A felvett tápanyagok és víz aránya, az úgynevezett felvételi koncentráció ezért mind a tenyészidő, mind egy adott nap során változik. Ez annak köszönhető, hogy míg a besugárzás és a vízfelvétel zömét előidéző párologtatás között lineáris a kapcsolat, addig a besugárzás és a tápanyagigényt meghatározó fotoszintézis között inkább telítődési jellegű *(16. ábra)*. Így nagy besugárzás esetén kisebb, kis besugárzási értékek esetén magasabb a felvételi koncentráció. Ennek megfelelően a kijuttatott tápoldat EC-jét is célszerű a besugárzáshoz igazítani, nemcsak a tenyészidő, hanem akár egy nap során is, amennyiben erre lehetőség van.



16. ábra. A fotoszintézis és a transzspiráció mértékének összefüggése a besugárzással (Sonneveld, 2002 nyomán)

Jobb fényellátottság esetén több energia jut a tápanyagok asszimilációjára, és emiatt növekszik a tápanyagfelvétel. Megfigyelték például, hogy az üvegházak szélén, jobb fényellátottsági körülmények között és magasabb hőmérsékleten fejlődő paradicsomok 25%-kal több nitrogént és káliumot vettek fel, mint a beljebb elhelyezkedő tövek. A foszfor felvételét ugyanakkor kevésbé befolyásolták e klimatikus tényezők.

Nyári időszakban nagy besugárzás és magas hőmérséklet mellett a növény növekedési üteme akár nagyobb mértékben is nőhet, mint a tápanyagfelvételé, és ez hiánytünetek kialakulását okozhatja. Ezért nemcsak az EC-t, hanem az egyes tápelemek arányát is célszerű a besugárzáshoz igazítani. Külföldi ajánlások szerint erősebb besugárzás esetén a nitrogén és a magnézium arányát célszerű emelni, a kalciumét csökkenteni, míg a foszfor, a kálium és a kén szintjét nem szükséges a fényellátottság függvényében módosítani.

Páratartalom. A páratartalom meghatározza a levegő vízpotenciálját és ezáltal a növények párologtatásának mértékét. A légtér páratartalma tehát a transzspiráción keresztül játszik szerepet a víz és a tápelemek felvételében és szállításában. A szélsőséges páratartalom-értékek gátolják a felvételi folyamatokat. Magas páratartalom mellett túlzottan megemelkedik a levegő vízpotenciálja, tehát csökken a párologtatás mértéke. Alacsony páratartalom esetén pedig a sztómák bezáródnak és emiatt mérséklődik a transzspiráció. A növények aktivitása alacsonyabb hőmérsékleten 35–70, magasabb hőmérsékleten 60–85%-os relatív páratartalom esetén megfelelő.

A párologtatás mértéke meghatározza a felvett víz és ezáltal a felvett tápanyagok mennyiségét. Azonban a páratartalom változása a tápanyagigényre nem hat számottevően, a vízigényt viszont alapvetően befolyásolja. Ezért magas páratartalom, tehát kis párologtatási ütem esetén magasabb EC-vel, míg alacsony páratartalom esetén kisebb EC-vel érdemes dolgozni ahhoz, hogy a rizoszférában az optimális EC-szintet tartani tudjuk.

A magas páratartalom a párologtatás ütemének csökkentése által korlátozza a tápanyagok felvételét, és főleg azok szállítását. A nitrogén és a foszfor felvételét kevésbé, a káliumét és a magnéziumét nagyobb mértékben befolyásolja a páratartalom értéke. A leginkább azonban a nehezen mobilizálható tápelemek, tehát elsősorban a kalcium és a bór, illetve kisebb mértékben a többi mikroelem felvételét és szállítását határozza meg.

A nem megfelelő páratartalom következtében fellépő kalciumhiány sajnos gyakran előfordul a termesztési gyakorlatban. A kalcium csak a xilémben szállítódik, a floemben egyáltalán nem, vagyis nem mobilizálható. Tehát a transzspirációs xilémáramlás ütemének csökkenése miatt mind a magas, mind az alacsony páratartalom-értékek esetén csökken a kalcium felvétele, és a fiatal növényi részek nem jutnak elegendő kalciumhoz. A nagymértékű párologtatás viszont a nagy transzspirációs rátájú szervekbe, tehát a legaktívabban párologtató levelekbe vezeti a kalciumot, miközben a hajtáscsúcsokba és a termésekbe alig jut belőle. A kisebb mértékben párologtató szervek kalciumellátását úgy lehet elősegíteni, ha éjszaka magasan tartjuk a páratartalmat. Ezzel csökkentjük a levelek éjszakai párologtatásának a mértékét, és előtérbe helyezzük a gyökérnyomás hajtotta tápanyag-szállítási mechanizmust, ami úgymond nem válogat a növényi szervek között párologtatásuk mértékétől függően.

Szén-dioxid-koncentráció. A CO_2-koncentráció emelése serkenti a növények növekedését és ezáltal növeli tápanyagigényüket. A növelt CO_2-szint a sztómák részleges záródásához vezet, ami javuló vízhasznosítást eredményez. A részben zárt sztómák által gátolt szállítással magyarázható, hogy az alacsony besugárzás, a magas páratartalom és az emelt CO_2-szint kombinációja hiánytünetek (elsősorban kalcium és bór) kialakulását okozhatja a tenyészőcsúcsokon.

A jobb asszimilációs tevékenység eredményezte magasabb szénhidráttartalomnak elvileg növelnie kellene az aktív tápanyagfelvétel mértékét. Ezt nitrogén és kálium esetében tapasztalták is. Általánosságban megállapítható, hogy növelni kell a tápanyag-koncentrációt ahhoz, hogy kihasználhassuk a jobb CO_2-ellátás előnyeit. Ezt az is lehetővé teszi, hogy a CO_2-koncentráció emelése növeli a sótűrő képességet.

3.3.3. A víz és a tápanyagok felvételét befolyásoló növényi tényezők

Természetesen a környezeti tényezőkön túl a genetikai háttér is számottevően befolyásolja a víz- és a tápanyagok felvételét, szállítását és hasznosítását. Tehát a fajok, és azon belül a fajták között is számottevő különbségek lehetnek e tekintetben. A három legfontosabb hajtatott növény közül az uborka napi tápanyagfelvétele a legmagasabb, míg a paprikáé még a paradicsoménál is kissé alacsonyabb. Szintén jó példa az alanyfajták eltérő jellegű víz- és tápanyagfelvétele, illetve a vegetatív és a generatív jellegű fajták közti különbségek.

Alapjaiban meghatározza a víz- és a tápanyagigényt és ezáltal a felvétel ütemét a növény kora, fejlettsége és fenológiai stádiuma is. Ezek a hatások azonban tápanyagonként változóak lehetnek, például NFT-ben nevelt paradicsomnál azt tapasztalták, hogy az elsőtől a kilencedik fürtig a nitrogén és a foszfor napi felvételi mennyisége nem változott, a káliumé viszont a duplájára nőtt.

A talaj nélkül termesztett növények gyökértömeg/lombtömeg aránya általában alacsony. Megfelelő víz-, tápanyag- és oxigénellátás esetén azonban ez nem okoz problémákat. A gyökerek amúgy is rendkívül sűrűn átszövik a közeget és egy bizonyos határon túl a gyökérsűrűség növekedése már nem növeli a tápanyagfelvételt, csak a gyökerek egymás közti versengése fokozódik.

Mint a korábbi részekben már említést nyert, a tápanyag- és a vízfelvétel hatékonysága szempontjából kulcsfontosságú a gyökerek szénhidráttartalma. Nitrát- és káliumion esetében megfigyelték, hogy még a gyökér szénhidráttartalmának napi váltakozása is szoros összefüggésben van az éppen felvett tápanyagmennyiségekkel. A szénhidráttartalmon kívül más faktorok is javíthatják a tápanyagfelvétel hatékonyságát. Például a mikorrhizakezelés oly mértékben javította a paradicsomgyökerek foszforfelvételét, hogy a szokásos szint 15%-a is elegendőnek bizonyult a növények számára.

3.4. Élettani eredetű betegségek, fejlődési rendellenességek

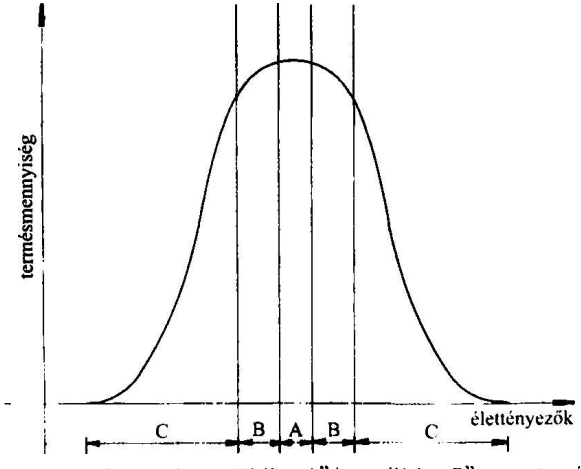
Azt gondolhatnánk, hogy hajtatott, tápoldatos termesztés esetén, ahol a környezeti tényezőket magunk szabályozzuk, és ehhez a folyamatirányításhoz a legkülönfélébb műszerek, mikroproceszszorok és számítógépek állnak a rendelkezésünkre, fejlődési rendellenességekkel, illetve a tápanyagellátással kapcsolatos hiány- és mérgezési tünetekkel nem kell számolni. Ugyanakkor a gyakorlatból tudjuk, hogy számos fejlődési rendellenesség tünetei, ha ritkábban is, de a talaj nélküli termesztés során is előfordulnak, sőt olyan fiziológiai zavarokkal is lehet találkozni, amelyek korábban, a hagyományos talajos termesztés során teljesen ismeretlenek voltak. Az intenzív termesztési körülmények között, ahol a kedvezőtlen környezeti feltételek tünetei, így a növények diszharmonikus táplálása viszonylag gyorsan, tünetek formájában is megmutatkozik, különösen nagy jelentősége van a tüneti felismerésnek, a tünettannak, azaz a szimptomatológiának. Azt el kell ismerni, hogy a tünetek alapján történő kezelés minden esetben egy visszatekintő, előzményekre alapozó (retrospektív) diagnosztikai

módszer, ellentétben pl. a talajvizsgálatokkal, amelyek általában előre jeleznek egy várható fejlődési rendellenességet, terméscsökkenést. Kétségtelen viszont a vizuális diagnosztika minden műszeres, objektív vizsgálati módszerrel szembeni előnye, hogy gyorsabb és olcsóbb, ezért a helyszíni szaktanácsadás során, ahol a laboratóriumi vizsgálatok kivitelezése valamivel körülményesebb, kiválóan alkalmazható.

Tudni kell, hogy a tünetek alapján történő diagnózis soha nem azonos értékű az objektív, mérésekre (növényanalízis, talajvizsgálat stb.) épülő betegség meghatározással, el kell fogadni, hogy még a legismertebb tápanyaghiány-tünetek esetén is csak tájékoztató jellegű. Ugyanis nem tudható, hogy például egy klorózist a tápelemek tényleges hiánya vagy a felvételüknél jelentkező zavarok váltanak-e ki (abszolút és relatív) hiányt?

Bár a hajtatott zöldségfajok száma nem nagy, ennek ellenére a tünetek igen különbözőek és változatosak, mert egy-egy tápanyaghiány megjelenése nemcsak a fajtacsoporttól vagy a fajtától függ, sokszor a megjelenés formáját, helyét és mértékét a környezeti tényezők, így például a klímaviszonyok is befolyásolják, illetve módosítják.

A környezeti tényezők hatása a termésmennyiség, de a minőség esetében is nagyon leegyszerűsítve, egy optimum görbéhez hasonlítható. Alacsony szintről növelve igen hatékonyan emelkedik, majd magasabb szinten (tényezőtől és növénytől függően) a hatékonyság mérséklődik. Egy bizonyos szinten – ami más tényezőktől is jelentős mértékben befolyásolt – az adott élettényező emelésének (növelésének, fokozásának) nem mutatkozik hatása, ezt az értéket optimumnak nevezzük. Túladagolás (pl. tápanyagok, víz, fény, hő, stb.) esetén, az optimálisnál magasabb ellátási szinten, először kis-, később egyre nagyobb mértékben kedvezőtlen hatást tapasztalunk, majd egy ponton, ahol a túladagolás igen nagymértékű, a növény pusztulása is bekövetkezhet *(17. ábra)*.



17. ábra. A tápanyagellátás optimumgörbéje: „A" luxusellátás; „B" magas termésátlaghoz szükséges ellátottság – látens hiány; „C" akut hiánytünetek

Liebig az egyes tényezők hatását vizsgálva megállapította, hogy a termésre, adott esetben a minőségre vagy a koraiságra is, az a tényező van a legnagyobb hatással, amely minimumban van (Liebig-féle minimum törvény). Ez a kedvezőtlen hatás annál nagyobb mértékű, minél távolabb van a minimumban lévő tényező az optimumtól. A minimumban lévő tényező mellett a növény annál nagyobb termésre képes, minél inkább megközelíti a többi életténye ző az optimumot.

A gyakorlat számára ez a törvény azt jelenti, hogy leghatékonyabban a termés növelése a minimumban lévő tényező emelésével lehetséges. Vagyis nincs gyakorlati jelentősége olyan esetben a szén-dioxid-trágyázásnak, ha nem tudunk jól szellőztetni, fűteni vagy a növényvédelem területén alapvető hibákat követünk el. Nincs értelme a tápanyagokat luxus szinten adagolni, ha a víz minősége nagyon rossz vagy nem tudunk kellő szinten öntözni.

A tünetek megjelenésének a helye sok esetben igen jellemző *(16. táblázat)*, és döntő lehet olyan esetben, ha több tünet megjelenési formája nagyon hasonló, esetleg azonos. Az ún. reutilizálható vagy átépíthető elemek hiánytünetei – mivel ezek az elemek hiány esetén mobilizálódnak, és a fejlődő növényi részekbe átépülnek – az alsó, idősebb részeken, leveleken jelentkeznek először. Ezzel ellentétben az ún. nem reutilizálható (lokalizálódó) tápanyagok tünetei mindig a fejlődő, legfiatalabb részén (hajtáson) mutatkoznak először. (Lehetséges kivétel is, például: ha nagy melegben, kedvező fényviszonyok mellett a növekedés nagyon gyors, de a tápelemek átépülése viszonylag lassú. Ilyenkor fordulhat az elő, hogy a nitrogén hiánya az uborka fiatal levelein is jelentkezik, vagy a dinnyén és a paradicsomon a magnéziumhiány a hajtásvégeken alakul ki.)

Sok esetben előfordul, hogy a kedvezőtlen környezeti tényező nem egyetlen tápanyag felvételét, hanem egyszerre többét is zavarja. Ilyenkor együtt jelentkeznek az egyes tápelemek hiányának szimptómái, amit szaknyelven összetett tüneteknek nevezünk. Előfordulhat az is, hogy az így kialakult tünet egyik tápelemhiányára sem hasonlít, hanem egy harmadik típusú tünetcsoportot eredményez.

Vannak környezeti, így tápanyaghiány, ill. mérgezési tünetek, amelyek szinte minden növényfajon hasonló szimptómákat mutatnak (pl. nitrogénhiány). Ugyanakkor ismertek olyan növényi tápelemek is, amelyek esetében minden növényfajon, de néha fajtákon is eltérő formában jelentkezik az adott tápelem hiánya (pl. kalcium).

A tünetek megjelenésének mértékét és módját nagymértékben befolyásolja a növény kora, esetleg kondíciója. A palánták általában gyorsabban és fokozott mértékben reagálnak az egyes elemek hiányára vagy a toxikus anyagokra, mint a kifejlett növények. Terméképzés idején, amikor fokozott mértékű a növényi tápanyagok beépülése, gyorsabban megjelennek a hiánytünetek, jobban, egyértelmű szimptómák formájában jelzik a növények a közeg gyenge tápanyag-szolgáltató képességét.

Egyes elemek hiánya vagy bizonyos mérgező anyagok káros hatása csak akkor mutatkozik, ha más tényezők is kedvezőtlen hatással vannak a növényre. Például a klór toxikus hatásának tünetei nyáron csak nagyon ritkán, szélsőséges esetekben figyelhetők meg, míg a téli fényszegény hónapokban gyakoriak. (Ez mondható el néhány szisztemikus hatású növényvédő szerről is, amely nyáron, fényben gazdag időszakban semmi kárt nem okoz a növényen, míg a téli hónapokban ugyanaz a koncent-

16. táblázat. Fejlődési rendellenességek és az azokat kiváltó okok a tünet megjelenésének helye alapján csoportosítva

Tünetek	Okok
Gyökéren jelentkező fejlődési rendellenességek	
Ritka, vékony, gyengén elágazó, de hosszú gyökérzet	alacsony tápanyagtartalom, hideg talaj
Barna, elszáradt gyökerek	magas EC és tápanyagtartalom, súlyos vízhiány
Elhalt gyökércsúcsok	kálium- és kalciumhiány
Külső szövet barna, a belseje fehér, a felülete nyálkás	levegőtlen talaj, túlöntözés
Külső szövet barna, a belseje egészséges, fehér	ammóniaperzselés
Kevésbé elágazó, vöröses barna, fejletlen gyökérzet	foszforhiány
Lombozaton jelentkező fejlődési rendellenességek	
Gyenge növekedés, különösebb tünetek nélkül	alacsony tápanyagszint, alacsony hőmérséklet, magas páratartalom, fényhiány
Merev, törékeny növény	nitrogén- és kénhiány, vírusfertőzés
Haragos zöld levélzet	magas EC, magas nitrogéntartalom, vízhiány
Alsó levelek sárgulnak	nitrogén-, kálium-, esetleg foszforhiány
Középtáji levelek erős érközi sárgulást mutatnak	magnéziumhiány
Fiatal levelek sárgulnak	mezo- és mikroelemhiány
Deformálódott levelek	hormonzavar (pl. gyomirtó szer hatás, növekedés szabályzók, termést fokozók, terméskötődést elősegítők, virágzást serkentők helytelen használata, szisztémikus hatású növényvédő szerek túladagolása)
Érközi sárgulás	tápanyaghiány
Levelek fonáki oldalán apró vízhólyagok (ödéma)	magas páratartalom, túlöntözés, gyenge rossz fényviszonyokkal párosulva
Pödrődött, kanalasodott levelek	hormonzavar, technológiai hibákból adódó, és kedvezőtlen környezeti tényezők hatására kialakuló stresszhatás, rézhiány, alacsony páratartalom, vírusfertőzés
Levélszél sárgulása	magas EC, mikroelemhiány, peszticidhatás
Levélérközök sárgulása a levélnyél felől	magnéziumhiány
Beszáradt, szabálytalan alakú, világos színű szövetelhalás	napégés, szélverés, egyéb mechanikai sérülés
Törékeny fiatal levelek	bórhiány, vírusfertőzés

A 16. táblázat folytatása

Tünetek	Okok
Lombozaton jelentkező fejlődési rendellenességek	
Pontszerű, tűszúrásnyi szövetelhalás	kalciumhiány
Vöröses barna levélfonák	foszforhiány, hideg hatás
Feltűnően apró levélzet	cinkhiány, hormonhatás
Déli órákban hervadó növények	enyhe vízhiány, fonálféreg-fertőzés, magas EC, rézhiány, gyökérpusztulás
Gyenge oldalhajtás képződés	alacsony léghőmérséklet, nitrogén-, kálium- és bórhiány
Levélszél száradás	hirtelen kialakuló páracsökkenés, szárazság
Száron jelentkező fejlődési rendellenességek	
Vékony szár	alacsony nitrogén- és foszfortartalom, magas EC
Felkopaszodás	súlyos N-, P- vagy K-hiány, fertőző betegség, megfázás
Szárrepedés	sok víz és nitrogén, túl meleg talaj
Rövid ízköz, vékony szár	magas EC, vízhiány
Termésen jelentkező fejlődési rendellenességek	
Lassú érés és terméssznineződés	alacsony hőmérséklet, kevés fény, sok nitrogén, kevés kálium
Zöldfoltos, zöldcsíkos bogyó	káliumhiány
Bogyó felszíne erősen parásodik	bórhiány
Deformált, erősen gerezdes termés	hormonzavar, rossz megtermékenyülés, a virágzás idején alacsony hőmérséklet.
Összenőtt termések	hormonzavar
Rossz terméskötődés	fényhiány, tápanyaghiány, alacsony hőmérséklet, túl magas nitrogénszint, magas páratartalom, alacsony páratartalom, bórhiány, túlöntözés, erős hőingadozás
Elágazó óriásfürtök a paradicsomon	nagy napközi hőingadozás
Lilás, antocianos termések	foszforhiány, hideg hatás, fényhiány
Paradicsomfürtökön levelek képződnek	magas hőmérséklet, sok nitrogén

ráció a levelek torzulását, márványozottságát váltja ki.) A zöldségnövények klórérzékenység tekintetében jelentősen különböznek egymástól, a nálunk hajtatott fajok általában érzékenyek *(17. táblázat)*.

Tápanyagok esetében megfigyelhető az is, hogy a változó környezeti (pl. klimatikus vagy edafikus) tényezők megváltoztatják a hiány- vagy a mérgezési tüneteket. A gyakran tapasztalható mészhiány betegség a fejes salátán száraz időben, alacsony le-

17. táblázat. Zöldségfélék klórérzékenység szerinti csoportosítása

Erősen klórérzékenyek	Kissé klórérzékenyek	Klórt tűrők
Uborka	paradicsom	gyökérzöldségfélék
Paprika	fejes saláta	
Dinnye		

vegő-páratartalom esetén, a külső leveleken mutatkozik, míg télen, borús, párás időben a belső, egészen fiatal levelek halnak el.

A tápanyaghiány vagy mérgezési tünetek lehetnek egy-egy tápanyagra igen jellegzetesek, de lehetnek általánosak is, amelyekből a betegség okára nem vagy csak igen nehezen lehet következtetni. A nem fertőző élettani betegségek tüneteit csoportosíthatjuk:

- jellegük (pl. perzselés, klorózis, habitusváltozás, levélhullás stb.),
- elhelyezkedésük (pl. levélen, gyökéren, hajtáson, idős növényrészen stb.) és
- a kiváltó okok szerint (pl. vízhiány, fényhiány, gyomirtó szer stb.).

A fiziológiai, így a tápanyaghiány és mérgezési tüneteket jellegük szerint a következő csoportokba sorolhatjuk:

- növekedés lelassulása vagy leállása,
- növény habitusának megváltozása (pl. hervadás, merevtartás, levelek kanalasodása stb.),
- hajtások, szár, ág, levélnyél gátolt növekedése, rövidülése,
- torzulások, deformálódások (pl. a levélen és a termésen gyakoriak),
- színelváltozások és színhibák (klorózis, antocianosodás, sötétedés, levélbarnulás, foltosodás stb.),
- nekrózis, perzselés (gyakran a klorotikus tüneteket követően kialakuló tünetcsoport),
- levélhullás, virág- és terméselrúgás (növények, ágak felkopaszodása, rossz kötődés stb.),
- hajtásvégpusztulás (gyökéren és föld felett) és
- daganatok, sejtburjánzás, hólyagosodás, szöveti elhalások kialakulása.

Szimptómák közé nem sorolt belső, nem látható elváltozások, fontos, gyakran igen jellemző tápanyaghiánnyal és -túladagolással együtt járó tulajdonságok:

- beltartalmi tulajdonságok (íz, színanyag, aromaanyagok stb.) változása,
- betegségek iránti fogékonyság,
- kedvezőtlen hatásokkal szembeni ellenálló képesség csökkenése (fagyérzékenység növekedése, szárazságtűrő képesség csökkenése stb.).

A tápanyaghiányból és a túltrágyázásból adódó fejlődési rendellenességek, a hiány- és mérgezési tünetek a kiváltó elemtől függően a növény bármelyik szervén kialakulhatnak. Így beszélünk a leveleken, a termésen, a száron, ritkábban a virágon és a gyökéren kialakuló tünetekről, tünetcsoportokról (a tünetek elhelyezkedés szerinti csoportosítása).

A leggyakrabban a növény levelein megjelenő tünetekkel találkozunk a termesztési gyakorlatban, általában az itt jelentkező szín és alaki elváltozások alapján lehet legjobban a kiváltó okokra következtetni. A legtöbb szimptomatológiai leírás is a leve-

leken található tüneti elváltozásokat ismerteti a legrészletesebben. A leveleken a klorotikus és nekrotikus foltok, továbbá az alaki elváltozások közül a levélpödrődés és a kanalasodás a leggyakoribb tápanyaghiány vagy -mérgezési tünet.

Nagyon fontos információkat ad a kezdeti tünetek megjelenésének helye, nevezetesen az, hogy a felső fiatalabb, a középső vagy az alsó, idősebb leveleken jelentkeznek a színelváltozások, a torzulások és a nekrotikus tünetek először. Jól lehet következtetni a hiány mértékére a tünetet mutató levelek számából és a tünet terjedésének üteméből.

A termések esetében a torzulások, a tömeg és a térfogat változása, továbbá a színhibák utalnak leggyakrabban a kedvezőtlen tápanyag-ellátási viszonyokra.

A száron ritkábbak, nehezebben megfigyelhetők a színváltozással (pl. klorózis) összefüggő tünetek, viszont fontos információt adhat a szárátmérő és a szárhosszúság változása (ízközök távolsága), amiből a növény kondíciójára (növekedési ütemére) vonatkozóan is igen fontos következtetéseket lehet levonni.

Legkevésbé a gyökérzeten előforduló tápanyag-ellátási zavarok okozta tüneteket ismerjük, pedig sok esetben már egészen korán, jól kivehető módon jelzik a kedvezőtlen környezeti viszonyokat. Jól lehet egy-egy tápanyag-ellátási zavarra következtetni a gyökér külső és belső színéből, vastagságából, az elágazások számából vagy a hosszúságukból.

Maga a virág viszonylag kevés információt ad. Ismereteink szerint alig van olyan hiány vagy mérgezés, amelynek a tüneteit a virágon is ismerjük, olyanról nem is beszélve, amely alapján a kiváltó okokat pontosan meghatározhatjuk. Többnyire csak a virág kötődéséből és lehullásából, továbbá a megjelenés idejéből vonhatunk le következtetéseket a kiváltó okokra.

A felsorolt tünetek rendszerint nem egyesével jelentkeznek, hanem egy-egy tápanyag hiánya vagy túladagolásának hatására ún. tünetcsoport alakul ki, ezek együttesen adják azokat az információkat, amelyek alapján többnyire eldönthető a kiváltó ok vagy okok.

A kiváltó okokat a négy életényező szerint (víz, fény, hő és tápanyag), valamint esetenként a toxikus anyagok szerint különböztetjük meg. Az élettani rendellenességeknél ez a leggyakrabban alkalmazott csoportosítás, tekintettel arra, hogy a gyakorlat számára is a legtöbb információt adja, hisz rögtön a gyógyítás módjára is utal.

3.4.1. Kedvezőtlen vízellátással összefüggő fejlődési rendellenességek tünetei

A növények optimális fejlődéséhez és terméképzéséhez szükséges páratartalom és vízmennyiség a növény fajtól (fajtától) a környezeti tényezőktől, a termesztés technológiájától, valamint a termesztés céljától függően jelentős mértékben változik. A növényre nézve egyaránt káros az optimálisnál több, de a kevesebb víz is, és nem mindegy a vízkijuttatás üteme és módja, valamint az időpontja sem. Az optimálistól való kisebb eltérések még szemmel jól látható, biztosan felismerhető tüneteket nem okoznak a növényen, csak nagyon alapos és pontos mérések, összehasonlítások után lehet a termésre (növényre) gyakorolt hatást kimutatni. Nagyobb eltérések jelentő-

sebb terméskieséshez, minőségromláshoz vezetnek, amiket mérések nélkül, vizuálisan is meg lehet állapítani. Ilyen esetben legtöbbször jellegzetes tünetek is kialakulnak, amelyek még egyértelműbbé teszik a terméskiesés okát. A vízhiány, illetve a túlöntözés tünetei a megjelenésük alapján a következők lehetnek: habitusváltozás, hervadás, színelváltozás, termés- és szárrepedés, hólyagosodás és elhalások.

A habitusváltozás a vízhiány következtében fellépő turgornyomás változásával van összefüggésben. A csökkenő nyomás hatására kezdetben az alsó levelek – mivel a víz is reutilizálódik –, majd idővel a középső és felső levelek is hervadni kezdenek, sőt egy idő után, ha nincs vízutánpótlás, a szár, de a termések is hervadásnak, fonnyadásnak indulnak, aminek következtében megváltozik a növény alakja.

A vízhiány, ill. a túlöntözés jellegzetes színelváltozásokkal is jár. A hajtás színéből egészen pontosan lehet következtetni a növény pillanatnyi vízellátottságára. Túlöntözés esetén a hajtásvégek kivilágosodnak, világosabbak, mint a középső levelek. Ha a szükségesnél kevesebb vizet kap a növény, akkor a hajtásvégek sötétebbek, súlyos vízhiány esetén egészen feketék. De nemcsak a hajtásvég, az egész növény színe is sötétebb vízhiánykor.

Néhány zöldségfaj esetében (pl. paradicsom) túlöntözés és egyenetlen vízadagolás hatására megfigyelhető a termések felrepedése. A karalábé és a retek esetében a betakarítás előtti napokban nagyon könnyen bekövetkezik, különösen olyan esetben, ha az öntözés bőséges nitrogéntrágyázással párosul. De nemcsak a termésen figyelhetők meg a túlzott vízellátás hatására repedések, a szár vagy a levélen a vastagabb erek is szétnyílhatnak.

A vízhiány következtében szövetelhalás, beszáradó foltok is kialakulhatnak a növény bármelyik szervén. Rendszerint ezek a tünetek csak nagyon súlyos esetben mutatkoznak, amikor komoly terméskieséssel is számolni kell. A vízhiány kiválthat más betegséget is, például azáltal, hogy roszszabb a tápanyagok felvehetősége, néhány makro- és mikroelem felvételében is zavarok keletkeznek. Ilyenkor gyakran nem a vízhiánynak a szimptómáját látjuk, hanem valamelyik tápelem hiánytünetével állunk szemben (pl. paprikán csúcsrothadás, azaz kalciumhiány, paradicsomon bórhiány).

Jellegzetes vízháztartással kapcsolatos betegség az ödéma vagy vízkórság, ilyenkor a sok víz, a magas páratartalom hatására vízhólyagok alakulnak ki a termésen, levélen, ritkán a száron. Maga a betegség terméscsökkenéssel nem jár, mégis veszélyes olyan szempontból, hogy a felrepedő hólyagok helyén a nyílt, sebzett szövetfelületen nagy valószínűséggel gombás vagy baktériumos betegségek telepedhetnek meg. Paradicsomnál és paprikánál gyakrabban előforduló és a termesztők által is jól ismert betegség, aminek kialakulását tovább fokozza a magas páratartalom és a kevés fény.

A fent említett tünetcsoportok egyikébe sem sorolható az úgy nevezett üvegesedés betegség. Ilyenkor a túlzott vízfelvétel következtében áttetszővé, üvegszerűvé válik a növény szövete, azaz levele vagy termése. Uborkánál, talajos termesztés esetén hajtatott salátánál, fejes és kelkáposztánál, téli, fényszegény, párás időjárás hatására jelentkezik. Az ilyen növény rendkívül érzékeny a betegségekre, termése a szedés után azonnal megfonnyad.

3.4.2. Kedvezőtlen fényviszonyokkal összefüggő fejlődési rendellenességek tünetei

A növény szempontjából káros lehet a túl erős, de a gyenge fény is. Erős fény hatására a levélzet, de a termések is perzselődhetnek, kényszeréretté válnak, amire gyakran van példa a fóliák alatt a késő tavaszi, nyári hónapokban. A dísznövények esetében a virágokon színhibák mutatkoznak (kifakulnak), ami ellen hatásosan árnyékolással védekeznek. Újabban a zöldségfélék esetében is a jobb minőség érdekében árnyékolót használnak.

Míg az erős fény ellen a hajtatásban viszonylag egyszerű módszerekkel, könnyen lehet védekezni, addig a fényhiány sokkal nehezebb feladat elé állítja a kertészeket. Részben a gyenge napsütésből adódó fejlődési zavarok (virág elrúgás, rossz kötődés, megnyúlás, elhúzódó terméserés stb.), másrészt a fényhiányban legyengült, ellenállóságát jelentős mértékben elvesztett növények okozhatnak terméskiesést vagy minőség romlást. Számtalan esetben van arra is példa, hogy az elfogadható fényviszonyok ellenére is a növények fényhiányban szenvednek, mert sűrűbbre ültették vagy nem rakták szét a palántákat, szennyezett az üveg vagy a fólia felület, több rétegű takarást alkalmaznak, esetleg rossz az üvegház konstrukciója vagy rossz az elhelyezése (tájolása).

Fényerősség igény tekintetében jelentős különbség van a fajok, de a fajták között is. Többek között ezen alapul az eltérő ültetési idő-optimum is. Téli, nagyon korai időszakban csak azok a fajták (fajok) termeszthetőek, amelyek a fényt jól hasznosítják, gyenge fényviszonyok mellett is biztosan kötnek, fejlődnek.

A fotoszintetikusan aktív fénytartományból legtöbbet a növények a vörös és a kék fényből nyelnek el. Ugyanakkor a látható fénytartományon kívüli sugarak is hatással vannak a növényre. A vörösön túli tartomány (infravörös) hatása elsősorban abban jelentkezik, hogy emeli a növény hőmérsékletét. Bizonyos körülmények között ez a növény, a palánták nemkívánatos megnyúlását eredményezheti. Üvegházakban több az infravörös tartományhoz tartozó sugárzás, míg a legtöbb fólia esetében, mivel jobban átengedik az ibolyán túli sugarakat (ultraibolya sugárzás), erősebb a 400 nm alatti fénytartomány. Ebből adódóan a fóliák alatt a növények – ellentétben az üvegházak növényeivel – zömökebbek, sötétebbek, szilárdabbak, magasabb a szárazanyag-tartalmuk.

A megvilágítási idő hossza, azaz a nappal hosszúsága két vonatkozásban is befolyásolja a növények fejlődését. Egyrészt a hosszabb nappalok hatására nagyobb a növények tömeggyarapodása, másrészt befolyásolja az egyes fejlődési fázisok változását. A nálunk hajtatott zöldségfajok többsége az ún. hosszúnappalos csoporthoz tartozik, ami azt jelenti, hogy a virágzásuk csak akkor következik be, ha a nappal hosszúsága eléri a 12–14 órát. A hosszúnappalos növények mellett vannak olyan fajok (fajták) is, amelyek a nap hosszúságára a fenológiai szakaszok változásával nem reagálnak, hosszú és rövid megvilágítási idő mellett is egyaránt virágoznak (nappalközömbös fajták). A megvilágítási idő hosszával kapcsolatosan általában ugyanazok a fejlődési rendellenességek szoktak adódni, mint a fényhiányból (elhúzódó tenyészidő, rossz kötődés, színhibák, lassú érés).

3.4.3. Hőmérséklettel összefüggő fejlődési rendellenességek tünetei

A primőrtermesztésben fűtéssel, árnyékolással és szellőztetéssel szabályozni tudjuk a hőmérsékletet, ezért talán ellentmondásnak tűnik, hogy a hajtatásban a kedvezőtlen hőmérséklet hatásának következményeiről (tüneteiről) beszélünk. Sajnos a termesztési gyakorlatban az elavult üvegházak, a műszaki meghibásodások, a szélsőséges hőmérsékleti viszonyok és a pontatlan hőszabályozás következtében gyakran találkozunk olyan fejlődési rendellenességekkel, amelyek a kedvezőtlen hőmérsékleti viszonyokra vezethetők vissza. Ezek a következők:

- optimálisnál magasabb hőmérséklet (megnyúlás – különösen akkor, ha a meleg fényhiánnyal párosul; terméselrúgás, virágelrúgás – általában 30 °C felett; termés és a lombozat perzselődése; belső, szemmel nem látható, minőségi változások; kényszerérés; kedvezőtlen színanyag képződés – paradicsomon sárgás barna kocsány felőli elszínesedése, ami hasonlít a káliumhiány hatására fellépő zöldtalpassághoz; erős lombtömeg képződés; vegetatív jelleg kialakulása – *18. táblázat* –, későn megjelenő virágok),
- optimálisnál alacsonyabb hőmérséklet (terméselrúgás, virágelrúgás, rossz kötődés – a paradicsomnál, paprikánál és az uborkánál kritikus érték az optimumnál 12–14 °C-kal alcsonyabb érték, antociánosodás, lassúbb érés, színesedés, csokros terméskép̈ződés, termés- és levéldeformáció),
- nagy hőmérséklet-ingadozás (terméselrúgás, virágok elrúgása, óriás fürtképződés – paradicsomnál, termések felrepedése).

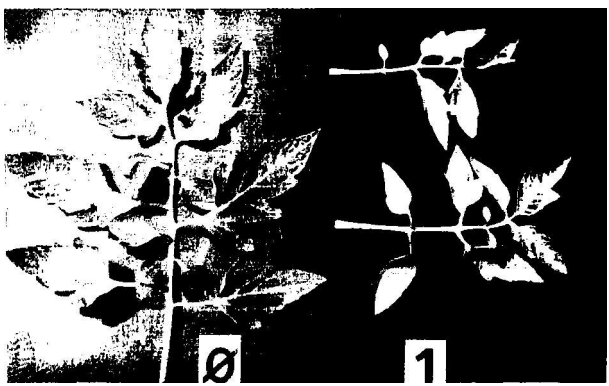
18. táblázat. A generatív és a vegetatív fejlődést indukáló tényezők

Generatív jelleget indukál	Vegetatív jelleget indukál
Erős fényintenzitás	Kevés fény
Vörös és sárga fénytartomány	Kékszínű fény
Alacsony léghőmérséklet	Magas léghőmérséklet
Sok nitrogén	Nitrogénhiány
Sok foszfor	Foszforhiány
Alacsony levegő-páratartalom	Magas páratartalom
Gyökerek sérülése	Folyamatos gyökérnövekedés
Nagy tenyészterület	Sűrű növényállomány
Magas EC	Alacsony EC
Vízhiány	Sok víz
Hőmérséklet-ingadozás	Kiegyenlített hőmérséklet
Saját gyökéren történő nevelés	Oltás

3.4.4. Tápanyagellátással összefüggő fejlődési zavarok tünetei

A növények által hasznosított kémiai elemek mennyisége és aránya egy fajon belül függ a fajtától, a növény korától, az egészségi állapotától és a környezeti tényezőktől. Az utóbbi szabályozásával, egy határon belül, úgy tudjuk alakítani a növény elemösszetételét (tápanyag-összetételét), hogy azáltal a faj teljesítőképessége – termőképessége és minősége – maximális legyen.

Nitrogénhiány és -túladagolás tünetei. A nitrogénhiány első jelei a növény alsó, idősebb levelein észlelhetők klorotikus tünetek formájában. A levelek előbb halványzöldek, majd sárgászöldek lesznek, idővel megsárgulnak. A hiánytünet fokozatosan átterjed a középső, majd a fiatalabb levelekre is. A klorózis tünetei csak elmosódva láthatók, az erek mentén és a levélszéleken éles színhatár nem alakul ki, a levélerek – főleg a vastagabbak – később halványodnak ki *(18. ábra)*. A levélen a klorózis a csúcstól (a levél széle felől) indul és fokozatosan halad a levélnyél irányába. Idővel az erek között barna – nekrotikus – foltok, elhalások képződnek, majd a levél lehullik. A növények növekedése, vegetatív tömege és termőképessége jelentősen csökken, a szár elvékonyodik, a hosszanti növekedés fokozatosan leáll. Több zöldségfajon a merevtartás jelensége – a szárhoz hajló, merev állású levelek (paprika, tojásgyümölcs, bab) – figyelhető meg. Az oldalhajtások képződése és a bokrosodás lelassul, majd idővel leáll.



18. ábra. Nitrogénhiány tünetei paradicsomon, balra a kontrol növény levele látható *(Fotó: dr. Terbe István)*

Néhány fajon (káposztafélék, retek) a sárgulás helyett erőteljes az antociánosodás, a levelek zöld színét idővel lilásvörös árnyalat váltja fel. Az antociánosodásból nehéz következtetni a nitrogénhiány mértékére, ugyanis a fajták között – a színanyag összetételétől függően – nagy a különbség.

A paprika, a paradicsom és a tojásgyümölcs az enyhe hiány esetén még jól köt, sokszor jobban, mint a nitrogénnel jól ellátott növények, ám a termésnövekedés las-

súbb, a terméshéj és a terméshús vékonyabb lesz. Nagyobb nitrogénhiány az uborkán súlyos terméselrúgást okoz, köznyelven: az uborka „leszabályozza" magát. A nitrogénhiányban szenvedő növény gyökérzete feltűnően hosszú, mélyre nyúlik, ugyanakkor vékony és kevésbé elágazó.

Tartós nitrogénhiány hatására az uborka termése vékony, görbe és világos lesz, a bibepont irányába elkeskenyedik, a paprikabogyó hosszúságához képest a vállátmérő szélessége csökken, gyakran kifliszerűen meggörbül, a paradicsombogyó pedig apró és világos marad.

Gyors növekedés esetén a nitrogénhiány tünetei megtévesztőek lehetnek, mert nem az alsó, hanem a fiatalabb leveleken alakulnak ki először. Ez figyelhető meg áprilismájusban az uborkán és a dinnyén, amikor a termesztő közeg hideg, a légtér erősen felmelegszik, a növény gyors növekedésbe lendül, és a gyökerek nem képesek olyan ütemben felvenni a nitrogént, mint ahogy azt a növény igényelné. Ráadásul a növényen belüli átépítés (reutilizáció) is lassúbb, mint ahogy a hajtások a nitrogént beépítik, ezért átmenetileg a fiatal leveleken mutatkozik a klorózis.

A nitrogén-túladagolás erős lombnövekedést, szárvastagodást eredményez. A levelek sötétzöldek, a normálisnál nagyobbak, vastagabbak, az erek besüppednek az ér közötti szövetekbe. A növény szövetállománya laza, tapintása puha. Gyakori a termés- és virágelrúgás, a virágzás rendszerint késik, és ez károsan hat a koraiságra. A növény fogékonyabb lesz a betegségekre, és romlik a termés szállíthatósága.

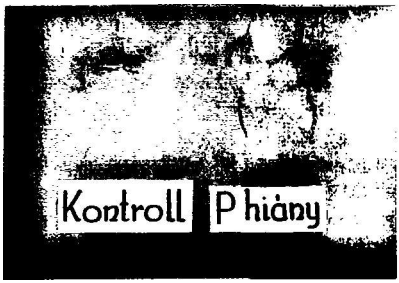
Amennyiben a nitrogén-túladagolás bőséges vízellátással párosul, a termés felreped (paradicsom, sárgadinnye). Az is előfordulhat, hogy a szár hosszanti irányban szétnyílik (paprika), és ez lehetőséget ad a különféle gombás és baktériumos betegségek megtelepedésének.

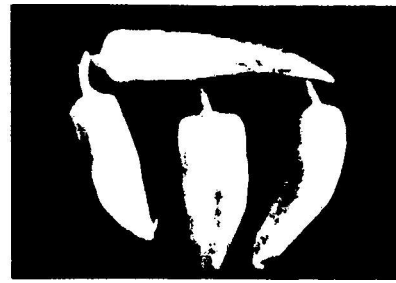
Ideális növekedés esetén a hajtáscsúcs színe közel azonos a levelekével. A túlzott nitrogén- és vízellátás hatására (túltáplált növények) azonban a hajtásvégek kivilágosodnak – világosabbak lesznek a többi levélnél. Ha a nitrogén-túltrágyázás vízhiánnyal párosul, akkor a növényen a sókártétel tünetei észlelhetők: csökken a lombnövekedés, a levelek aprók és sötétek, a szár vékony, az ízközök rövidek, a paprika és a paradicsom termésén a bibepont közelében beszáradt barna foltok képződnek. Ilyenkor a hajtásvég sötétebb, mint az alsó levelek.

A hajtatásban a nitrogén-túltrágyázás az egyik leggyakoribb trágyázás-technológiai hiba. Következményei: a tenyészidő elnyúlása, a rossz virág- és terméskötődés, terméselrúgás, továbbá a betegség-ellenállóság csökkenése. A feleslegesen kijuttatott nitrogénnek egy része kimosódik a gyökérzónából, a növény számára elvész, és a környezetet is jelentős mértékben szennyezi.

Foszforhiány tünetei. A foszforhiány viszonylag jól felismerhető, a többi tápelem hiányától könnyen megkülönböztethető elváltozásokat okoz. Más makroelemekkel ellentétben az alsó levelek nem klorotikus tüneteket mutatnak, hanem előbb sötétzöldre, majd kékes szürke, vöröses zöld színre színeződnek. A levél fonákán a színelváltozás mindig erősebb és korábban megfigyelhető, mint a levél színén. Idővel a tünetek megjelennek a középső, majd a fiatal leveleken is. Néhány zöldségfaj levele – a hiánytünetek előrehaladtával – barnás zöldre majd sárgás barnára színeződik. A súlyos foszforhiány egyik jellegzetes tünete a levélhullásból adódó erős felkopaszodás. A beteg növény növekedése feltűnően gyenge, szára vékony, a gyökérzete fejlet-

len *(19. ábra)*. A virágzás rendszerint késve kezdődik, a virágok csököttek, rosszul kötnek, a termésben fejletlen, rosszul csírázó magvak képződnek.





19. ábra. Foszforhiányos paprika gyökere és termése *(Fotó: dr. Terbe István)*

A fontosabb hajtatott növényeken – paprika, paradicsom, uborka – a foszforhiány főként palántakorban figyelhető meg. Már palántakorban jelentkeznek a haragoszöld, majd a vörösesbarna tünetek a leveleken *(20. ábra)*. A foszforhiány gyakori oka, hogy a tápkocka- és cserépföldként használt tőzeg a foszfor jelentős részét megköti.

A foszforhiány a tenyészidőszak elején, a fejlődés kezdeti szakaszában gyakori. Ennek oka, hogy a fiatal növény relatíve – testtömegéhez viszonyítva – több foszfort vesz föl, mint a terméképzés időszakában. A gyökér fejletlensége és az esetenként tapasztalható alacsony termőközeg hőmérséklet is megnehezíti a foszfor felvételét.

A foszformérgezés vagy a foszfor túladagolás tünetei a termesztési gyakorlatban nem ismertek. Ennek egyik oka, hogy a túltrágyázásból adódó depresszió lényegesen lassabban és több műtrágya (tápsó) felhasználásával alakul ki, mint a nitrogénnél vagy a káliumnál. A nagyadagú foszfor gátolja a mangán és a cink felvételét, ebből adódóan a foszfor-túltrágyázás – az ionantagonizmus miatt – néhány mikroelem hiánytünet formájában jelentkezik.

Káliumhiány és kálium-túltrágyázás tünetei. A kálium hiánya számos élettani zavart és fejlődési rendellenességet okozhat. Kezdetben a hiány csak a növekedést gátolja, majd a növény vízgazdálkodásában is zavart okoz (hamarabb hervad a növény, a déli órákban jobban kókad).

A leveleken a káliumhiányt elsőként az ér közötti szövetek sárgulása jelzi, amely mindig a levélcsúcsnál kezdődik és a levél széle mentén halad a levélnyél irányába. A tünetek a nitrogénhiánytól könnyen megkülönböztethetők. A káliumhiány esetén a főerek mentén a szövetek élénk zöldek maradnak még akkor is, amikor a levélen már nagyobb kiterjedésű nekrotikus foltok képződtek *(21. ábra)*. A káliumhiány esetében jellegzetesen tarka lesz a levél, míg a nitrogénhiány következtében a levéllemez egyenletesen kisárgul.

A káliumhiányban szenvedő növény csúcsi növekedése leáll, az uborkán és a paradicsomon kevés oldalhajtás képződik, a paprika az ültetést követően nem bokrosodik, előfordul, hogy a tenyészőcsúcs teljesen elpusztul. A növény érzékenyebb lesz a betegségekre. A káliummal bőségesen ellátott paradicsomnak jobb a színesedése,

20. ábra. A foszforhiány jellegzetes tünete az alsó levelek kékeszöld, majd barnászöld elszíneződése *(Fotó: dr. Terbe István)*

21. ábra. A káliumhiány esetén az erek között klorotikus, majd nekrotikus foltok alakulnak ki, miközben a legvastagabb erek és közvetlen környékük élénkzöld marad *(Fotó: dr. Terbe István)*

22. ábra. A káliumhiány tünete a paradicsom zöldtalpasság betegsége, ennek során a termésen a kocsány felőli oldalon zöldesbarna karima alakul ki, amely mentén a termés gyakran körbereped *(Fotó: dr. Terbe István)*

gyorsabb az érése, hiánya esetén a bogyó kirepedhet, zöldtalpasságra és a zöldfoltosságra hajlamos fajtákon kialakulnak a jellegzetes színanyag-betegségek *(22. ábra)*. A káliumnak fontos szerepe van a cukorképződésben, ezért közvetlenül a termés ízére is kihatással van.

A termesztésben a paprikán, a paradicsomon, az uborkán előforduló káliumhiány tünete, kissé emlékeztet néhány gyomirtószer okozta színelváltozásra is. Ezektől általában abban különböztethető meg, hogy a káliumhiány klorózisa mindig az alsó leveleken jelenik meg először, szemben a herbicidek okozta kórképpel, amely rendszerint a fiatalabb növényi részeken vált ki először színelváltozást.

A kálium-túladagolás elsősorban sókártétel formájában nyilvánul meg a hajtatott zöldségféléken, de az is előfordulhat, hogy a konkurens ionok – magnézium, kalcium, bór, cink, mangán – hiánytünetét váltja ki (ionantagonizmus).

Kénhiány tünetei. A kén hiányával, illetve pótlásával sokáig nem foglalkoztak az agrokémiában, mivel lényegesen kevesebbet igényel belőle a növény, mint nitrogénből vagy káliumból. Ugyanakkor az a kisebb mennyiség, amelyet a növény szervezetébe beépít, a szerves trágyával, illetve néhány műtrágya kísérőanyagaként a talajba kerül. A kén visszapótlását elősegítik a környezetet szennyező tüzelési formák is (pl. széntüzelés), amelyek során a városok, ipartelepek levegőjének a kéndioxid-tartalma jelentősen megnő, és a csapadékkal bejut a talajba (savas eső).

Az egyoldalú nitrogén-, foszfor- és káliumtrágyázás mellett a termesztő üzemek sokáig elhanyagolták a többi tápelemnek, így a kénnek is a visszapótlását. Az egyre növekvő termésátlagok miatt a talajból kivont kén lassan a szerves trágya és más műtrágya-kísérőanyagok már nem tudták pótolni, nem kerül vissza a talajba az a mennyiség, amit a növények a terméssel kivontak, ugyanakkor a korszerű fűtési módszerek elterjedésével a levegő kéntartalma is jelentős mértékben lecsökkent.

23. ábra. **A kénhiány hatására a felső leveleken a nitrogénhiányra emlékeztető klorózis alakul ki** *(Fotó: dr. Terbe István)*

A kén hiánya hazai viszonyainak között csak nagyon ritkán figyelhető meg. Elmondható, hogy talajainkban van elegendő kén, és a zöldséghajtatásban – a nagy termésátlagok ellenére is – a bőséges szerves trágyázás miatt nincs kénhiány. Viszont a tápoldatos termesztés elterjedésével már több növény esetében is jelentkezett. Vízkultúrás termesztésben a kéntrágyázásról, mint fontos növényi tápanyag-utánpótlásáról a tápsók, műtrágyák kiválasztásával gondoskodni kell.

A kénhiányban szenvedő növény fejlődésben általában nem va csak kissé marad el a jó tápanyag-ellátottságú növényektől. A nitrogénhiányhoz nagyon hasonló klorózis nem az idősebb, alsó leve-

leken alakul ki először, hanem a csúcsi részén *(23. ábra)*. A paradicsom és a paprikalevelek fonákán és a levélnyelek szélén vöröses elszíneződés látható. A fiatal levelekre a merevtartás és a kanalasodás, a levélszélek pödrődése jellemző. A sárgulás nem a levélszél irányából, hanem a főér felől kezdődik. Súlyos kénhiány esetén a leveleken nagy, összefüggő, beszáradt foltok is keletkezhetnek.

Kalciumhiány tünetei. A kalcium fontos növényi tápanyag, hatása sokoldalú, ennek tulajdonítható, hogy hiánya számos formában, a növény legkülönbözőbb részein jelentkezik. A Ca-hiánytünetek már palántakorban megfigyelhetők a zöldségféléken. Tekintettel arra, hogy nem reutilizálható és a legnehezebben szállítható tápelem, a hiánytünetek a fiatal növényi részeken jelennek meg először.

A fejletlen gyökérzet, és a gyakran tapasztalható gyökérrothadás és gyökér-tenyészőcsúcs barnulás is részben az elégtelen kalciumellátásnak a következménye. A gyökereken általában előbb jelennek meg a tünetek, mint a föld feletti szerveken. A mészhiányban szenvedő növények, ha lassabban is, de rendszerint elérnek egy bizonyos fejlettséget, ami annak tulajdonítható, hogy kis mennyiségű kalcium mindig van a tápoldatban. A tenyészőcsúcs elhalása következtében a növény olyan benyomást kelt, mintha a tetejét (tenyészőcsúcsot) letördelték volna. A mészhiányt jelzi az is, amikor a fiatal levelek a fonák irányába kanalasodnak (pl. uborka). A termés vagy a levél deformációját sötétzöld elszíneződés előzi meg.

A paprikán és a paradicsomon az ún. csúcsrothadás betegséget okozza a mészhiány. A bogyók bibepont felöli oldalán vagy a bibepont közvetlen közelében kezdetben világosbarna, később beszáradó, sötétbarna folt alakul ki *(24. ábra)*. A magház vagy a termés kocsány felőli része egészséges marad. A fajták között különbségek tapasztalhatók az érzékenységben, a fehér termésű, intenzív növekedésű paprikák sokkal fogékonyabbak, mint a magyar erős vagy a blocky típusok. A paradicsomfajták között is van érzékenyebb és kevésbé érzékeny fajta, a különbség azonban lényegesen kisebb, mint a paprikánál. A mészhiány következtében kialakuló szövetelhalás már az egészen fiatal termésen megkezdődik, és csak később, a bogyó kifejlődésével lesz jól látható.

24. ábra. Paprikán a kalciumhiány a csúcsrothadásos betegség formájában mutatkozik *(Fotó: dr. Terbe István)*

25. ábra. Mészhiány hatására az uborka fiatal levelei erősen kanalasodnak *(Fotó: dr. Terbe István)*

A téli hónapokban gyakran megfigyelhető a kalciumhiány az uborkán is. A főszár növekedése lelassul, az ízközök megnyúlnak, a levelek a fonák irányba pödrődnek, majd erősen kanalasodnak *(25. ábra)*. Egy idő után a főszár tenyészcsúcsa elpusztul. A beteg növény levélzete haragoszöld, később az erek közötti szövetek kivilágosodnak. Ezek a tünetek rendszerint – az elégtelen gyökértevékenységből adódóan – más tápelemek hiányát is jelzik.

A gyakorlatban tapasztalható kalciumhiány tünetek ritkán vezethetők vissza a közeg vagy a tápoldat alacsony mésztartalmára, rendszerint a vízellátás, a párologtatás zavarából és más tápanyagok túltrágyázásából adódnak (pl. magas sótartalom, tömény tápoldat, alacsony vagy nagyon magas páratartalom stb.).

A kalcium túladagolási tünete ismeretlen, a talaj magas mésztartalma enyhébb esetben mikroelemhiány formájában (bór, mangán stb.), súlyosabb esetben káliumés magnéziumhiányként jelenik meg.

Magnéziumhiány tünetei. A hajtatott növényeken – pl. paprika, paradicsom – mind gyakrabban jelentkező, könnyen felismerhető hiánytünet, más tápelemek hiánytüneteitől jól megkülönböztethető, csak a káliumhiány szimptómáival mutat némi hasonlóságot. Alapvetően két tünetcsoportja ismert, de az egyszikű növényeken (búza, kukorica, hagyma) van egy harmadik megjelenési formája is:

- A levél széle irányából egyre nagyobb foltok alakulnak ki, amelyek a főér irányába húzódnak (a zöldségféléken ritka).
- Belülről induló, legyező alakú sárgulás, amely először a levélnyél közelében, a főerek között alakul ki – a legtöbb zöldségnövényen ez a tünet látható.
- Egyszikű növények levelein hosszanti irányban sárga csíkok képződnek.

Az elváltozások először az idősebb leveleken alakulnak ki, de eltérően a nitrogénvagy a káliumhiánytól, sohasem a legalsó, hanem a középtáji vagy a szár alsó kétharmadának környékén.

A sárgás elszíneződésre jellemző – ellentétben a káliumhiánnyal – az élénksárga, gyakran lilás, narancsvörös tónus. A szimptómák idővel a középső, majd a fiatal levelekre is áthúzódnak. Gyors növekedés esetén (pl. uborkánál vagy paradicsomnál) a fiatal leveleken is kialakulhat. Ez akkor fordul elő, ha a növekedés üteme gyors és a növény magnéziumigénye nagyobb, mint a gyökerek által felvett és az idős levelekből átépülő magnézium mennyisége együttvéve. A márványozottság (sárgulás) mértékéből következtetni lehet a hiány mértékére, de a tünetek színárnyalata függ a növény (fajta) antociántartalmától is. Az akut tünetek (erős érközötti sárgulást utólagos

kezeléssel pl. lombtrágyázással) nehezen szüntethetők meg. A magnéziumhiány kialakulásának gyakori okai:

- nagy adagú ammóniatrágyázás,
- kálium-túltrágyázás,
- erős meszezés,
- túlzott öntözés (kimosódás),
- magnéziumtrágyázás elhagyása.

Vashiányból eredő fejlődési rendellenességek és hiánytünetek. A vas, mint elem, átmenet a makro- és mikroelemek között, hatását tekintve inkább a mikroelemek csoportjába sorolható, viszont a növényben a mérhető mennyisége alapján a makroelemekhez áll közelebb.

A hiánytünetek a fiatal növényi részeken jelennek meg először klorózis formájában. Kezdetben a levélerek közötti szövetrészek halványodnak meg, majd az újból fejlődő hajtásokon egyre világosabb (sárgább, fehérebb) formában jelentkeznek *(26. ábra)*. A hiány súlyosbodásával nemcsak az érközötti mező, hanem lassan a vékony erek is kifakulnak, a tünetek fokozatosan áthúzódnak a középtáji levelekre is, a fiatal leveleken a főerek mentén nagyobb nekrotikus foltok is kialakulnak.

26. ábra. Vashiány a fiatal leveleken és hajtásokon jelentkezik intenzív klorózis formájában *(Fotó: dr. Terbe István)*

A vashiánynak több oka is lehet, ritkán magyarázható a közeg alacsony vastartalmával. Felvétele akadályozott az erősen meszes közegben, a lúgos kémhatású tápoldatban. Tömődött, túlöntözött, rossz levegőzöttségű konténerben a vas átalakul a növények számára kevésbé hasznosítható három vegyértékű vasionná. Ilyen esetben a hiány megszüntetésének leghatásosabb módja nem a vastrágyázás, hanem a közeg lazítása, a tápoldat levegőztetése. A hajtatásban ősszel és télen a paprikán, az uborkán és a paradicsomon tapasztalható hajtásvég-sárgulás oka legtöbbször a túlöntözés, amely a gyökérközeg levegőtlenségéhez vezet.

Bór hiányának tünetei. A bór az egyik legjelentősebb mikroelem. Élettani szerepével azután kezdtek foglalkozni a kutatók, miután bebizonyosodott, hogy a gyökérzöldségfélék szív- és szárrothadását a bór hiánya okozza. A tünet mindig a legfiatalabb növényi részen jelenik meg először. Hatására a levelek megvastagodnak, mere-

27. ábra. Bórhiány a fiatal leveleken erős kanalasodás és nekrózis tünetével jelentkezik *(Fotó: dr. Terbe István)*

vekké és törékenyekké válnak. Miután a növény csúcsa elhal, az újabb hajtások a levelek hónaljából törnek elő, és később, ha a bórt nem pótolják, ezek is elpusztulnak. Emiatt a növény nem képes a vegetatív szakaszból a generatívba átjutni. A bór hiánya rossz termékenyülést is okoz, mert a jelenléte a bibére kerülő virágpollentömlő fejlesztését is elősegíti.

A paprika bórhiány esetén gyorsan befejezi a hosszanti növekedését, a tenyészőcsúcsa elszárad, ezzel szinte azonos időben a levelek a fonák irányába pödrődnek *(27. ábra)*. Súlyos esetben a levelek erezete vörösesbarnás lesz, a főerek erősen megdagadnak. Ilyenkor a bórhiányban szenvedő paprika olyan növényre emlékeztet, amelynek a tetejét letördelték.

A paradicsom hajtatása során ritkán, szabadföldön gyakrabban fordul elő a bórhiány. A tünetek a legfiatalabb leveleken jelennek meg először, világos színű bemosódás formájában. A levelek kicsik maradnak, deformálódnak, a szélük a fonák irányába pödrődik. Súlyos esetben a levelek barnára színeződnek és elhalnak. A levélnyelek, a levélnyelecskék és a levelek is törékennyé, pattinthatóvá válnak. A gyökerek rosszul fejlettek, barnák, a termések deformáltak, aprók, gyakran kirepednek.

Az uborkán a hiány a fiatal levelek színének sötétedésével és a hajtásnövekedés leállásával kezdődik. A levelek merevek, törékenyek lesznek, az oldalhajtások növekedése fokozatosan csökken, a szár ízközei megrövidülnek. A hajtás – akárcsak a gyökerek tenyészőcsúcsa – megreped és elszárad. A termés felülete is hosszanti irányban megrepedezik.

Rézhiány tünetei. A termesztési gyakorlatban a réz hiányával alig lehet találkozni, ennek fő oka, hogy igen kis mennyiségben igénylik a növények, és ehhez a réztartalmú tápsók, növényvédő szerek és lombtrágyák használata elegendő forrás. Rendszerint más mikroelemek hiányával együtt fordul elő a tőzeges palántaneveléskor vagy az utóbbi években a tápoldatos termesztésben. Jellemző tünete a növény kókadtsága, hervadása, ami a fiatalabb leveleken tapasztalható először. Noha a szakirodalomban erőteljes növekedésgátlásról is beszámolnak, a zöldségtermesztésben ilyen esettel nem találkoztunk.

Mangánhiány tünete. A mangán szerepe igen sokoldalú a növényben, szabályozza az enzimek működését, a szénhidrát és a fehérje anyagcseréjét. Hiánya ennek megfelelően súlyos zavarokat idéz elő a növekedésben, a belső élettani folyamatokban. A hajtatásban ritkán, a szabadföldi zöldségtermesztésben gyakrabban találkozhatunk vele.

A közeg mangántartalmából nem mindig következtethetünk a növények mangánellátottságára, mert igen gyakori a növények számára felvehetetlen mangánforma.

A hiánytünetek, a vashiányhoz hasonlóan, a fiatal leveleken jelennek meg először, klorózis formájában. Az ér közötti szövetek sárgulása, az apró nekrotikus foltok képződése hasonlít a vashiányhoz, ezzel gyakran összetéveszthető, különösen a kezdeti stádiumban.

Amíg a vashiányt főleg a fiatal, az új hajtások elváltozása jelzi, addig a mangánét idővel a középső, sőt az idősebb leveleké is. A két elem hiánytünetei között az is különbség, hogy a vashiány okozta klorózis mindig erőteljesebb, mint a mangánhiányé (a vashiánynál idővel az egész levél elsárgul). A felsorolt tünetek megfigyelhetők a paradicsomon, a paprikán, de vízkultúrában az uborkán és a dinnyén is.

A mangánhiány kialakulására elsősorban ott kell számítani, ahol erősen lúgos a közeg pH-ja vagy magas a mésztartalma. Felvételében ott is zavar keletkezhet, ahol a gyökérközegben elsősorban redukciós viszonyok uralkodnak (levegőtlen konténerek, tömörödött konténerföldek).

Néhány mikroelem túladagolása vagy nem kívánt mértékű oldódása is okozhat gondot a hajtatásban. A mangánmérgezést gőzölés után figyelték meg a túlhevített talajon. Az üvegházakban, a vápák csöpögése közelében is volt példa toxikus tünetek kialakulására. A mérgezés leginkább a sókártételhez hasonlítható: apró levélzet, haragoszöld levélszín, vékony szár, fejletlen gyökerek, kicsi, deformált termések.

Cinkhiány tünete. A cink élettani hatása hasonlít a mangánéhoz. A zöldségnövények csak igen kis mennyiségben veszik fel a talajból, ám jelenléte a tökéletes élettevékenységhez nélkülözhetetlen.

A cinkhiányra jellemző tünet általában a fiatal leveleken alakul ki először. A levelek aprók maradnak, a levélerek közötti szövetek fehéreszöld színűvé változnak. Számos növényfajon a levelek is deformálódnak. Néhány zöldségfélén – pl. a paradicsomon – apró, nekrotikus, barna foltok is képződnek a levélen, a száron és a levélnyélen.

A cinkhiány pusztán a sárgulás alapján nem állapítható meg egyértelműen. Maga a klorózis nem lokalizálódik az alsó vagy a fiatal levelekre, és az első tünetek megjelenési helye is növényfajonként kismértékben változó. Viszonylag egyértelművé teszi a cinkhiányt az aprólevelűség és a rozettás jelleg, az utóbbi tünet inkább a gyümölcsfákon, és nem a lágy szárú zöldségféléken alakul ki.

Kifejezetten cinkigényes növény nincs a zöldségek között, de hiányára a paradicsom az átlagosnál érzékenyebb.

Molibdénhiány tünete. A molibdénnek a fehérje-anyagcserén kívül az enzimek működésének irányításában van fontos szerepe. A hiány megjelenése – más mikroelemekkel ellentétben nem a meszes, lúgos, hanem a savanyú, mészben szegény, savas gyökérközeg, tápoldat esetén várható. Így meszezéssel a hiánytünetek megszüntetése már sok esetben hatásos. A foszfátok és a hidroxil csoportok jelenléte elősegíti a molibdén növénybe jutását, ugyanakkor a szulfát akadályozza az érvényesülését. A molibdén hiánya elsősorban a fehérje szintézisben játszott szerepe miatt válthat ki tüneteket. Általánosságban elmondható, hogy hiánya következtében inkább a fiatal növényi részek károsodnak, de a tünetek formája, helye növényfajonként eltérő.

A paprikán a fiatalabb leveleken, a levélerek között klorotikus foltokat okoz a molibdén hiánya. Később, súlyos esetben a vékony erek is megsárgulnak, és bizonyos mértékig emlékeztetnek a vashiány tünetére. Paprikán, a vízkultúrás termesztésben gyakran megfigyelhető a tünete.

3.5. Irodalom

Adams, P. (1994): Nutrition of greenhouse vegetables in NFT and hydroponic systems. Acta Horticulturae. 365: 245–257.

Adams, P. (2002): Nutritional control in hydroponics. In: *Savvas, D. – Passam, H.* (ed.): Hydroponic production of vegetables and ornamentals. Embryo Publications, Athén.

Athanasios, P. P. – Xiuming, H. (2002): Interactions between nutrition and environmental conditions in hydroponics. In: *Savvas, D. – Passam, H.* (ed.): Hydroponic production of vegetables and ornamentals. Embryo Publications, Athén.

Bergman, W. (1979): Termesztett növények táplálkozási zavarainak előfordulása és felismerése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

Budai Cs. (2002): Növényvédelem a zöldséghajtatásban. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Cooper, A. (1979): The ABC of NFT. Grower Books, London.

Debreczeni Béláné (1999): Növényi tápanyagok. In: *Füleky Gy.* (szerk.) Tápanyag-gazdálkodás. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Füleky Gy. – Rajkainé Végh K. – Tolner L. (1999): A víz szerepe a növények életében. In: *Füleky Gy.* (szerk.) Tápanyag-gazdálkodás. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Füleky Gy. – Rajkainé Végh K. (1999): A talaj tápelem-szolgáltató képessége. In: *Füleky Gy.* (szerk.) Tápanyag-gazdálkodás. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Füleky Gy. – Rajkainé Végh K. – Tolner L. (1999): Tápoldatos növénynevelés. In: *Füleky Gy.* (szerk.) Tápanyag-gazdálkodás. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Holtman, W. – Van Duijn, B. – Blaakmeer, A. – Blok, C. (2005): Optimalization of oxygen levels in root systems as effective cultivation tool. Acta Horticulturae, 697: 57–64.

Horinka T. (1997): Tápoldatozás a kertészeti termesztésben. Kemira Kft., Hódmezővásárhely.

Loch J. – Terbe I. – Vágó I. (2006): Káliumtrágyázás a szántóföldi és a kertészeti kultúrákban. International Potash Institute. Research Topics No. 15. Horgen. Svájc.

Marschner, H. (1995): Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, London.

Pethő M. (1993): Mezőgazdasági növények élettana. Akadémiai Kiadó, Budapest.

Pólya L. (1988): A növények vízforgalma. In: *Haraszty Á.* (szerk.) Növényszervezettan és növényélettan. Tankönyvkiadó, Budapest.

Pólya L. (1988): Az oldott anyagok mozgása a növényi testben. In: *Haraszty Á.* (szerk.): Növényszervezettan és növényélettan. Tankönyvkiadó, Budapest.

Schnitzler, W. H. – Gruda, N. S. (2002): Hydroponics and product quality. In: *Savvas, D. – Passam, H.* (ed.): Hydroponic production of vegetables and ornamentals. Embryo Publications, Athén.

Schröder, F. – Lieth, J. H. (2002): Irrigation control in hydroponics. In: *Savvas, D. – Passam, H.* (ed.): Hydroponic production of vegetables and ornamentals. Embryo Publications, Athén.

Sonneveld, C. (2002): Composition of nutrient solutions. In: *Savvas, D. – Passam, H.* (ed.): Hydroponic production of vegetables and ornamentals. Embryo Publications, Athén.

Szöriné Zielinska A. (2007): A zöldségnövények generatív és vegetatív fejlődésének szabályozása klimatikus tényezőkkel. Kertgazdaság. 39(1): 3–11.

Wien, H. C. (1997): Correlative growth in vegetables. In: *H.C. Wien* (ed): Physiology of vegetable crops. CAB International, Wallingford, UK.

4. A talaj nélküli termesztésben használatos közegek és elhelyezésük

4.1. A talaj nélküli termesztésben használatos közegekkel szemben támasztott minőségi követelmények

Intenzív termesztés során, kertészeti közegek használatánál, a sikeres termesztéshez elengedhetetlen feltétel a víz és a tápanyagok pontos szabályozása. A közegek fizikai tulajdonságainak ismerete segít az öntözés és a tápanyag-utánpótlás lehető legjobb kivitelezésében. A talaj nélküli termesztés előnye a talajon történő termesztéssel szemben, hogy itt a közegek speciális fizikai tulajdonságait kedvezően ki tudjuk használni, így egy időben lehet a gyökerek számára szükséges oxigént és a nedvességtartalmat biztosítani. Egy porózus közegben a növények jóval kevesebb energiát fordítanak a víz-, valamint tápanyagfelvételre és ez a termés mennyiségbeli növekedését és minőségbeli javulását eredményezi. Talaj nélküli termesztésnél, egy közeg használatánál két alapvető problémára kell odafigyelni: egyrészt a kis térfogat miatt kicsi a víztartó és vízellátó képesség, másrészt a kis közegvastagság hátrányosan befolyásolja a vízvezetést. Az öntözést a termesztési célnak megfelelően, víz- és műtrágya pazarlás, valamint tápanyag-kimosódás nélkül kell megvalósítani. Emellett azonban a termesztőközeg megválasztásánál nemcsak a víztároló képességre, hanem a levegőzöttség biztosítására is figyelni kell. Ezért akkor jó egy gyökérközeg, ha sok, a növények számára könnyen felvehető vizet és elegendő levegőt tartalmaz a gyökerek számára. A kis térfogat emellett megnövekedett gyökértömeget, gyökerek közti versenygést eredményez, amit a tápanyag-utánpótlásnál is messzemenően figyelembe kell venni.

4.1.1. Közegek fizikai tulajdonságai

A gyökérközeg fizikai tulajdonságait a térfogattömeg, a részecskeméret, valamint a konténermagasság határozza meg. Ezen túlmenően a fizikai tulajdonságokat az öntözés módja, a kijuttatott vízmennyiség és a közeg víztartalma is befolyásolja.

A közegek kertészeti hasznosítása szempontjából is a három fázis (szilárd, víz és levegő) eloszlása a legfontosabb jellemző, különösen a –1 és –100 cm vízoszlop szívóhatásának megfelelő kapilláris potenciál esetében.

A közegek pórusviszonyai a természetes talajokhoz hasonlóan a következő kategóriákra oszthatók fel: makro-, mezo-, mikro- és ultramikropórusokra. A makropórusok (> 100 µm) a vízelvezetésért és a levegőzöttségért, a mezopórusok (100–30 µm) a vízvezetésért és a mikropórusok (30–3 µm) a vízmegtartásért felelősek. Az ultramikropórusokban (< 3 µm) megtartott víz a növények számára már nem hozzáférhető.

Sok kísérletet folytattak már le annak tisztázására, hogyan reagálnak a növények a különböző fizikai tulajdonságokkal rendelkező gyökérközegekre. Sok esetben a különböző gyökérközegeket azonos módon trágyázzák és öntözik. Ezekből a kísérletek-

ből származó következtetések akaratlanul is torzak lehetnek, mivel a kísérleti módszerek feltehetőleg egy adott közegre vagy konténerméretre lettek optimalizálva. Ahhoz, hogy különböző vízmegtartó képességgel rendelkező gyökérközegeket vagy ugyanazt a közeget különböző méretű konténerben hasonlítsuk össze, mindegyik gyökérközegre, illetve edénynméretre külön-külön meg kellene határozni az összes vízmegtartó képességet és a felvehető vízmennyiséget. Az öntözési tervet a közegből távozó fajlagos vízmennyiségre kell alapozni, és vagy súlyméréssel, vagy tenziómérőkkel lehet számszerűsíteni annak biztosítására, hogy a növények ne legyenek túl vagy alul öntözve.

Egy „természetes" talajnál, pl. a talajszerkezet kialakításában a talaj vázrésze és a kolloidrészecskék összetapadása vesz részt, és alakít ki bonyolult szerkezeti elemeket, aggregátumokat. Egy mesterséges földkeveréknél vagy egy termesztőközegnél – amely általában egy-két alkotóelemből áll – nem beszélhetünk ilyen értelemben vett szerkezetről. Itt maga az alkotóelemek anyaga, mérete és aránya jellemezheti a fent említett tulajdonságot, befolyásolva ezzel a többi fizikai paramétert is.

A közegek térfogattömege és pórustérfogata. A *térfogattömeg* az egységnyi térfogatú, eredeti szerkezetű talaj nedvességmentes tömege. Egy közeg térfogattömegét az alkotóelemek tulajdonságai nagyban meghatározzák. A közeg tömegét és térfogatát a nedvességtartalom, a tömörítés foka és a részecskeméret eloszlása befolyásolja. A részecskeméret eloszlásának ismerete rendkívül fontos, mivel ez nagyban meghatározza egy anyag fizikai felépítését, jellemzi annak vízgazdálkodási paramétereit. Mesterséges földkeverékek és közegek használatakor a kis térfogattömeg a kívánatos, hogy könnyebben lehessen kezelni és kisebb legyen a gyökérveszteség az átültetéskor vagy a szállításkor.

A *pórustérfogat,* vagyis a *porozitás* az egységnyi térfogatban a szilárd részek által be nem töltött tér térfogatszázalékban kifejezve. Egy gyökérközeg teljes pórustérfogata fordítottan arányos a térfogattömeggel. Ez azt jelenti, hogy a térfogattömeg csökkenésével a teljes pórustérfogat lineárisan növekszik. A térfogattömeg ugyanakkor nem ad minden esetben pontos felvilágosítást a közeg teljes pórustérfogatáról, ha olyan anyagot vizsgálunk (pl. perlit, habkő, kókuszrost) melyek zárt pórusokkal is rendelkezhetnek.

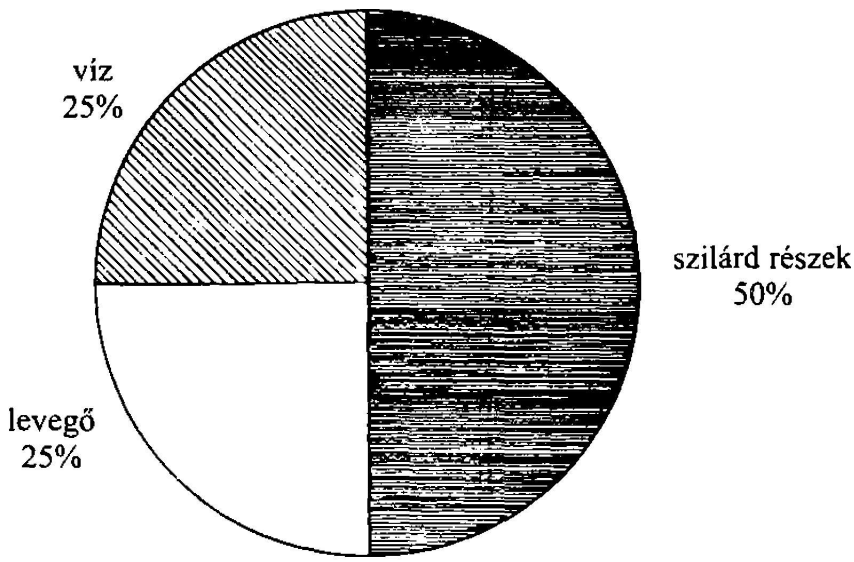
Az ásványi talajok 50% szilárd fázissal és 50% pórustérfogattal rendelkeznek, ezzel szemben a mesterséges gyökérközegekben mindössze 7–15% lehet a szilárd rész. A fennmaradó 85–90%-ot pedig a pórustérfogat teszi ki, és ezáltal kisebb térfogattömeggel rendelkeznek.

A pórustérfogatot vagy levegő, vagy víz tölti ki. Szántóföldi talaj esetében a szántóföldi vízkapacitás a talajoszlopban (> 1 m) lévő összes vízmennyiség azt követően, hogy a talaj vízkapacitásig teljesen telített, majd a „szabad" víz a gravitáció hatására elszivárog. Ideális talaj esetében az adatok szerint a pórustérfogat (a teljes térfogat 50%-a) 50%-a levegő (a teljes térfogat 25%-a) és 50%-a víz (a teljes térfogat 25%-a) *(28. ábra).* Általánosan nincs elfogadott kritikus érték a pórustérfogatban lévő levegő %-os arányát tekintve, de 10–15% a kívánatos *(19. táblázat).*

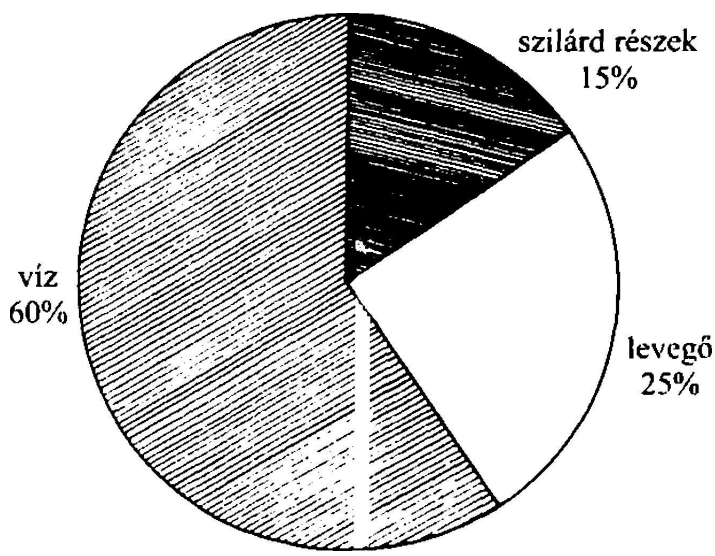
A termesztés során a porozitás értéke nem marad állandó, több jelenségnek köszönhetően: pl. átültetésnél, szállítás során, a síkláptőzegeknél a kiszáradás és újranedvesedés hatására az anyagok tömődöttsége változik, de ugyanilyen változást

19. táblázat. A kertészeti közegek levegőkapacitás szerinti osztályozása *(Verdonck, 1983; Verdonck et al. 1983)*

Minőségi osztályok		Levegő (V%)	Könnyen felvehető víz (V%)
I.	Nagyon gyenge levegőkapacitás	0–10	> 30
II.	Gyenge levegőkapacitás	10–20	> 20
III.	Normál levegőkapacitás	20–30	> 20
IV.	Magas levegőkapacitás	30–40	> 10
V.	Nagyon magas levegőkapacitás	> 40	> 5



28. ábra. Ideális talaj pórustérfogatának megoszlása *(Havis et al., 1976)*



29. ábra. Ideális közeg pórustérfogatának megoszlása *(De Boodt et al., 1972)*

okozhat a szerves anyagok biológiai átalakulása vagy a finom részeknek az öntözővízzel a termesztőedény aljára történő lemosódása is.

Ha a konténeres termesztéshez használt gyökérközeg pl. egy 15 cm magas cserépben (1,7 l) van, ideális esetben a pórustérfogat (a teljes térfogat 85%-a) 30%-át levegő (a teljes térfogat 25%-a), 70%-át pedig víz (a teljes térfogat 60%-a) alkotja konténeres vízkapacitás mellett *(29. ábra)*.

A közegek vízgazdálkodása. Egy talaj vagy közeg vízgazdálkodása a benne lévő víz mennyiségét, állapotát, formáját és mozgását jelenti. Ez megszabja a termesztett növények vízellátását, továbbá befolyásolja a talaj levegő-, hő- és tápanyag-gazdálkodását is. A talaj nedvességállapota kifejezi, hogy a talajnedvesség milyen erővel kötődik a talajhoz, illetve mennyire felvehető a növények számára és hogyan mobilizálható.

A közegek pórusaiban uralkodó levegő-víz arány részben a közeg szemcsézettségéből, valamint magából a porozitásviszonyokból határozható meg. A szemcseméret és a pórustérfogat megoszlása hatással van a víznek a levegőhöz viszonyított arányára a gyökérközegben az elszivárgó víz távozását követően. Ideális konténerközegben 15 cm magas edényben a kapilláris pórusok (< 0,3 mm) öntözés után a víz nagy részét megtartják. A nem kapilláris pórusok (> 0,3 mm) a víznek csak csekély részét tartják meg, szellőzést biztosítva így a gyökerek számára.

A kapillaritás folyamatossága biztosítja az egész gyökérközeg nedvességtartalmát. Ez főleg ott előnyös, ahol nem folyamatos a vízellátás. A túl erős kapillaritás viszont fokozott felületi párolgást és sófelhalmozódást eredményezhet. A felületi elpárolgás az ásványi közegeknél sokkal magasabb, mint a szerves anyagoknál.

Szoros összefüggés állapítható meg a pórusok átmérője és a bennük lévő víz elszívásához szükséges erő nagysága között. Buckingam által bevezetett fogalom a víz kapilláris potenciálja, mely kifejezi annak a szívóerőnek a mértékét, amellyel a vízfelülettől számított különböző távolságokban a nedvesség a talajból eltávolítható. Ezt az erőt atmoszférában fejezik ki, ahol 1 at = 98,1 kPa. Schofield a pH-értékhez hasonlóan bevezette a pF-érték fogalmát, amely a kapilláris potenciál negatív előjelével vett logaritmusa. A pF-érték tehát a víz adott részlegének elszívásához szükséges erő vízoszlop-cm-ben kifejezve, ahol 1 cm H_2O = 0,981 kPa. 1 atm szívóerő megfelel 1000 cm-es vízoszlop szívóhatásának, ez pedig a 3-as pF-értékkel fejezhető ki.

A termesztőközegek vízgazdálkodási viszonyainak jellemzésénél bevezették a konténerkapacitás fogalmát. A konténerkapacitás az a maximális nedvességtartalom, melyet a közeg a termesztőedényben (tálca, cserép, konténer stb.) a teljes átnedvesedés, majd a szabad vízelvezetés után a gravitációval szemben visszatart, lényegében a szántóföldi vízkapacitásnak megfelelő érték. A konténerkapacitás értéke a közeg fizikai tulajdonságaitól és a konténer méretétől függ. A konténerkapacitás ismerete nem elegendő a növények számára felvehető víz mennyiségének jellemzésére, a kapilláris potenciál mérése a közegek esetében is jobb információkat ad.

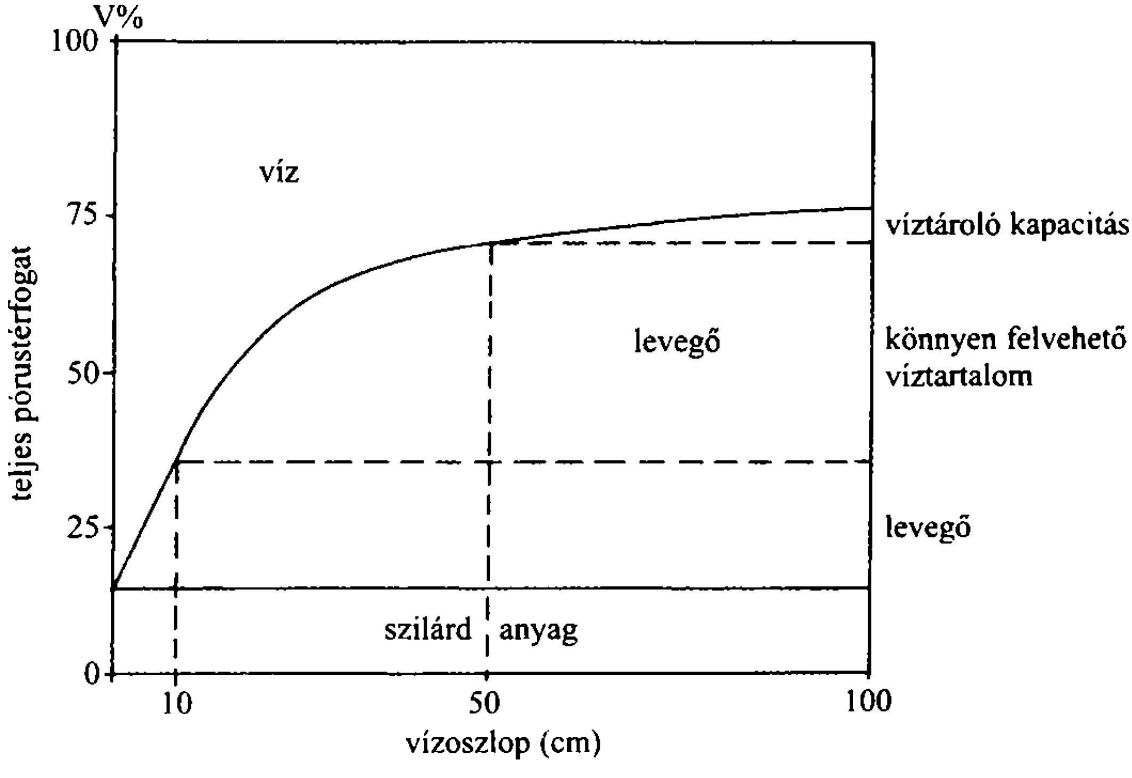
Az a víztartalom, amit a növény könnyen fel tud venni, 1 és 5 kPa közötti erővel kötődik. A közegeknek azt a víztartalmát, mely 5 és 10 kPa közötti nedvességtenzión kötődik, víztároló kapacitásnak nevezzük. Közegek esetében a 10 kPa felett kötődő nedvességtartalmat már a növények számára nem felvehető víznek tekintjük. A vízmegkötés erőssége a közeg kolloidtartalmától függ. Azok a keverékek, melyek sok

agyagásványt és szerves kolloidot tartalmaznak, a nedvesség egy részét olyan erővel kötik meg, amelyet a gyökerek nem képesek felvenni.

Az optimális növekedési viszonyok biztosításához, az öntözést követően 30–45%-nak (térfogatra vetítve) kell lenni a könnyen felvehető víznek a gyökérközegben megtartott vízből.

Egy közeg vízgazdálkodásának jellemzése során a különböző tenziónál mért levegő- és víztartalmat határozzák meg. 10, 50, 100 cm-es vízoszlopot helyezve a minta aljára, a legfontosabb paraméterek határozhatók meg *(30. ábra)*, melyek a következők:

- levegőtérfogat (térfogat%): teljes pórustérfogat és 10 cm vízoszlopnál mért víz V% különbsége,
- könnyen felvehető víz (térfogat%): 10 és 50 cm-es vízoszlop között mért víz V%,
- víztároló kapacitás (térfogat%): 50 és 100 cm-es vízoszlop között mért víz V%.



30. ábra. Ideális közeg víztartó görbéje *(Verdonck, 1983)*

Vegyük figyelembe, hogy az itt használt víztenziók (10, 50, ill. 100 cm) sokkal kisebb értékek, mint általánosan a talajfizikai méréseknél alkalmazott tenziók (10, 100 cm, 1/3 atmoszféra-szántóföldi V_K, 15 atmoszféra-hervadás pont), mert kertészeti termesztésben, mesterséges közegekben a növényeket nedvesebb körülmények között termesztik.

A természetes talajokhoz hasonlóan itt is kifejezhető a víztartalom a pF-értékek ismeretében:

- 0–10 cm tenzió: gravitációs erővel tartott víz pF 1,
- 10–50 cm tenzió: könnyen felvehető víztartalom pF 1,5,
- 10–100 cm tenzió: felvehető víztartalom pF 2,
- 1500 cm tenzió: hervadáspont pF 4,17.

A felsorolt paramétereket figyelembe véve az anyagoknak 3 csoportja különböztethető meg *(20. és 21. táblázat)*:

- vízraktározó anyagok: 1 kPa szívóerőnél magas nedvességtartalommal rendelkeznek. Idetartoznak: Sphagnum-tőzeg, fekete tőzeg, kókuszrost, kémiai vízmegkötő anyagok.
- levegőraktározó anyagok: a durva pórusok biztosítják a gyökerek számára szükséges gázcserét. Ilyen anyagok: perlit, tufák, égetett agyaggranulátum, durva fenyőkéreg.
- könnyen újranedvesíthető anyagok: a természetes ásványi anyagok elősegítik a vizet nehezen felvevő szerves anyagok újranedvesedését (pl. homok).

20. táblázat. Néhány alapanyag tulajdonsága DIN (1999) szabványnak megfelelően *(Günther, 1981)*

Tulajdonságok	Alig bomlott Sphagnum tőzeg	Erősen bomlott fekete Sphagnum tőzeg	Perlit	Agyag-granulátum (2–4 mm)
Szervesanyag-% száraza.-ban	94–99	94–99		
Térfogattömeg (g szárazaa./l)	50–100	120–200	120	510
Pórustérfogat (V%)	94–97	88–93	95	81
Vízkapacitás (V%)	52–82	74–87	22	22
Levegőkapacitás (V%)	15–42	6–14	73	59
pH ($CaCl_2$)	2,5–3,5	2,5–3,5		
EC (50 ml tőzeg/180 ml H_2O) µS/cm	50–120	60–180		

21. táblázat. Néhány anyag fizikai tulajdonsága *(Lemaire, 1995)*

Tulajdonság		Kavics	Durva homok	Perlit	Kő-gyapot	Sphag-num tőzeg	Finom fehér tőzeg	Síkláp-tőzeg	Durva fenyő-kéreg
Száraz térfogat-tömeg (g/cm³)		1,53	1,63	0,09	0,09	0,07	0,08	0,36	0,17
Porozitás (%)		42,2	38,3	96,4	96,7	95,2	94,4	83,3	89,0
1 kPa	szívóerőnél mért nedvesség-tartalom (%)	6,4	31,7	34,6	81,8	57,3	78	71,2	34,1
5 kPa		4,3	5,6	27,8	4,3	36,5	53,5	52,2	25,6
10 kPa		3,9	4,6	22,6	4,0	24,6	35,9	43,9	24,3
1 kPa szívóerőnél mért levegőtartalom (%)		35,8	6,6	61,8	14,9	37,9	16,4	12,1	54,9
Vízfelhasználhatóság (%)		2,5	27,1	12,0	77,8	32,7	42,1	27,3	9,8

22. táblázat. Közegek fizikai tulajdonságainak meghatározása CEN (1999) szerint

Paraméter	Módszer
Térfogattömeg (g/cm^3)	650 g nyomással tömörítve
Sűrűség (g/cm^3)	képlet alapján $\{(C_{om}/(100*1.55)) + (C_{as}/(100*2,65))\}^{-1}$
Teljes porozitás (%)	képlet alapján $\frac{1 - \text{sűrűség}}{\text{térfogattömeg}}$
3 fázis (%)	szilárd-, víz- és levegőfázis 10 cm-es vízoszlopnál
Felvehető víztartalom (%)	homokbokszos mérés könnyen felvehető víz: nedvességtartalom 1–5 kPa szívóerőnél víztároló-kapacitás: nedvességtartalom 5–10 kPa szívóerőnél

23. táblázat. Egy ideális közeg fizikai tulajdonságai

Tulajdonság	Ideális érték	Irodalom
3 fázis aránya (szilárd:víz:levegő)	10–15 : 70-65 : 20	Fonteno et al. (1990)
Porozitás (%)	75–90%	Lemaire (1995)
Könnyen felvehető nedvességtartalom (%)	20–30 %	De Boodt et al. (1972) Puustjarvi et al. (1975)
Víztároló-kapacitás (%)	4–10 %	De Boodt et al. (1972)
Térfogattömeg (g/cm^3)	0.08–0,36	Lemaire (1995)

Az alapvető fizikai tulajdonságok ismerete nagyon fontos egy közeg minőségének jellemzésében, és csak így tudjuk a paramétereket a növények igényeihez és a termesztéstechnológiához igazítani. A világon több módszert alkalmaznak a közegek fizikai tulajdonságainak mérésére. Jelenleg érvényben lévő Európai Szabvány a CEN (1999), amely tartalmazza a közegek kémiai és fizikai vizsgálatának módszereit. A közegek fizikai tulajdonságainak meghatározása a CEN (1999) szerint a *22. táblázatban* összefoglalt módszerekkel történik. A *23. táblázatban* egy ideális közeg legfontosabb fizikai tulajdonságait foglaltuk össze.

4.1.2. Közegek kémiai tulajdonságai

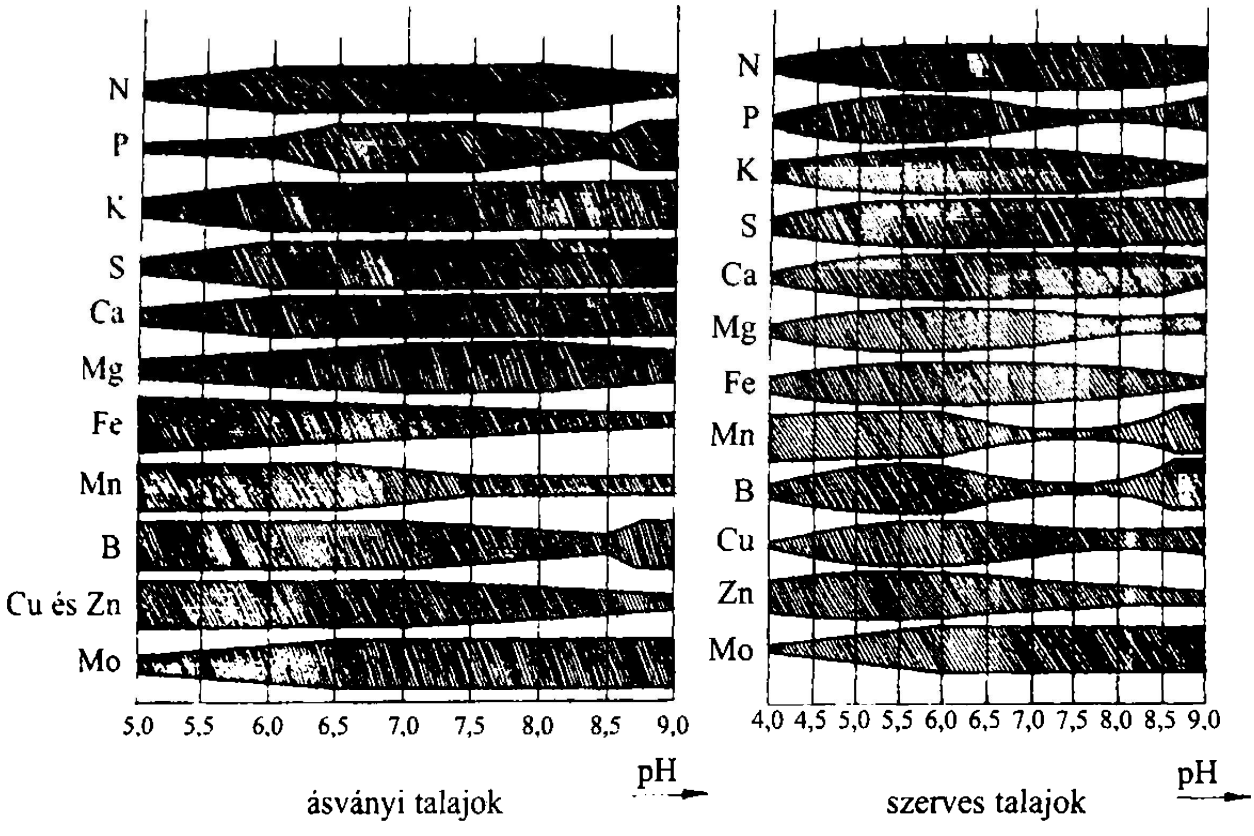
A szerkezeti adottságok mellett azonban a közegek kémiai tulajdonságainak ismerete is fontos, hiszen ez szoros összefüggésben van a tápelemek raktározásával és azok növényi felvehetőségével. Mesterséges közegben termesztve a növényeket, a kis térfogat és a nagy gyökértömeg miatt gyakoribb öntözést és tápanyag-utánpótlást kell alkalmazni.

A kémiai tulajdonságok közül legfontosabb a kémhatás (pH), az összes sótartalom, a kiegyenlítő képesség (pufferképesség) és a tápanyagmegkötő képesség. A gyökérközegként használt anyagok között az előbb felsorolt tulajdonságokat tekintve is igen jelentős különbségek lehetnek. Vannak olyan anyagok (pl. a kőgyapot), melyek megkötő képességükkel, illetve pufferképességükkel nem befolyásolják a tápanyag-után-

pótlás dinamikáját. Más anyagoknál pedig éppen a felsorolt tulajdonságok hatását kell figyelembe kell venni, hogy biztosítani tudjuk az optimális tápanyagellátást.

A szerves anyagok – mint a tőzeg és a komposztok – rendszerint magas kationkicserélő képességgel rendelkeznek, ami nagyban függ a kémhatástól.

Szerves eredetű talajokban a tápelemek felvehetősége 5,5 pH-értéknél, míg az ásványi talajoknál 6,5 pH-nál maximális mértékű *(31. ábra)*.



31. ábra. A tápelemek relatív hozzáférhetősége az ásványi és szerves talajokban *(Bunt, 1988)*

A savanyú közegekben a molibdénen kívül valamennyi mikroelem felvehetősége jobb (bór, cink, mangán, réz, kobalt stb.) és a makroelemek érvényesülése rosszabb. Savanyú kémhatású felláptőzegben a pH emelkedésével a mikroelemek megkötése növekszik a következő sorrendben: $Cu^{2+} > Pb^{2+} > Cd^{2+} > Zn^{2+}$. Gyakorlati jelentősége ennek az, hogy tőzegben termesztett növényeknél rézhiánytünet alakulhat ki.

Tőzeg alapú keverékeknél legtöbb gondot a foszforellátás okozza, a tőzeg ugyanis nagy mennyiségű foszfort köt meg. A keverékhez adagolt szerves trágya kolloid részei lekötik azokat a helyeket a tőzegben, ahol a foszfor felvehetetlen formában megkötődne. Ezért a tiszta tőzegben a kívánatos foszfortartalom eléréséhez háromszor-négyszer annyi foszfor szükséges, valamint a tőzeg gyenge mikroelem-szolgáltató képességét is figyelme kell venni. A tőzegek tápanyagtartalma csekély, de a megkötő képességük viszont nagy, ez a tulajdonságuk sajátos szerkezeti felépítésükből adódik: ásványi elemekkel organo-minerális komplexeket képeznek.

Gyakorlati szempontból a síkláptőzeg mozgékony N-tartalma jelentős lehet. A tőzegtalajoknál és a tőzeg alapú földkeverékeknél a lassú N-feltáródás következtében relatív N-hiány léphet fel. Ilyenkor a mozgékony N-tartalom egy része a mikrobiológiai folyamatok során felhasználódik. A megfelelő tápanyagellátáshoz N-trágyázást

kell alkalmazni, így nemcsak a mozgékony N-tartalom növekszik, hanem a tőzeg kötöttebb N-formái is mobilizálódhatnak.

Kókuszrost használatánál figyelembe kell venni, hogy honnan származik és milyen tulajdonságokkal rendelkezik. A kókuszrostban általában alacsony a felvehető N-, Ca-, Mg- és mikroelem-tartalom, a P- és K-értékek viszont igen magasak is lehetnek. A magas káliumtartalomnak köszönhetően kókuszrostos termesztőközegben csökkenthető a K-utánpótlás, a nitrogénadagot viszont növelni kell a N-immobilizáció kompenzálása miatt (magas C/N arány).

4.1.3. Közegekkel szemben támasztott követelmények

A megfelelő hajtás- és gyökérnövekedéshez a gyökérközegnek négy feladatot kell ellátnia:

1. víz biztosítása,
2. tápelemek biztosítása,
3. a gázok (levegő) gyökérhez való odajutásának és onnan történő távozásának lehetővé tétele,
4. támaszték biztosítása a növény számára.

A talajt helyettesítő termesztési közegek a talajnak csak egy funkcióját látják el, a gyökér támasztását. Az egykomponensű közegek tápanyagokkal kiegészítve sem elég összetettek, szabályozó képességük is kicsi, és a növények számára csak azok a tápanyagok állnak rendelkezésre, amelyeket kívülről, műtrágyák formájában adagolnak. A földkeverékek, mesterséges talajok többféle ásványi és nagyobb mennyiségű szerves anyagból tevődnek össze, ebből adódóan folyamatos tápanyag-szolgáltató képességgel is rendelkezhetnek.

Ha talaj helyett olyan közeget alkalmazunk, amely csak hordozója a növénynek, akkor a közegnek számos követelménynek kell megfelelnie:

- Fontos a megfelelően stabil, tartós szerkezet. Ehhez megfelelő alap- és vázanyagokat kell használni. Célszerű különböző pórusméretű közegeket alkalmazni, így jobban tűrik a gyakori öntözést és a tápoldatozást.
- A közegnek megfelelő vízvezető és víztartó képességgel kell rendelkezniük.
- Előnyös, ha bizonyos adszorpciós és pufferképességgel is rendelkeznek, akár a természetes talajok.
- Nem tartalmazhatnak olyan anyagot, melyek gátolják a növény fejlődését vagy a hozzáadott tápanyagokat kicsapják. Kémiailag indifferensnek kell lenniük.
- A közeg steril, kórokozóktól és kártevőktől mentes legyen.

Ezeket a követelményeket figyelembe véve különböző szervetlen és szerves anyagoknak a használata terjedt el.

4.2. A talaj nélküli termesztésben használatos közegek jellemzése

A zöldséghajtatási gyakorlatban ma 4–5 gyökérrögzítő közeg alkalmazása terjedt el számottevő felületen, de ennél lényegesen több anyagról tudjuk, hogy önállóan vagy földkeverékek alkotóanyagaként megfelel az előző fejezetben felsorolt követelményeknek.

A gyökérrögzítéshez felhasználható anyagokat eredetük szerint az alábbi csoportokba sorolhatjuk:

- *Szerves eredetű anyagok:* tőzeg, kókuszrost, szalma, rizspelyva, kukoricahántás, fakéreg, fahánts, faforgács, fűrészpor, komposztok;
- *Ásványi eredetű, szervetlen anyagok:* homok, folyami kavics, kőzúzalék, habkőkavics, vulkáni tufák, zeolit, perlit, vermikulit, porózus kerámiai anyagok, égetett agyaggranulátum, kohósalak, kőgyapot, üveggyapot;
- *Műanyagok:* poliuretánéter hab, duroplaszt hab, polivinilklorid pálcikák, polisztirol golyók.

A felsorolt, különféle eredetű anyagokból keverékek is készíthetők. A keveréssel általában a gyökérrögzítő közegek fizikai tulajdonságait szabályozzák.

4.2.1. Szerves eredetű gyökérrögzítő közegek

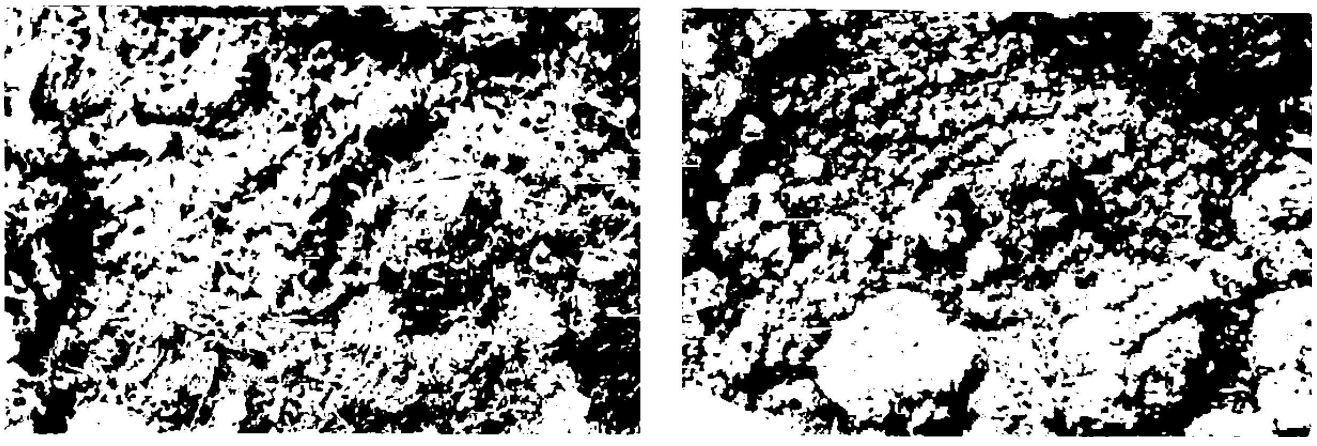
A szerves eredetű anyagok közös jellemzője, hogy különböző növényi (a komposztoknál esetleg állati) maradványokból képződnek, s a termesztés során, az idő előrehaladtával szerkezeti és kémiai tulajdonságaik megváltoznak. Felhasználási idejük, újrafelhasználásuk így korlátozott, s a termesztési ciklus során a technológiai elemek közül néhányat – főként az öntözést, valamint a tápanyag-ellátást (pH, EC, tápelemek aránya) – a növény igényein túl a közeg átalakulásával összhangban is változtatni kell.

Abból adódóan, hogy a növényi maradványok igen változatosak lehetnek, s a növények életfeltételei is eltérnek, a szerves eredetű gyökérközegek is jelentősen különbözhetnek, ami általában kihat a rajtuk való termesztés sikerére is. Fontos, hogy a közeg eredete pontosan ismert legyen, s a következő években is azonos tulajdonságokkal, azaz azonos minőségben beszerezhetőek legyenek.

Tőzegfélék. A tőzeg a legismertebb és legszélesebb körben alkalmazott gyökérrögzítő anyag. A természetben megtalálható, s növénytermesztésben való felhasználásához nem igényel jelentősebb átalakítást. A tőzegképződés feltétele az állandó anaerob viszonyok fennállása, azaz az állandó vízzel telítettség. Ennek következménye, hogy a növények által termelt szerves anyag nem vagy nagyon lassan bomlik le, s így nagy mennyiségben felhalmozódik. A tőzegekben – származási helyük eltérő klímaadottságai miatt – a lebomlási folyamatok különböző mértékűek. Speciális eszközökkel, különböző eljárásokkal bányásszák, majd szárítják és őrlik, esetenként rostálják. Minőségüket meghatározza kitermelésük módja is.

Az egyes tőzegféleségek eltérő tulajdonságokkal rendelkeznek, főként eredetük miatt. Eszerint megkülönböztetünk felláptőzegeket és síkláptőzegeket *(32. ábra)*.

A **felláptőzegeket** többnyire az észak-európai országokra (Litvánia, Finnország, skandináv országok) jellemző Sphagnum tőzegmohalápokból bányásszák. (Innen ered egyik elnevezésük, a „Sphagnum-tőzeg" is.) Rostos szerkezetűek, sok bennük a növénymaradvány, préselés után is megtartják rugalmasságukat, kémhatásuk savas (pH 3–4), tápanyagtartalmuk alacsony. Kiszáradás után is újranedvesíthetők, lassú vízadagolással. Szerkezetüket évekig megtartják és nagy víztartó képességükből eredően tápoldatos termesztésre alkalmasak. Sterilek, a növényekre veszélyes károsító szervezeteket, gyommagvakat nem tartalmaznak. Két típusuk ismert. A rostosabb, kevésbé bomlott, ún. fehér felláptőzeg, mely a hűvösebb éghajlatú területeken képző-



32. ábra. Rostos (fehér) felláptőzeg (balra) és fekete síkláptőzeg (jobbra)
(Fotó: dr. Slezák Katalin)

dik, s ezért gyakorlatilag nem humifikálódott, teljesen elkülöníthető és felismerhető növény (moha) maradványokból áll, világosbarna színű. A kissé melegebb vagy kevesebb csapadékú vidékeken képződnek az ún. barna, sötét vagy fekete felláptőzegek, melyek humifikálódási foka magasabb, színe a fehér tőzegénél sötétebb, a növénymaradványok kevésbé ismerhetők fel benne. A felláptőzegeket szárítva és préselve, bálás kiszerelésben forgalmazzák.

Hazánkban a természetben számottevő mennyiségben csak ún. **síkláptőzegek** lelhetők fel. Rendszerint semleges kémhatásúak vagy lúgosak, sötétebb színűek, több humifikált alkotórészt tartalmaznak. Kiszáradás után nem vagy csak nagyon nehezen nedvesíthetők újból, préselés után összekeményednek, levegőtlenné válnak. Ezért csak nedves állapotban, tömörítés nélkül szállíthatók, ami a tömeg és térfogat miatt megnöveli a szállítási költségeket. Tápanyagtartalmuk változatos, s előfordul, hogy káros mennyiségben tartalmaznak nátriumot.

A tőzegek foszformegkötő képessége nagy, ezért tőzeges termesztéskor – a növények foszforhiányának elkerülésére – a tőzeget többletfoszfor bekeverésével „teliteni kell". A síkláptőzegek nitrogénszolgáltató képessége jelentős lehet.

A tőzegtelepek kialakulása lassú folyamat eredménye, felhasználásuk pedig a jelenlegi mezőgazdasági gyakorlat szerint jelentős, ebből adódóan a Föld tőzegkészlete gyors ütemben apad, s belátható időn belül kritikus szintre csökken. Ezért a tőzegtelepek, tőzeges élőhelyek védelme érdekében folyamatosan keresik a tőzeget helyettesítő anyagokat.

Kókuszrost. A kókuszrost évről évre megújuló készletű szerves anyag, a kókuszdió héjának rostjaiból állítják elő, így tulajdonképpen mezőgazdasági melléktermék. Kertészeti felhasználásával kapcsolatban az 1980-as évek elején indultak kutatások. Ma már számos országban használják a tápoldatos termesztéshez, s az utóbbi néhány évben Magyarországon is egyre terjed termesztőközegként való alkalmazása, állókonténeres, valamint fektetett fóliatömlős termesztési módnál egyaránt.

A tőzeghez hasonlóan egyértelmű különbségek vannak a különböző helyről származó kókuszrostok között (termesztés, előállítás, kezelés). A feldolgozás meghatározó szempontja a tisztaság (megfelelő kezelés esetén a kókuszrost teljesen steril, fertőzésektől, gyommagvaktól mentes). A nyers kókuszrostot tiszta vízzel átmossák (a víz minősége az eljárás során különösen fontos), hogy kialakuljon a megfelelő sótartalom (alacsony EC-érték).

A kókuszrost pH-ja stabil, s az előkészítéstől függően különböző mennyiségben tartalmaz a növények számára hasznos tápelemeket (különösen a kálium-, illetve kalciumtartalma igen eltérő lehet), esetleg káros anyagokat (pl. klórt). Kezeletlen változataiban magas káliumtartalma mellett jelentős a nátriumtartalma, mely a legtöbb zöldségféle számára kedvezőtlen. Előkezelés során kalcium- és magnézium-adagolással a kálium és a nátrium kicserélhető, jobb feltételeket biztosítva a növényeknek. Az így előkészített, ún. „kezelt", „kiegyenlített" vagy „buffered" kókuszrost ára magasabb, mint a kezeletlen vagy más néven „natúr" anyagé, melyet a termesztés kezdetén a termesztőknek kell kimosatni, megfelelő tápoldatrecept alkalmazásával.

Magas lignintartalma miatt a tőzegnél lassabban bomlik, a szálak szerkezetüket tovább megtartják, így a termesztés során – különösen az első évben – jelentősebb térfogatcsökkenéssel nem kell számolni. A termesztők, a tőzeghez hasonlóan gyakran 2–3 termesztési cikluson keresztül is használják, de 1 év után már számítani kell a bomlás következtében fellépő szerkezeti változásokra, s már az első évben is tápoldat-korrekciót kell végezni a közeg tápanyagfelvétele és leadása miatt (elsősorban a N/K arány, valamint a közegkivonat kalciumtartalmának folyamatos ellenőrzésére célszerű gondot fordítani).

Szárítva, téglatest alakúra préselve szállítják, ami helytakarékosságot jelent *(33. ábra)*, de – tekintettel arra, hogy Európán kívüli területekről (Amerika, Ázsia, Afrika) érkezik hozzánk – a szállítási költségei még így is magasnak számítanak. A költségeket növeli még, ha a préselt téglákat egyedi csomagolással hozzák forgalomba.

33. ábra. Kókuszrost, préselve (balra) és fellazítva (jobbra) *(Fotó: dr. Slezák Katalin)*

Szalma, rizspelyva, kukoricahánc. A szalma használata a zöldséghajtatásban először a szalmabálás uborkatermesztésben terjedt el, ahol a szalma bomlása következtében keletkező hő biztosította a talpmeleget, azaz „biofűtést" az uborka fejlődéséhez, később pedig jó talajszerkezetet, tápanyagot jelentett a növekedéshez. Napjainkban ennek a termesztési módszernek a jelentősége csökkent, s a szalmát – és hozzá hasonlóan a rizspelyvát – ritkán alkalmazzák önálló alapanyagként, inkább keverékekben használják (10–20% arányban), ahol ezek az anyagok nagymértékben javíthatják a gyökérrögzítő közegek (pl. a hazai síkláptőzegek) szerkezetét, elősegítik a megfelelő levegő-víz arány kialakulását. A szalma minőségét jelentősen megszabja eredete. Tulajdonképpen valamennyi nálunk termesztett gabona (búza, árpa, rozs, zab) szalmáját lehet használni. Fontos ismerni a közeg „előéletét", elsősorban sterilitási fokát.

Rizspelyva alkalmazásakor gyakori jelenség, hogy a pelyva között maradt hántolatlan szemek kicsíráznak *(34. ábra)*. A zöldségnövények tövében fejlődő rizsnövények tápanyag- és vízfogyasztása jelentős lehet, s különösen a gyengébb növekedésű zöldségfélékkel konkurálhatnak.

A kukoricahéncs is olcsó mezőgazdasági melléktermék, aprítás után kedvező szerkezetjavító tulajdonságai miatt földkeverékek alkotórésze lehet azonban pontosan kell ismerni eredetét, hogy káros anyagokat (pl. vegyszermaradványok) ne tartalmazzon.

34. ábra. Árvakelés rizspelyvából *(Fotó: dr. Slezák Katalin)*

Mindhárom anyag viszonylag hamar lebomlik. A tenyészidőszak során ügyelni kell a bomlás során fellépő pentozánhatás elkerülésére, a megfelelő C/N arány fenntartása érdekében általában több nitrogént kell a tápoldatba keverni.

A többi közeghez viszonyítva olcsók.

Fakéreg, fahéncs. Fa- és papíripari melléktermékek. Elsősorban a dísznövénytermesztésben használatosak, földkeverékek összetevőjeként javítják azok szerkezetét, levegő- és vízgazdálkodását, csökkentik a keverékek fajsúlyát. Az északi országokban általában tűlevelű fák képezik alapanyagát, de más fafélék (pl. bükk) kérgét is fel lehet használni. A többi szerves anyaghoz viszonyítva szerkezetük stabilabb, lassabban bomlanak. Önmagukban alkalmazva leginkább komposztálva ajánlhatóak, nyersen egyes fafajok, a zöldségfélék, dísznövények növekedést gátló vegyületeket is tartalmazhatnak. A komposztálás 4–6 hónapig tart, s utána nitrogéntartalmát, pH-ját, sótartalmát ellenőrizve lehet felhasználni. A komposztálás során felszabaduló hő melegtalp létesítéséhez is felhasználható, biofűtésként. A különböző fafajokról származó termékek eltérő tulajdonságúak, mind a kémiai paramétereiket, mind pedig szerkezeti stabilitásukat tekintve.

Faforgács, fűrészpor. Apróbb alkotóelemekből álló, viszonylag gyorsan bomló faipari melléktermékek, melyeket zöldségfélék hajtatásában szerkezeti és kémiai tulajdonságaik miatt önállóan nem alkalmazzák, dísznövénytermesztésben főként szaporítóközegnek használják. Különösen a fűrészporra jellemző, hogy nedvesen nagyon összeáll, a levegő/víz arány nem minden esetben megfelelő, s gyakran fertőződik penészgombákkal. Elsősorban keverékek alkotóelemeként használhatók, nyersen vagy kisebb-nagyobb mértékben komposztálva. A kéreghez, háncshoz hasonlóan ezeknél az anyagoknál is lényegesek a fafaj tulajdonságai (pl. gyantásodás, cseranyagok, pH).

Komposztok. A fás növényi részek „érlelése", komposztálása mellett lehetőség van különféle zöld növényi részek gyökérrögzítő közegként való felhasználására is. A komposztok összetett anyagok (elnevezésük is a „compositus" = összetett szóból ered), különböző mértékig lebomlott, növényi vagy állati eredetű anyagok keverékei, melyek egyrészt adhatják a közeg szerkezetét, másrészt biológiailag aktívnak tekinthetők, földkeverékekben biztosíthatják a harmonikus mikrobiológiai élet kialakulását. Kiindulási alapanyaguk nagymértékben meghatározza tulajdonságaikat. Fő alkotórészeik alapján megkülönböztetünk mezőgazdasági hulladékanyagokból, istállótrágyá-

ból, városi zöldhulladékból, élelmiszeripari hulladékokból készült komposztokat, ezenkívül tőzeges komposztokat. A komposztok szervesanyag-tartalma magas, s jelentős mennyiségű tápanyagot tartalmaznak. A talaj nélküli zöldséghajtatás ökológiai szemléletű változataiban elterjedt gyökérrögzítő közegek, földkeverékek alkotórészei.

4.2.2. Ásványi eredetű anyagok

Az ásványi eredetű gyökérközegek közös jellemzője, hogy a természetben megtalálható szervetlen anyagok vagy azokból kisebb átalakítással (leggyakrabban hőkezeléssel) nyerik őket. Néhányat több ásványi alkotóelemből keveréssel, összeolvasztással készítenek.

Homok. A talaj lazítására és levegőzöttségének elősegítésére már régóta használják. Leginkább a tőzeggel alkotott keverékét használják, de önmagában is alkalmazható gyökérrögzítő közegként (homokkultúrák), valamint elterjedt a palántanevelésnél magtakaró anyagként való használata is *(35–36. ábra)*. Jó a víz- és levegőkapacitása, viszont rossz a víztartó képessége. A jó levegőzöttség miatt gyorsan felveszi a környezete hőmérsékletét, hamar felmelegszik, de hamar le is hűl. Inert közeg, de rendszeres tápoldatozás hatására sófelhalmozódásra hajlamos, ezért önmagában alkalmazva rendszeresen ellenőrizni kell az EC-értéket, s időnként szükséges lehet az átmosatása is.

Eredetét tekintve kétféle homokot különböztetünk meg: folyami homokot és bányahomokot.

A folyami homok szemcséi lekerekítettek, így a gyökérszőröket kisebb mozgásoknál nem sértik, s a kórokozók is kevésbé szaporodnak fel e közegben, mert a szemcséken nem tudnak megtapadni, megülni szaporítóképleteik. A gömbölyded szemcséken a sófelhalmozódás is kisebb mértékű, mint az érdes felületű bányahomokon. A *folyami homok* minőségét (pl. pH, mérgező anyagok jelenléte) a folyók folyásában

35. ábra. A durva homokkal takart magágy optimális a csírázáshoz
(Fotó: dr. Slezák Katalin)

tal l at őzetek tulajdons ga , va a-mint a folyóvízbe kerülő esetleges szennyeződések jelentősen befolyásolják. A homokot felhasználás előtt mosással tisztítják meg az iszaptól, majd rostálják. A rostálást követően a zöldséghajtatásban a 0,2–2 mm, ún. durva homokfrakciót használják, melynek térfogatsúlya 1,6–2,0 kg/l közötti (önmagában, keverés nélkül használva a közeg tömege nagy, így mozgatása nehézkes). A 0,02 mm alatti iszap- és agyagfrakciók jelenléte káros a zöldségfélék számára. Kémhatás szempontjából a semleges körüli a legelőnyösebb (pl. a dunai homok). Fontos, hogy mésztartalma 20% alatti legyen.

A *bányahomokok* szemcséi élesek, sarkosak, s általában kisebb-nagyobb mértékben agyagosak, emiatt a zöldségtermesztés szempontjából kedvezőtlenebb tulajdonságokkal (pl. összetapadás és megkeményedés) rendelkeznek.

36. ábra. Homokkultúra kialakítása
(Fotó: dr. Slezák Katalin)

A tőzeg és perlitközegek adalékanyagaként elsősorban a folyami homokot használják fel. Növeli a közegek súlyát, vízáteresztő képességét, levegőzöttségét, szerkezetállandóságát. Túlöntözés esetén a felesleges víz elvezetésében van nagy szerepe.

Folyami kavics. A talaj nélküli, tápoldatos termesztéssel terjedt el felhasználása. Magyarországon az első jelentősebb vízkultúrás kísérletek (Somos és munkatársai tevékenységével) az 1950-es évek végén, éppen kavicságyas termesztéstechnológia kidolgozására irányultak. Közegként ma is a hidropóniás termesztésben van jelentősége, ahol 4–12 mm átmérőjű kavicsot használnak. Ritkán alkalmaznak nagyobb, maximum 2 cm átmérőjű kavicsot is, de mindenképpen kisebb frakciókkal keverve, hogy ezzel is csökkentsék a közeg nagy vízáteresztő képességét. A folyami kavicsnak növénytermesztésben hasznos belső szerkezete nincsen, tömör anyag. Nagy térfogatsúlya miatt mozgatása nehéz, ezért kis tenyészedényekben vagy inkább hosszabb időre kialakított kavicságyakban helyezik el, ahol több évig folyhat ugyanabban a közegben a termesztés. Ezekben az ágyásokban lehetőség van különböző méretfrakciók réteges elhelyezésére, így szabályozva a gyökérzóna vízgazdálkodását.

A kavics felhasználása előtt többlépcsős előkészítő kezelése szükséges (átmosatás vízzel, majd híg sósavas kezelés, s újbóli mosás, esetleg gőzzel fertőtlenítés).

Kőzúzalék. Legtöbbször a vulkáni eredetű bazalt kőzet aprításával létrejövő anyag, melynek a folyami kavicsnál leírt mérettartományait használhatják. A kavicscsal összehasonlítva legnagyobb különbség a zúzalék alakjában van, mert ez élekkel és lapokkal határolt, kissé érdes felszínű. A bazaltzúzaléknak belső pórusszerkezete nincs.

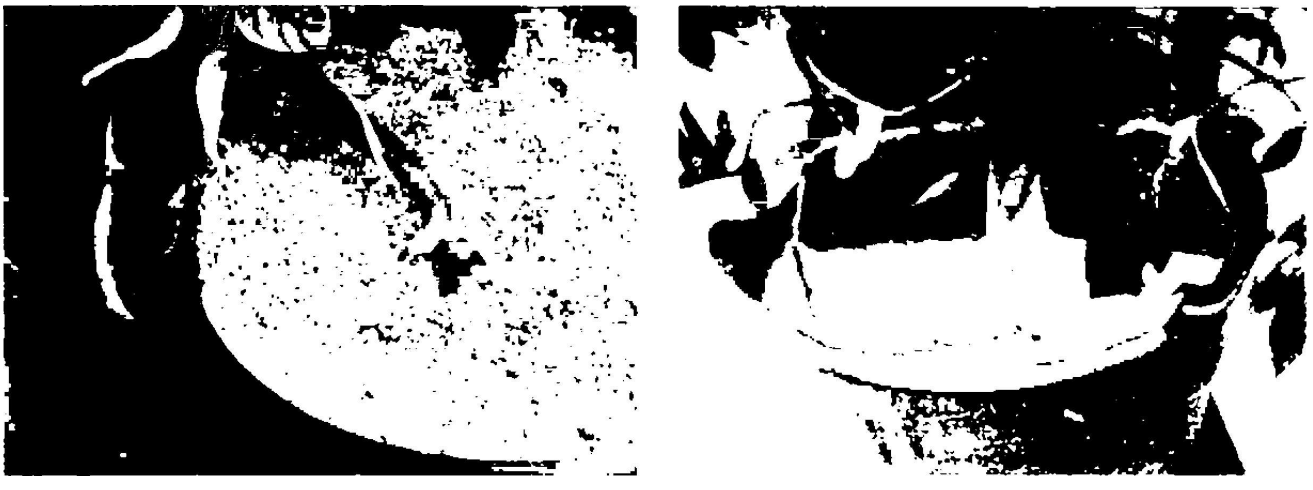
Habkőkavics. A habkő vagy más néven horzsakő szintén vulkáni eredetű, túlnyomóan savanyú lávából, annak hirtelen lehűlésével keletkezik. A lehűléskor távozó gázbuborékok helyén a szilárd kőzetben sok apró lyuk (levegőzárvány) keletkezik, így nagyon könnyű kőzet keletkezik. A kőzetből aprítás, osztályozás után a kavicshoz hasonló méretű, 2–16 mm-es frakció ajánlott növénytermesztéshez. A kis térfogatsúly könnyű mozgathatóságot biztosít, a termesztés során a pórusokban (méretüktől és elhelyezkedésüktől függően) víz vagy levegő található, általában a gyökerek számára kedvező arányban. A pórusokban megülő tápoldat koncentrálódása miatt a gyökérzóna sótartalma megnövekedhet, emiatt időnként át kell mosni a közeget. Szerkezete viszonylag tartós, akár 8–10 évig is használható, szükség esetén forró levegővel vagy gőzzel való fertőtlenítéssel, mely a pórusokban felszaporodó kórokozók ellen nyújt védelmet.

Vulkáni tufák. A felszínre kerülő vulkáni hamuból keletkező, porózus szerkezetű, kis térfogattömegű kőzetek, melyeket aprítva használnak gyökérrögzítő közegként. Szemcseméretе nagyon változó, ezért a méretfrakciókat őrlés után szét kell választani. Viszonylag puhák, könnyen tovább mállanak. Kémhatásukra az alapkőzettípus (pl. andezit, bazalt, riolit) tulajdonságai jellemzőek. Porózus szerkezetükből adódóan a habkőkavicsnál már említett átmosatás, valamint többszöri használatuknál a fertőtlenítés ezeknél a közegeknél is szükséges lehet.

Zeolit. Vulkanikus eredetű, alacsony hőmérsékleten és nyomáson keletkező alkáli- vagy alkáliföldfém-alumínium szilikát, a riolittufák kristályos változata. (A zeolit tiszta állapotban gyakorlatilag nem bányászható, de zeolitnak nevezik azt a zeolitos riolittufa kőzetet, melynek zeolittartalma legalább 50%-os.) A zeolitszemcsék, apróra őrlést követően hőkezeléssel feltárt, mikronos méretű üregei nagy adszorpciós képességgel rendelkeznek. Pórustérfogata 0,3–0,35 cm^3/g, 1 g zeolitásvány belső pórusainak összfelülete akár 5–600 m^2 is lehet. Kertészeti felhasználását megelőzően őrlik, majd osztályozzák. A 0,8–3 mm mérettartományú frakció alkalmas gyökérrögzítő közegnek (apróbb, porrá őrölt frakcióit hőkezeléses feltárást követően szennyvizek tisztítására használják, valamint kertészeti földkeverékek és állati takarmányok adalékaként, és talajjavító anyagként is szolgálnak). A 10–20 mm-es frakciót zöldtetők építésénél használják. A zeolitszemcsék vizes oldatban a koncentrációtól függően kationokat vesznek fel vagy adnak le, így nem tekinthetők kémiailag semlegesnek. Ebből a tulajdonságból adódóan azonban alkalmasak arra, hogy az esetleges tápanyagtúladagolást vagy -hiányt, illetve a pH ingadozásait viszonylag széles intervallumon belül pufferolják. Ezért hidrokultúrás felhasználása olyan rendszerekben különösen hasznos, ahol a tápoldatozási rendszer nem teljesen precíz.

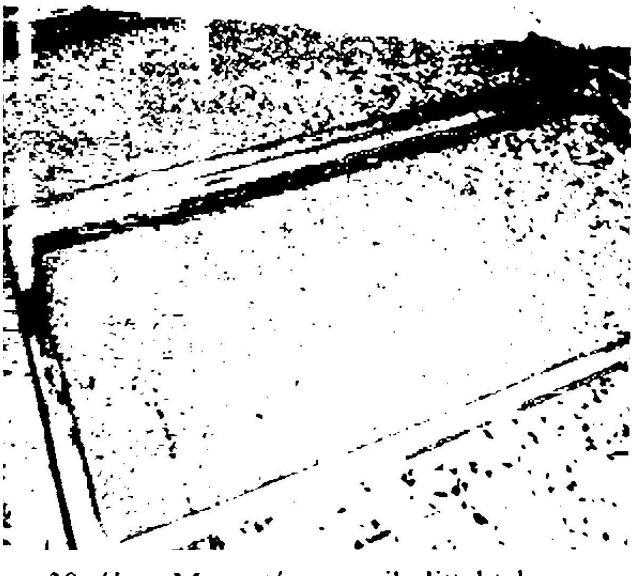
Perlit. Magas hőmérsékleten állítják elő riolitos összetételű, savanyú vulkáni eredetű kőzet hevítésével. A hevítés során, a 900–1200 °C hőmérséklet hatására az ásványban található, kémiailag kötött víz eltávozása robbanásszerű, s a szemcsék mérete megnő (az eredeti térfogat kb. 20-szorosára), ezzel egy kis térfogatsúlyú anyagot kapva. Laza szerkezetű, kémiailag inaktív, sav és lúg hatásának jól ellenáll. Igen jó a vízmegkötő képessége (saját térfogattömegének 3–4-szeresét tudja felvenni), kórokozóktól és kártevőktől mentes, viszonylag olcsó. Földkeverékek lazítására, súlyának csökkentésére használják, de talaj nélküli termesztésben önálló gyökérrögzítő közegként is ismert. A perlit különféle szemcseméretben kapható, a leggyakoribb az 1–5

mm-es mérettartomány használata. Zöldséghajtatáshoz nagy szemcseméretű (3–5 mm) perlitet javasolt alkalmazni *(37. ábra)*. A szállítás során fellépő mechanikai hatásokra kissé porlik. Zsákokban, bálákban vagy közvetlenül a termesztőedényben (polietilén tömlők, konténerek) értékesítik. A termesztés szempontjából kis térfogattömege hátrányos, mert a növények nem állnak benne kellően stabilan. Fertőtlenítéssel (hő- vagy vegyszeres kezelés) több éven keresztül használható.



37. ábra. Perlitben nevelt paradicsomnövények (bal oldalt tőzeges tápkockában, jobb oldalt kőzetgyapotban történt a palántanevelés) *(Fotó: dr. Slezák Katalin)*

Vermikulit. A vermikulit természetes eredetű, lemezes szerkezetű alumínium-vas-szilikát ásvány, melyet bányászást követően őrölnek, majd magas hőmérsékleten (800–1000 °C) duzzasztanak, így egy könnyű granulátumot kapnak. Térfogattömege 120–200 kg/m^3. Előnye a jó víz- és levegőmegtartó képesség, de hátránya, hogy kémhatása 7–9 közötti lehet. Kertészeti felhasználásra a semleges pH-jú vermikulit ajánlott. Beszerzési költsége viszonylag magas, gyakorlatilag c ak palántanevelé nél, magtakaráshoz alkalmazzák *(38. ábra)*, bár néhol speciális földkeverékek összetevőjeként is használják.



38. ábra. Magvetés, vermikulittal takarva *(Fotó: dr. Slezák Katalin)*

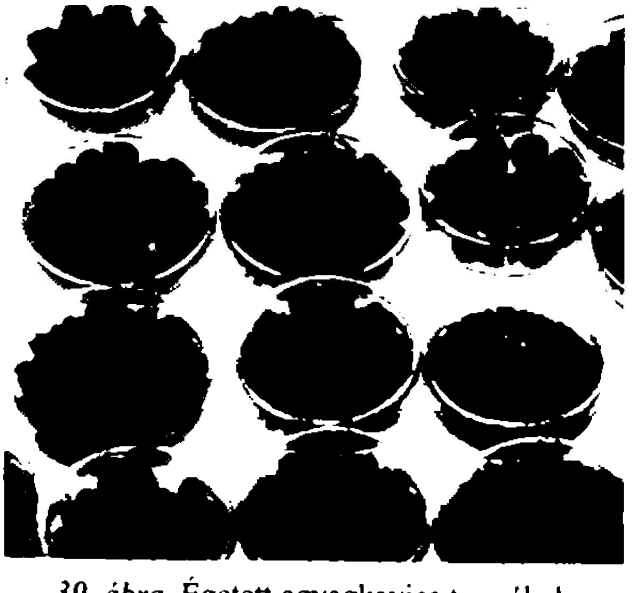
Porózus kerámiai anyagok. Magas hőmérsékleten, de olvadáspont alatt égetett anyagok, melyek nyersanyaga lehet agyag, különféle földpátok és homok. Gyökérrögzítő közegként a porózus, ún. durvakerámiák alkalmazhatóak, melyek törésfelülete érdes, pórusaik víz- és levegőraktározásra alkalmasak, fajsúlyuk viszonylag alacsony. Idetartozik a téglatörmelék is, mely építőipari gyártási melléktermék, valamint a kerámiai kavicsok is. A gyártás során mérgező vegyületek szabadulhatnak fel, ezért égetés után közvetlenül nem használhatók, csak átmosatás, áztatás, pihentetés után. Több évig használhatóak gyökérrögzítő közegként, de kiindulási nyersanyaguk és a

gyártási technológia szerint változatos lehet mállásuk, ezáltal időtállóságuk, valamint a tápoldattal való reakciójuk. Sokféleségük (alak, porozitás) miatt először próbatermesztést érdemes végezni rajtuk, mert változó a víz- és levegőgazdálkodásuk is.

Égetett agyagkavics. Alapanyaga jura időszaki szerves üledéket tartalmazó, mészmentes agyag, melyet homogenizálás és aprítás után egy forgódobos klinkerkemencében 1200 °C-on hőkezelnek. A kemencében az agyag először megszárad, majd a külső része megolvad (klinkeresedik). Ezután a golyó belsejében, a felhevülés hatására az agyagban levő szerves anyag elég, s a közben képződő gázok felfújják az agyaggolyót. A gáz a klinkeres, kemény burkot felszakítva eltávozik, egy porózus belső szerkezetet hagyva maga után. A késztermék a kemencéből kikerülve lehűl, s az így előállított, ún. puffasztott agyaggolyó vagy agyagkavics kemény külső burokkal rendelkező, könnyű, pórusos belső szerkezű, kiváló kapilláris tulajdonságokkal rendelkező, steril gyökérrögzítő közeg. Mechanikai ellenálló képessége nagy, tartós szerkezete miatt sok évig használható. Fő alkalmazási területe az építőipar, ahol a nagyobb ellenállóság miatt kalciummal stabilizált, lúgos kémhatású agyagkavics termékeket használnak. Zöldségtermesztésre csak a semleges kémhatású agyaggranulátumok alkalmazhatók. Dísznövénytermesztésben is lehetőség szerint a semleges agyagkavicsot használják a virágcserepek felszínének takarására, földkeverékek tömegének csökkentésére, de kaphatóak hobbikertészek számára vízkultúrás szobanövények is, agyagkavicsba ültetve, vízszintjelzővel ellátva. Tetőkertekben a drenázsréteg kialakításának kedvelt anyaga (ehhez az olcsóbb, építőipari minőségű termékek is megfelelnek). Az agyagkavicsot 1–20 mm között több mérettartományba osztályozzák *(39. ábra)*. Fajsúlya 400–500 kg/m^3, ami könnyű szállíthatóságot tesz lehetővé.

Alak szerint megkülönböztetünk egész (kerek) golyót, valamint tört (vagy más néven roppantott) agyagkavicsot, illetve a kettő keverékét tartalmazó típusok is ismertek (a kerek és tört típus között a vízgazdálkodásban van lényeges különbség).

A termesztésben perspektivikusnak tekinthető mérettartomány (4–8 mm) vízáteresztő képessége nagy, ezért olyan hajtató üzemekben javasolt használata, ahol akár naponta 15–25 alkalommal is tudnak tápoldatozni, és a többszöri kisadagú öntözés is megvalósítható *(40. ábra)*.



39. ábra. Égetett agyagkavics termékek *(Fotó: dr. Slezák Katalin)*

40. ábra. Agyagkavicsban nevelt paprikanövények *(Fotó: dr. Slezák Katalin)*

Liapor

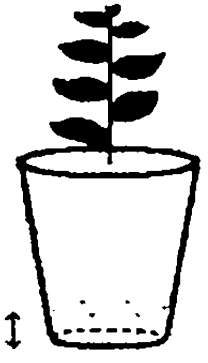
Liapor duzzasztott agyaggolyó a kertészeknek!

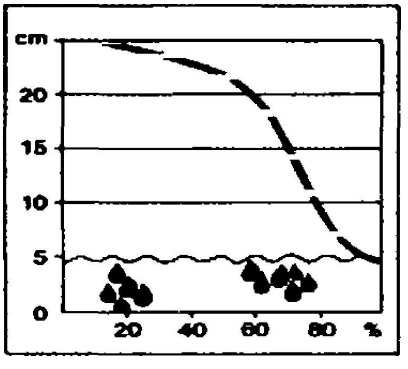
A semleges kémhatású (pH = 7) duzzasztott agyaggolyót, a Liapor osztrák–német konszern kimondottan a kertészek számára gyártja.

A **Liaflor** fantázianevű anyag 8–16 mm átmérőjű sötétbarna színű golyókból áll, dísznövények talajának a tetejére, vagy drénrétegnek alkalmazható.

Külön felár és megrendelés esetén létezik terrakotta színű is. Jó nedvességtároló tulajdonsága miatt zöldtetőknél is alkalmazzák drénrétegként.

A **Liadrain** nevű termék 4/8 mm roppantott golyókat tartalmaz. Ez alkalmas műtalajnak, nagyüzemi zöldség- vagy virágtermelésre, vagy egyéb talajkeverékek (pl. zöldtetőhöz, vagy ba ontálcáb , . p) í , vagy vízkultúrás gyökérrögzítő közegként. A kb. 5 cm vízben álló 25 cm magas cserépbe töltött Liadrain víztartalmát mutatja az ábra a magasság függvényében.





Többéves kutatás bizonyítja a jó termésátlagokat paprikán, paradicsomon, uborkán stb. konténeres és vízkultúrás evelési móddal.

Liabau Építőipari Kf.

márkaképviselet, nagykereskedés

1211 Bp. Szállítók u. 6. • Tel.: 06-30/365-8330
e-mail: info@liapor.hu • www.liapor.hu

Kiskereskedelmi boltok:

Iso-th rm Kft.
2000 Szentendre, Kőzúzó u. 20. • Tel.: 06-26/310-882

Baumayer Tüzép
2040 Budaörs, Kamaraerdei u. 4. • Tel.: 06-23/444-186

Féra Tüzép
2400 Dunaújváros, Verebély u. 25. • Tel.: 06-25/500-780

Tüzépker
4030 Debrecen, Diószegi u. 3–5. • Tel.: 06-52/536-535

A KÖNYVISTÁLLÓ AJÁNLATA

Terbe István – Hodossi Sándor – Kovács András
Zöldségtermesztés termesztőberendezésekben
3200 Ft

Zatykó Lajos – Márkus Ferenc (szerk.)
Étkezési és fűszerpaprika termesztése
3900 Ft

Fehér Béláné dr.
Zöldségtermesztők zsebkönyve
3300 Ft

Túri István
Zöldséghajtatás
2500 Ft

Glits Márton – Folk Győző
Kertészeti növénykórtan
5400 Ft

Horváth József – Gáborjányi Richard (szerk.)
Növényvírusok és virológiai vizsgálati módszerek
4200 Ft

Budai Csaba (szerk.)
Növényvédelem a zöldséghajtatásban
2900 Ft

Budai Csaba (szerk.)
Biológiai növényvédelem hajtató kertészeknek
3200 Ft

Basky Zsuzsanna
Levéltetvek
leírás – életmód
kártétel – védekezés
3500 Ft

Csizmazia Zoltán
A növényvédelem gépei
3200 Ft

Jámborné Benczúr Erzsébet – Dobránszki Judit (szerk.)
Kertészeti növények mikroszaporítása
4900 Ft

Tóth Endre Kristóf (szerk.)
Krizantém
5900 Ft

A könyvek a következő címen rendelhetők meg:

MEZŐGAZDA KIADÓ

1631 Budapest, Pf. 16 • Telefon: 407-1020/33 • e-mail: mezomark(@mezogazdakiado.hu

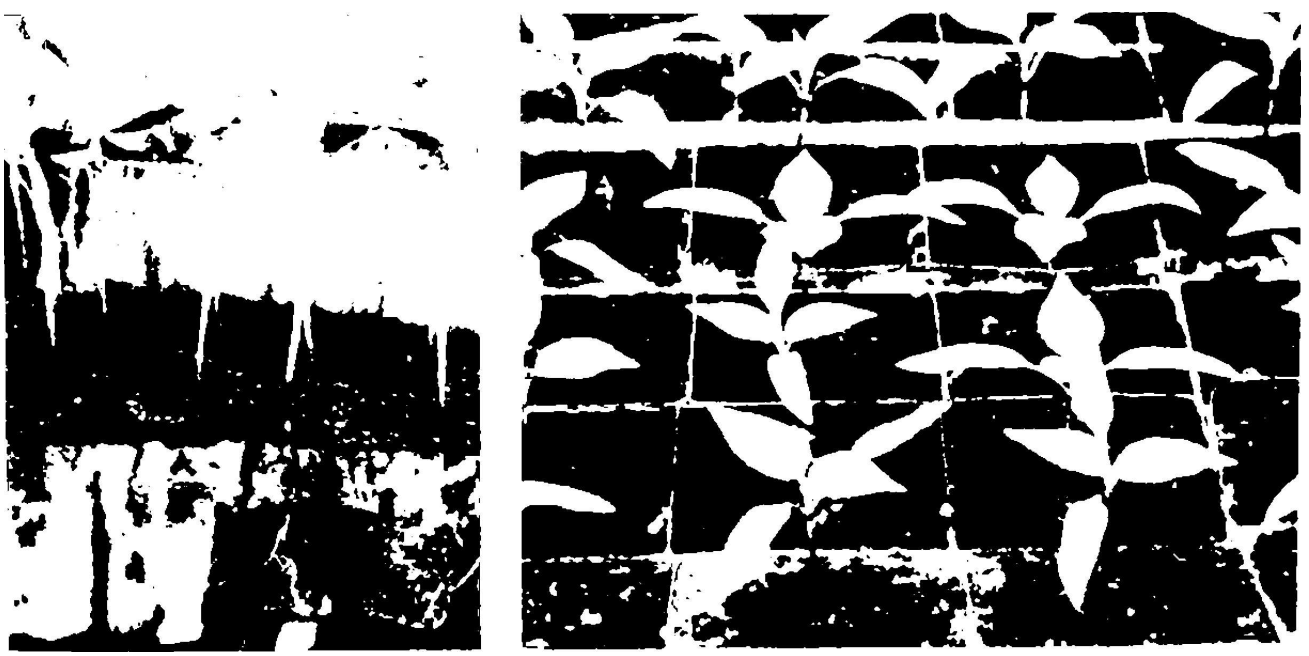
A termesztés során a golyók belső hézagrendszerében víz, tápoldat és levegő „raktározódik", ezért ügyelni kell a káros sófelhalmozódásra, mely a kavicsok felületén levő repedésekben is megjelenhet. A pórusokban kórokozók is megtelepedhetnek.

Tőzeggel keverve és önállóan is alkalmazható talaj nélküli termesztésben gyökérrögzítő közegként. A palántanevelés közege tőzeges keverékbe ültetés esetén tőzeg, tiszta agyagkavics használatakor valamilyen steril palántanevelő közeg, pl. kőzetgyapot lehet.

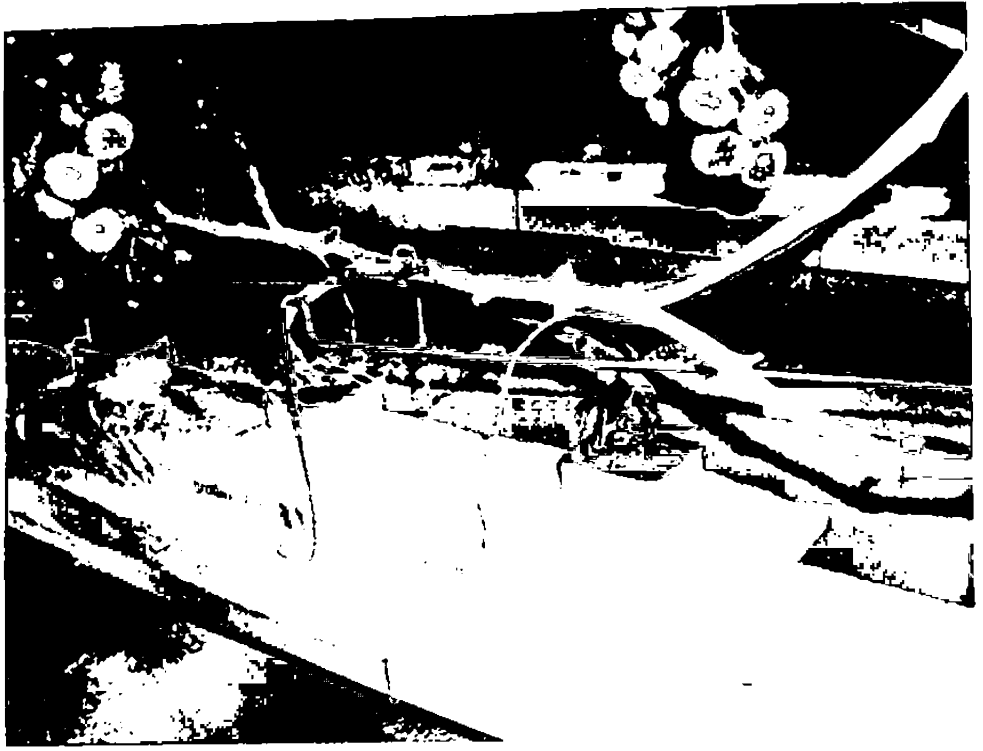
Az agyagkavicsot ömlesztve vagy zsákos (Big-Bag, illetve 10–50 literes) formában értékesítik.

Kohósalak. A nyersvasgyártás melléktermeke, főként szilikátsalak. Tulajdonságaiban az eddig felsorolt anyagok közül a habkőkavicshoz, valamint a kerámiai anyagokhoz hasonlít leginkább, de többszöri felhasználhatóságát mállékonysága korlátozza. Rostálást követően általában 2–4 mm-es szemcsenagyságú frakcióját használják, de fontos a pihentetés és az áztatás vagy átmosatás, mielőtt növénytermesztésre használnánk, noha a növényekre káros anyagokat nem minden esetben tartalmaz. A káros sófelhalmozódás megakadályozásra a termesztés során is érdemes időközönként nagyobb vízadaggal kimosatni a közeget.

Kőzetgyapot. Vízkultúrás termesztésben jelenleg a leggyakrabban alkalmazott közeg, melyre a legnagyobb felületen hajtatott zöldségfajok esetében a teljes termesztéstechnológia kidolgozott. Eredetileg építőipari szigetelőanyag. Alapanyaga bazalt, mészkő és koksz, amelyeket 4:1:1 (egyes terméktípusok esetében 3:1:1) súlyarányban 1500–1800 °C hőmérsékleten megolvasztanak, és 0,005 mm vastagságú, hosszú szálakat húznak belőlük. A szálakat azután összepréselik, gyantával összeragasztják, és a szükséges méretre, kisebb-nagyobb kockákra, téglatestekre vágják, esetenként UV-stabil fóliába csomagolják *(41–42. ábrák)*. Dísznövénytermesztésben kőzetgyapot granulátumokat is használnak gyökérközegként. A kőgyapotban a szálak térfogata 4–8%, míg a pórusok térfogata 92–96%. A vékonyabb kapilláris pórusok vízzel te-



41. ábra. Kőzetgyapot vetőelem (balról) és palántanevelő kocka (jobbról), a palántanevelés különböző fázisaihoz *(Fotó: dr. Slezák Katalin)*



42. ábra. Paradicsomhajtatás kőzetgyapot táblán *(Fotó: dr. Slezák Katalin)*

lítődnek, míg a vastagabbak alakítják ki a gyökérzet számára az optimális levegőellátottságot. Kémhatása kissé lúgos, inert, steril közeg, a többi szervetlen közeghez képest jóval nagyobb víztartó képességgel rendelkezik. Fajsúlya 45–100 kg/m^3 közötti, hazánkban az 50–75 kg/m^3-es tartományba eső kőzetgyapot használata javasolt.

A növények igényeihez, és a termesztéstechnológia sajátosságaihoz alkalmazkodva többféle terméket forgalmaznak, melyek között méretben, szálszerkezetben, tartósság tekintetében vannak különbségek.

Ma már léteznek agyagszemcséket is tartalmazó kőzetgyapot termesztőtáblák, melyeknek a vízmegtartó képessége jobb, mint az egyszerű kőzetgyapoté, s az agyagszemcsék képesek némi tápanyagot is lekötni. Olyan termesztésmódnál javasolt alkalmazásuk, ahol az egyenletes tápanyag- és vízadagolás nem megoldott (pl. palántanevelés).

Mivel a magvetés, a palántanevelés, valamint a hajtatás is kőzetgyapotban történik, lehetőség van arra, hogy a növények gyökérképződése tűzdeléskor, ültetéskor is zavartalan legyen, így a palántanevelés, valamint a hajtatás során a növények fejlődése gyors, a technológia pedig teljesen steril lehet. Ennek eredményeként általában a kőzetgyapotos hajtatás eredményezi – természetesen megfelelő fajtaválasztás, valamint környezeti szabályozás mellett – a legnagyobb terméshozamokat.

Napjainkban a kőzetgyapot terjedését az elhasznált közeg kezelésének problémája kissé gátolja. A legtöbb, kőzetgyapotot használó üzemben a hajtatásból kikerülő közeg megsemmisítése, más célú felhasználása nem megoldott, így évről évre nagy mennyiségű, környezetet terhelő hulladék képződik.

Üveggyapot. 10–30 ìm vastag üvegszálakból álló közeg, melyben az üvegszálak legtöbbször szabálytalanul, összekuszálódva állnak, és térszerkezetüket speciális műgyantával tartósítják. Elsősorban az építőiparban használják, mint hő- és hangszigetelő anyag, de ismert kertészeti felhasználása is. A kőzetgyapothoz hasonló táblás

vagy más formára vágott kiszerelésben kapható, s többé-kevésbé felhasználása is ahhoz hasonló. Steril, inaktív közeg. Tapasztalatok szerint az üveggyapotban nevelt növények viszonylag generatív habitusúak, ezért a fajtaválasztás, az öko- és fitotechnikai munkák során előnyben kell részesíteni a vegetatív irányba ható tényezőket.

4.2.3. Műanyagok (szivacsok, habok stb.)

A gyökérrögzítő közegként használt műanyagok szerkezete általában a zöldségfélék számára megfelelő, homogenitásuk és sterilitásuk kiváló. Pufferképességük nincsen, kémiailag inaktívak. Fizikai szerkezetüket hosszú időn keresztül (sok éven át) megőrzik. Mivel teljes mértékben ipari előállításúak, állandó minőségük garantálható. Hátrányuk a sokszor szélsőségesen alacsony fajsúly (mely kezelhetőségüket ronthatja), kedvezőtlen hidrofób tulajdonságuk, valamint az, hogy a termesztés végén, a növényházakból kikerülve, környezetvédelmi szempontból jelentős gondokat okoznak.

Poliuretánéter (PUR) hab. Kertészeti elnevezése Agrofoam szivacs. A Kecskeméti Főiskola Zöldségtermesztési Tanszéke több éven keresztül vizsgálta a PUR szivacsok vízkultúrás felhasználhatóságát. Víz- és levegőmegtartó képességük jó. Könnyen fertőtleníthetők (140 °C-ig hőstabil, tehát hővel sterilizálható), akár 10–15 évig is használhatók. Többféle sűrűségben beszerezhetők, a jó levegőellátottsághoz a 80–90 kg/m^3 sűrűségű szivacs a legmegfelelőbb.

Duroplaszt hab. Ismert kereskedelmi nevén Oázis (Oasis), fenol-formaldehid gyanta hab. Szilárd szerkezetű, nyitott pórusú, jó víztartó képességű anyag. Tömegének 40-szeresét veszi fel és tartja meg vízből. Levegőgazdálkodása a zöldségfélék gyökereinek igényeit figyelembe véve nem kielégítő. Kémhatása stabil, semleges, kálium-hidrokarbonát oldattal történő átmosatással inaktív közeggé tehető. Kertészetekben dugványgyökereztetéshez és magvetésre egyaránt használják, de fő felhasználási területe a virágkötészet. A duroplaszt habot az építőiparban szigetelőanyagként használják, s a gyártása során keletkező törmeléket (max. 4 cm átmérőjű darabok) fóliatömlőbe csomagolva értékesítik vízkultúrás termesztés gyökérrögzítő közegeként.

Polivinilklorid (PVC) pálcikák. Kissé érdes felületű, 1–2 mm vastag, 3–5 mm hosszú pálcikák. A közegnek nagy a levegőáteresztő képessége. Fajsúlya 60–150 kg/m^3. Németországban elterjedten használják gyökérrögzítő közegként, Biolaston néven ismert.

Polisztirol (hungarocell) golyók. Erősen hidrofób tulajdonságú, kis fajsúlyú közeg (ezért önmagában alkalmazva a növényeket nem tartja stabilan). Főként földkeverékek térfogatsúlyának csökkentésére vagy talajjavításra használják, 2–5 mm-es szemcsenagyságú frakcióját.

4.2.4. Keverékek

A termesztés során gyakori, hogy a különböző alapanyagok homogén keverékét (pl. tőzeg-homok, tőzeg-perlit) használják *(43. ábra)*, vagy a tartóedényben rétegesen váltakozva helyezik el *(44. ábra)*.

A földkeverékek fő alkotóelemei a különféle tőzegek, komposztok, valamint kiegészítésül tartalmazhatnak ásványi eredetű anyagokat (pl. zeolit, bentonit, alginit) és

43. ábra. Tőzeg-perlit keverékbe ültetett paradicsomnövény *(Fotó: dr. Slezák Katalin)*

44. ábra. A vödör alján elhelyezett, nagyszemcsés perlit segíti a drénvíz elvezetését, valamint gátolja, hogy a gyökerek kijussanak a termesztőedényből *(Fotó: dr. Slezák Katalin)*

műtrágyát. Az előre bekevert termékek szállítása során ügyelni kell rá, hogy az eltérő fajsúlyú és szemcseméretű alkotórészek szétrázódhatnak, így ilyen esetekben a keverék homogenitása megszűnik.

A keverékek lehetnek gyári (ipari) földkeverékek, ún. egységföldek. Ezek jellemzője, hogy több növényfaj (egy-egy meghatározott növénycsoport) számára ajánlottak, nagy tömegben gyártják őket, ezért viszonylag olcsók, de nem rendelkeznek a speciális, egy-egy fajra kidolgozott földkeverékek több kedvező tulajdonságával (talajfizikai tulajdonságai egy általános növénymodellre, nem az adott fajra beállítottak). Magyarországon zöldséghajtatáshoz ajánlott első, s ma is legismertebb földkeverék a Vegasca II, mely a mai nevén FLORASCA Környezetgazdálkodási Kft. (Sopron) terméke. Használatát a zöldségtermesztésben szinte minden területen (palántanevelés, zöldséghajtatás) általánosan ajánlják. Makro- és mikroelemekkel jól ellátott, 6,0–7,5 pH-jú keverék. Alkotóelemei: hansági tőzegek, komposzt, adalékanyagok.

Az előre gyártott keverékek fő felhasználási területe a zöldségtermesztésen belül a palántanevelés.

A saját földkeverékeket általában többéves, saját termesztési tapasztalatok alapján állítják elő a termesztők. Legtöbbször valamilyen tőzeghez, esetleg kókuszrosthoz kevernek perlitet, homokot vagy más lazító anyagot. A keverék előállításakor, az anyagszükséglet számítása során ügyelni kell arra, hogy különböző szemcseméretű készítmények keverésekor a kiinduláskori térfogatok nem adódnak egy az egyben össze (a kisebb szemcsék kitöltik a nagyobbak közti réseket).

Egyes talaj nélküli termesztési rendszerekben előfordulhat, hogy a palántanevelés és a hajtatás közege eltérő. Ekkor a növények gyökerének más közegbe való beszövődése a „normál" növekedésnél lassabb folyamat, mely a dinamikus növekedés hosszabb-rövidebb idejű megtörését okozhatja.

A közeg megválasztása szorosan összefügg a termesztéstechnológia egyes elemeivel, főként az alábbiakkal:

- tartóedény, drénvízelvezetés,
- öntözés-tápoldatozás (mennyiség, gyakoriság, összetétel – vegetatív-generatív egyensúly!),
- fajtaválasztás,
- fitotechnikai munkák,
- növényvédelem.

4.3. A közegek elhelyezésének elmélete és gyakorlata

A termesztésben használt rendszerek felépítése igazodik a növények általános szükségleteihez és a technológiából adódó sajátos igényeik kielégítéséhez. Több gazdaságos rendszer létezik, ezért a választás előtt meg kell vizsgálni, hogy melyik lesz a legalkalmasabb az adott növény termesztéséhez, adott berendezésben és adott műszaki színvonal mellett.

4.3.1. Az elhelyezési rendszer megválasztásának szempontjai

Az első legfontosabb vizsgálati szempont az, hogy az adott technológia hogyan illeszthető a termesztőberendezésünkbe. Alacsony fóliasátorban, ahol a hosszúkultúrás termesztés nem valósítható meg, csak a hagyományos, táblás rendszer alkalmazható. Konténeres rendszerrel vagy emelt csatornával még jobban szűkül a légtér, lehetetlenné téve a hajtatást. Magas berendezésekben bármelyik rendszer működtethető, ott a költség és a technológiai alkalmasság játszik döntő szerepet. Indításkor legolcsóbbak a sima táblás rendszerek, ahol a közeg a földre van elhelyezve, a terület borítása vékony fóliával történik.

A költséget növeli, ha a táblák alá hőszigetelő anyag kerül (légbuborékos fólia, nikecell) vagy a közeget drént összegyűjtő csatornába helyezik el. A terület előkészítésének költsége és megvalósíthatósága úgyszintén döntő szerepet játszik.

Kötött talajokon, keskeny, hosszú berendezésekben a drénárok készítése és a precíz területrendezés a csatornákhoz munkaigényes, nehezen gépesíthető. Indításkor legdrágább a felfüggesztett csatornarendszer, amely a legpontosabb termesztésirányítást teszi lehetővé a műszakilag erre alkalmas házakban.

Fontos megvizsgálni, hogy milyen költséggel jár a rendszer betelepítése, és hogy a használatából származó előnyök mennyi idő alatt hozzák vissza a befektetést. Jellemző, hogy a technológia változtatását megelőzi az öntözőrendszer újjátervezése. Össze kell hangolni a növény igényeinek megfelelően a termesztőközeg mennyiségét és vízkapacitását. A minimálisan alkalmazott közeg nagymértékben függ az öntözőrendszer teljesítményétől. A mennyiségét nem lehet csökkenteni, amennyiben az öntözőrendszer nem képes tökéletesen ellátni a növényeket vagy a gazdaságban a műszaki megoldások időszakosan bizonytalanná teszik a vízellátást. Paradicsomnál az 1 liter közeg-

ben lévő tápoldat télen 1 napos, nyáron 30 perces ellátásra elegendő. Ebből következik, hogy a 2–3 órás műszaki hiba (áramszünet, szivattyú meghibásodása) nyáron az egész állomány pusztulásához vezethet.

A különböző növények fejlődésére, irányítására az egyes tényezők eltérő hatással vannak. A rendszer kiválasztásával optimalizálhatjuk a termesztést és befolyásolhatjuk, hogy milyen távolságra kerüljenek egymástól a növények. A köztük kialakult mikroklíma és az egymás közötti árnyékolás megváltoztatja a növekedési ütemet és a fiziológiai folyamatokat. Ettől függ a generatív-vegetatív irányítás lehetősége, a növényvédelmi lehetőségek és a klímaszabályozás. A páraigényes, gyorsan növő uborka jobban fejlődik, ha a termesztés elején a növények közel vannak egymáshoz. A sekély gyökérrendszer a szélesebb táblában könnyebben fejleszti a gyökereket (V rendszer, 20 cm széles tábla). Télen a paradicsom nagyon érzékeny a magas páratartalomra és a fényhiányra, ami a V rendszerekben fordul elő.

Egyre jobban előtérbe kerül, hogy a rendszer alkalmazása mekkora munkaigénnyel jár és a kultúraváltás milyen gyorsan történik. A drágúló munkaerő, a gyors és hatékony munkára való igény előtérbe helyezi a kőgyapotos csatornás rendszereket. A függesztett csatornarendszer alkalmazása akár 25–30-szoros munkaerő-megtakarítást eredményezhet. A kultúra indítását a termesztőberendezés, az öntöző-, közegtartó rendszer és a közeg fertőtlenítése előzi meg. Pontos megvalósítása a következő termesztés alapja, így ezzel számolni kell a rendszer választásakor.

4.3.2. Táblás elhelyezés

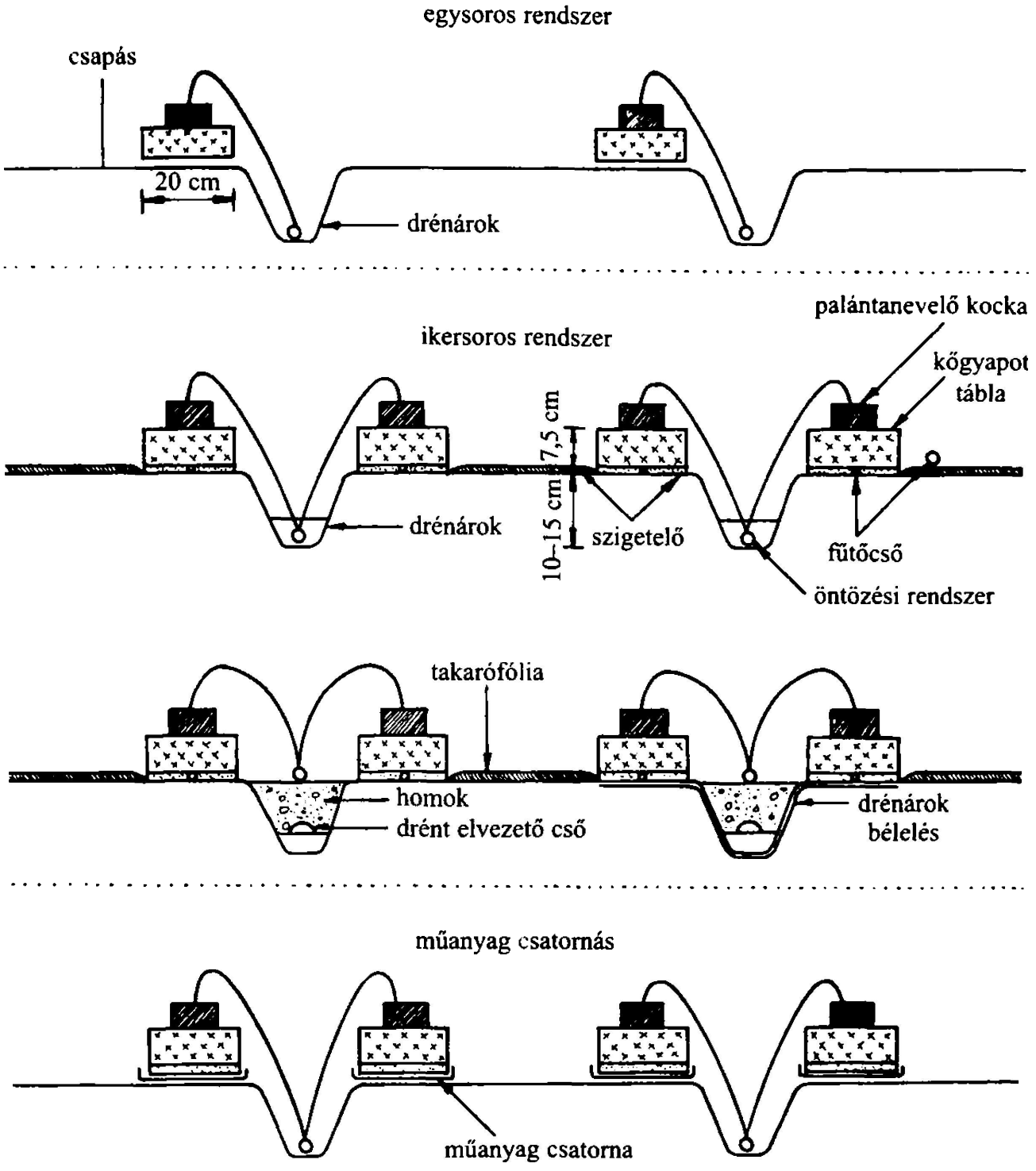
4.3.2.1. Elhelyezési típusok

A táblás rendszer a közeg elhelyezése alapján lehet egysoros, ikersoros, illetve több soros *(45. ábra)*, a mozdíthatósága alapján pedig stabilan egyhelyben álló vagy mozdítható.

Az egysoros elrendezés azoknál a kultúráknál javasolt, amelyek nagy légteret igényelnek és az ültetési sűrűség lehetővé teszi a sorok elhelyezését minimum 150 cm-re egymástól. 20 cm széles, 7,5 cm magas táblák esetén csak 6–9 liter közeg kerül egy négyzetméterre. A folyóméterenként ültethető növényszámot a faj, a fajta és az ültetési időpont határozza meg. Szinte minden esetben a fénykihasználás érdekében a közeg felett 2 huzal van 60–70 cm távolságban egymástól, és ezekhez kötik fel a növényeket. Ezt a rendszert, ahol 2 drót van és az egyik szár jobbra, a másik pedig balra kerül, V rendszernek nevezik. Használata több előnnyel jár: kevesebb közeget kell kezelni, ezáltal olcsóbb – nemcsak az ára miatt, de a közeg be- és kihordása is kevesebb munkát igényel.

A paradicsom esetén egy kockában 2 palánta nevelésével a költség még inkább csökkenthető, és jobb gyökeresedés érhető el. A rendszerben nagyobb távolság van a sorok között, a fűtőcsövek távolabb vannak a közegtől, ezáltal a fűtés magasabb hőmérsékleten üzemeltethető.

A termesztés elején a munkavégzés során könnyebben lehet mozogni, és a táblák védelme jobb a mechanikai sérülésekkel szemben. Szélesebb pályát lehet készíteni a művelőkocsiknak, ezáltal az emberek nagyobb biztonsággal tudnak dolgoz-



45. ábra. Táblás rendszerek elhelyezési változatai *(Fotó: Szőriné Zielinska Alicja)*

ni. A V rendszerek hátrányai közül a legfontosabb, hogy a kicsi közegmennyiség miatt korlátozott a választék. Csak a jó vízmegtartó, „vizes" anyagok alkalmazhatók (kőgyapot esetén az optimális mennyiség 8–12 liter/m^2). A rendszer érzékeny a vízhiányra, a kezdeti növényápolást és vezetést megnehezíti a növények sűrűsége. Ezenkívül a termesztési hibák korrigálása nehezebb, tovább tart. Az ültetést korábban kell végezni, főleg ha 2 növényt ültetünk egy-egy kockába. A táblákban az EC- és pH-szabályozást megnehezíti a nagy teljesítményű öntözőrendszer, a sűrűn elhelyezett csepegtetőkkel.

Alkalmazása javasolt paradicsom-, uborka-, görög- és sárgadinnyehajtatásban.

46. ábra. Műanyag csatornarendszer földre elhelyezve *(Fotó: Szőriné Zielinska Alicja)*

A táblák elhelyezése történhet közvetlen talajra, akkor a drén elvezető árok a sor egyik oldalán van, általában a kevésbé használt út felől. Amennyiben a közeg talajra elhelyezett műanyag csatornába kerül, nincs szükség drénárkokra, a túlfolyás a csatornán belül folyik le *(46. ábra)*. Ez esetben a tereprendezés precíz kivételezésével megakadályozható a pangó víz keletkezése a csatornában. Amennyiben a csatorna fémből készül, lehetőség van a szintezésre, így tereprendezési pontatlanságok nem károsítják meg a növényeket. A talajra fektetett csatornarendszer költséges és nem biztosítja azokat az előnyöket, amelyeket a termesztőház szerkezetére felfüggesztett csatorna.

A felfüggesztett csatornás rendszerben *(47. ábra)* úgyszintén 1 sor közeg van, a növényeket 2 drótra kötik fel. Az első kísérletekben 130–160 cm magasra rögzítették, lehetőséget biztosítva arra, hogy az új ültetés még az előző kultúra kidobása előtt történjen. A rendszer csak részben vált be, elsődlegesen a mesterséges megvilágítással rendelkező berendezésekben. Módosított változatánál a felfüggesztési magasság 50–60 cm lett, a csatorna profilja tökéletes vízelvezetést biztosít; megfelelően munkatakarékos és precíz termesztést tett lehetővé. Előnye, hogy a közeg nedvességtartalma egyenletes, a drén könnyen kifolyik a táblákból, a növények gyökerei pedig nem nőnek ki a táblákból. Az ápolási munkákat könnyebb elvégezni, a szedhető termés derékmagasságban van, így hatékonyabb a munka. A levelezés úgy végezhető, hogy a levél a csatorna alatt marad, és azt csak időnként távolítják el a házból. A klímaszabályozás egyszerűbb, precízebb. Hátránya, hogy a növények távolabb vannak a fűtőcsövektől, és ezért télen, amikor erősebben kell irányítani őket generatív irányba, nehezebben szabályozható a klíma. A csatornák felszerelésének feltétele, hogy a támrendszer magassága 4–4,5 méter legyen, a berendezés teherbírása pedig legalább +17 kg/m^2 (csatorna és kőgyapot súlya). Költséges beruházás, a termesztés végén több anyagot kell tisztítani és fertőtleníteni.

47. ábra. Felfüggesztett csatornás rendszer *(Fotó: Szőriné Zielinska Alicja)*

Az ikersoros rendszerben *(48. ábra)* az ültetési rend leginkább a hagyományos, talajos elhelyezésekhez hasonlít. A táblák 50–70 cm távolságban, két sorban helyezkednek el, a közöttük lévő helyen történik a drén elvezetése. Az ikersorok közötti 80–100 cm-es csapáson helyezkedik el a fűtőrendszer, és onnan történik a művelés. A 15–20 cm széles, 7,5 cm magas táblákat egybe összetolva, egymáshoz közel vagy 10–30 cm-es réssel rakják le a földre. A rés nagysága számolás eredménye, és attól függ, hány növényt szeretnénk kiültetni egy sorba, illetve hány növény ültethető egy

48. ábra. Ikersoros táblás elrendezés *(Fotó: Szőriné Zielinska Alicja)*

táblára. Ebből következik a táblák száma. A sor hosszát elosztjuk a táblák számával és eredményül megkapjuk a távolságot, amely magában foglalja a tábla hosszát és a rést. A rendszer nagyon jó fénykihasználást biztosít, a növények vertikális eloszlása egyenletes. Ez lehetőséget ad nagyobb mennyiségű közeg használatára. Mindegyik növényhez és berendezésben javasolható.

A többsoros rendszer olyan növényeknél alkalmazható, amelyek nem igénylik a rendszeres ápolást és az összes termés egy időben érik. A táblák közti távolságot és a csapások elrendezését a növények növekedési erélye határozza meg. Keskenyebb, 10–15 cm széles és 5–7,5 cm magas táblákra – zöldség esetén – saláta hajtatásában használják. Amennyiben a közeg csatornákban van és lehetséges, hogy a növények növekedésével a csatornák közti távolságot folyamatosan növeljük, lényegesen javítható a hely kihasználtsága. A termesztés teljes automatizálására jó például szolgálnak egyes „salátaüzemek".

A hidrokultúrában, tápoldatozással több vizet adagolunk a közegbe, mint amennyit a növény felhasznál. Erre azért van szükség, hogy a táblákat átöblítve szabályozza a gyökérzóna paramétereit, majd drénvíz formájában elfolyik a rendszerből.

A drén kezelése szempontjából a rendszer lehet nyitott vagy zárt.

Nyitott rendszernél a táblákból kifolyó folyadék szabadon elszivárog a talajba. Főképp a déli országokban, meleg klímában használják vagy ott, ahol az altalaj homokos. Növeli a páratartalmat a berendezésben, de mivel a környezetet erősen szennyezi, használata nem javasolt. Magyarországon a drén gyűjtése leggyakrabban a talajra elhelyezett fóliával történik. A biztonságos gyűjtés a precíz tereprendezés után ott valósítható meg, ahol legalább 2 réteg fóliát helyeztek el és a talaj lakói (vakond) nem teszik tönkre azt. A gyűjtőárokba bekerülő szerves anyagok, termések, levélmaradványok növelik a Botrytis fertőzöttséget. Ezen kívül egy-egy mélyedésben megálló tápoldatban algák fejlődnek, ezáltal a drén alkalmassága a cirkulációs rendszerhez csökken.

Tökéletes, veszteség nélküli gyűjtést a *csatornás rendszerek* biztosítanak. A legegyszerűbb a tábla szélességénél 2–5 centiméterrel szélesebb műanyag csatorna, amelyet a földre fektetnek, és a táblákat abban helyezik el. Ügyelni kell a precíz tereprendezésre, hogy a víz sehol ne álljon meg, a gyökerek ne álljanak pangó vízben. Fontos, hogy a növények gyökerei ne jussanak át a szomszédos táblákba. Ezt biztosítja a szabad távolság a tábla és csatorna között, és a táblák alá elhelyezett nikecell réteg. A fémcsatornának stabilabb tartása van, de a vizes táblák súlya alatt átveszi a talaj felszini lejtéseit.

A drén elvezetésben valamelyest segít, ha a csatorna alja nem sima, de így is szükséges a nikecell réteg. Amennyiben a fémcsatorna szabályozható magasságú alátámasztókon fekszik, a javasolt 2%-os lejtése beállítható. Gyakori, hogy a fűtőcső is ezeken a támasztókon fekszik. Nagy előnye, hogy ezáltal a termesztés alatt is javítható a vízelvezető képessége.

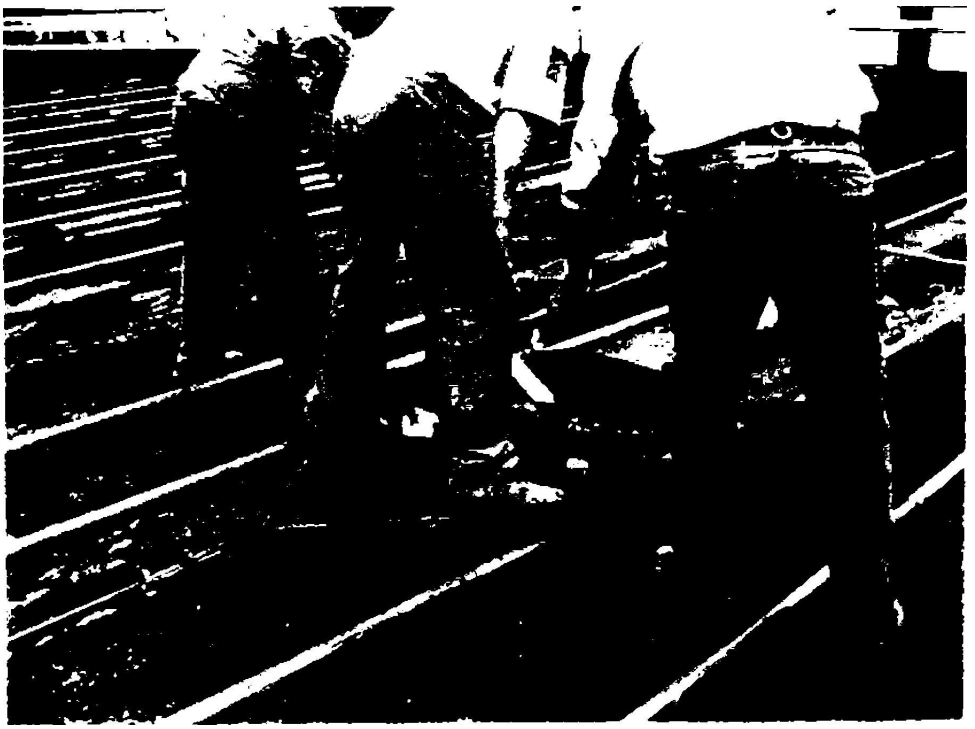
A többsoros rendszereknél gyakori, hogy a csatornák mozdíthatók, a növények növekedésével változik a közöttük lévő távolság. A legegyszerűbb megoldás a fűtőcsövekre helyezni a csatornákat és rendszeresen (heti 1 alkalommal) arrébb csúsztatni. A salátatermesztési folyamat már teljesen automatizálható, kézi munkára csak a növények ültetésénél és a végén, a szedésnél van szükség.

4.3.2.2. Alkalmazható közegek

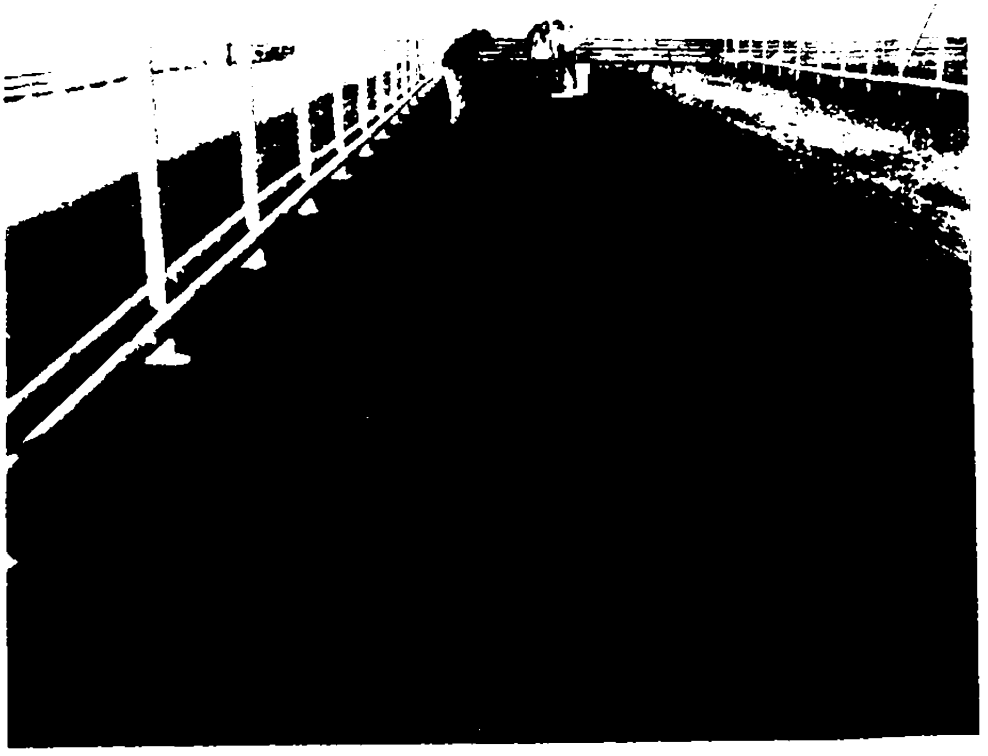
A táblás termesztéshez csak azok a közegek alkalmazhatók, amelyek erős tartással rendelkeznek, és a borításhoz elegendő vékony fóliát használni. A hajtatásban leggyakrabban a legjobb eredményeket produkáló *kőzetgyapotot* használják. Többféle méretben és sűrűségben, bármelyik rendszerben alkalmazható. A másik szervetlen anyag a *poliuretán hab*. A szerves közegek közül használják a szalmabálát és kókuszháncsból préselt paplant. Az álló fóliazsákokban történő hajtatás átmenetet jelent a táblás és konténeres termesztés között. Feltöltésükre tőzeg, kókuszháncs és faforgács alkalmas.

4.3.2.3. A táblás rendszerek kialakítása, megvalósítása

A rendszerek megvalósítása a terület előkészítésével kezdődik *(49–50. ábrák)*. A berendezésben megtervezzük a drénelvezető árkok helyét és a magassági szinteket, majd ezt feljegyezzük az oszlopokra. Amennyiben a berendezésben a talajszint a behordott szerves anyagoktól magas, a tereprendezés előtt távolítsuk el egy részét, hogy megfelelő belső magasságot kapjunk. Ezt követi a durva szintalakítás, amelyet munkagépekkel végeznek. Cél, hogy a terep lejtése 2% legyen, a sorvégi drénygyűjtő árkok irányában. A kisebb lejtés nehezíti a vízelvezetést, nagyobbnál pedig eltérő nedvesség alakul ki a táblák két vége között, ezen kívül egyenetlenné teszi a vízadagolást is. A precíz szintezést és a gyűjtőárkok kialakítását a talaj minőségétől függően végzik. Laza, homokos talajon elegendő az enyhe tömörítés, majd az árok kihúzása kézzel vagy speciális tálcával. Az árokból kikerülő föld a csapáson szétterítve, ott enyhén megemeli a szintet. Ez biztosítja, hogy a kondenzvíz könnyen lefolyik a csapásról és a takarófólia nem csúszik. Erősen kötött talajokon a pontos szintezés a föld felrotálása után lehetsé-



49. ábra. Tereprendezés – drénárok készítése *(Fotó: Szöriné Zielinska Alicja)*



50. ábra. Tereprendezés befejezése *(Fotó: Szőriné Zielinska Alicja)*

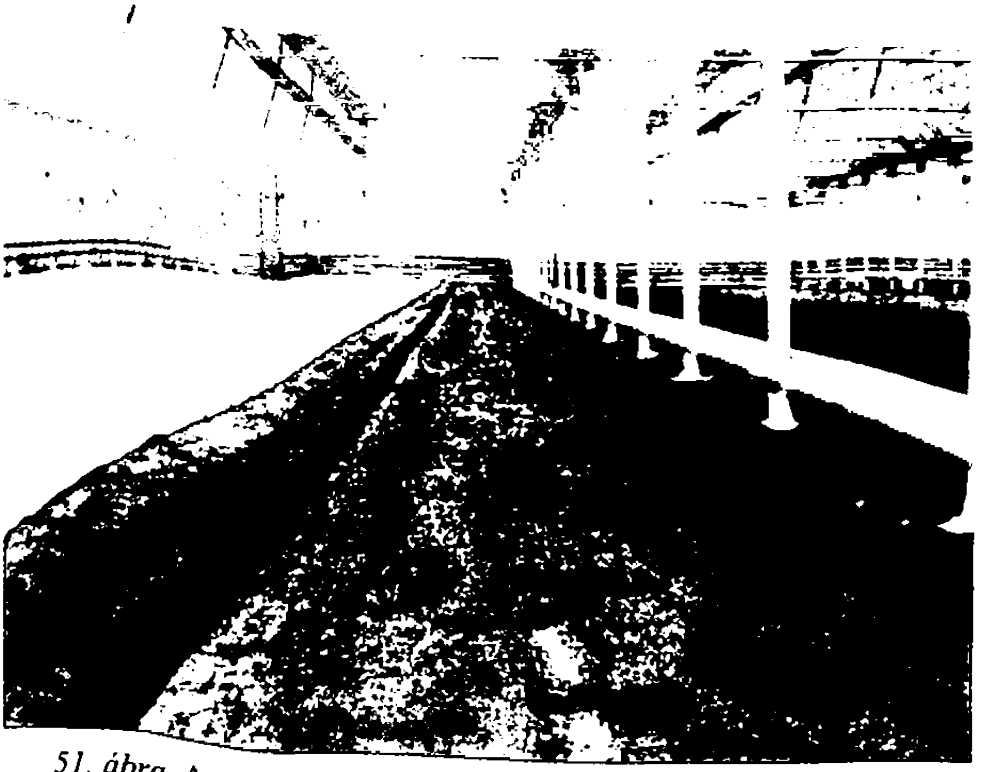
ges. Optimális esetben az árkok mentén elhelyezett tábla hosszanti lejtése 2%, szélességben pedig az árok felé maximum 1%. Túl magas lejtésnél a táblák könnyen becsúsznak az árokba, hiánya esetén pedig a drén könnyen kifolyik a csapásra.

A csatornás rendszereknél csak a ház szélén lévő, gyűjtött drén elvezetését kell megoldani.

A tereprendezést követi a terület letakarása *(51. ábra)*, amellyel elszigeteljük a talajt – és a benne lévő kórokozókat, kártevőket – a berendezés belsejétől. Nem minden esetben előnyös a talajevaporáció és a hőpuffer csökkenése. A letakaráshoz többféle anyag használható. A sima, tejfehér 0,05–1 mm vastagságú fólia télen 50–100%-kal javítja a ház fényviszonyait azáltal, hogy visszaveri a fényt. A vékonyabb változat egy rétegű és 1 éven keresztül használható, a vastagabb többéves és 2 rétegből áll. Az alsó fekete része gátolja a gyomok csírázását. A dréngyűjtő árkokba a biztonságos vízelvezetés érdekében kettő vagy három réteg fólia kerül. Rossz tereprendezés esetén a mélyedésekben könnyen megáll a víz, csúszóssá téve a felületet. Hosszan tartó kultúráknál, csatornás rendszereknél a tartós fóliaszövet-borítás garantálja, hogy a víz sehol nem áll meg, a szárak, levelek lerakhatók a felszínükre. A fólia széleit rögzítjük, középen pedig majd a fűtőcsőrendszer akadályozza a csúszást.

A fólia lefektetése után helyezik el az öntözőcsöveket és a vegetációs fűtés csöveit *(52. ábra)*.

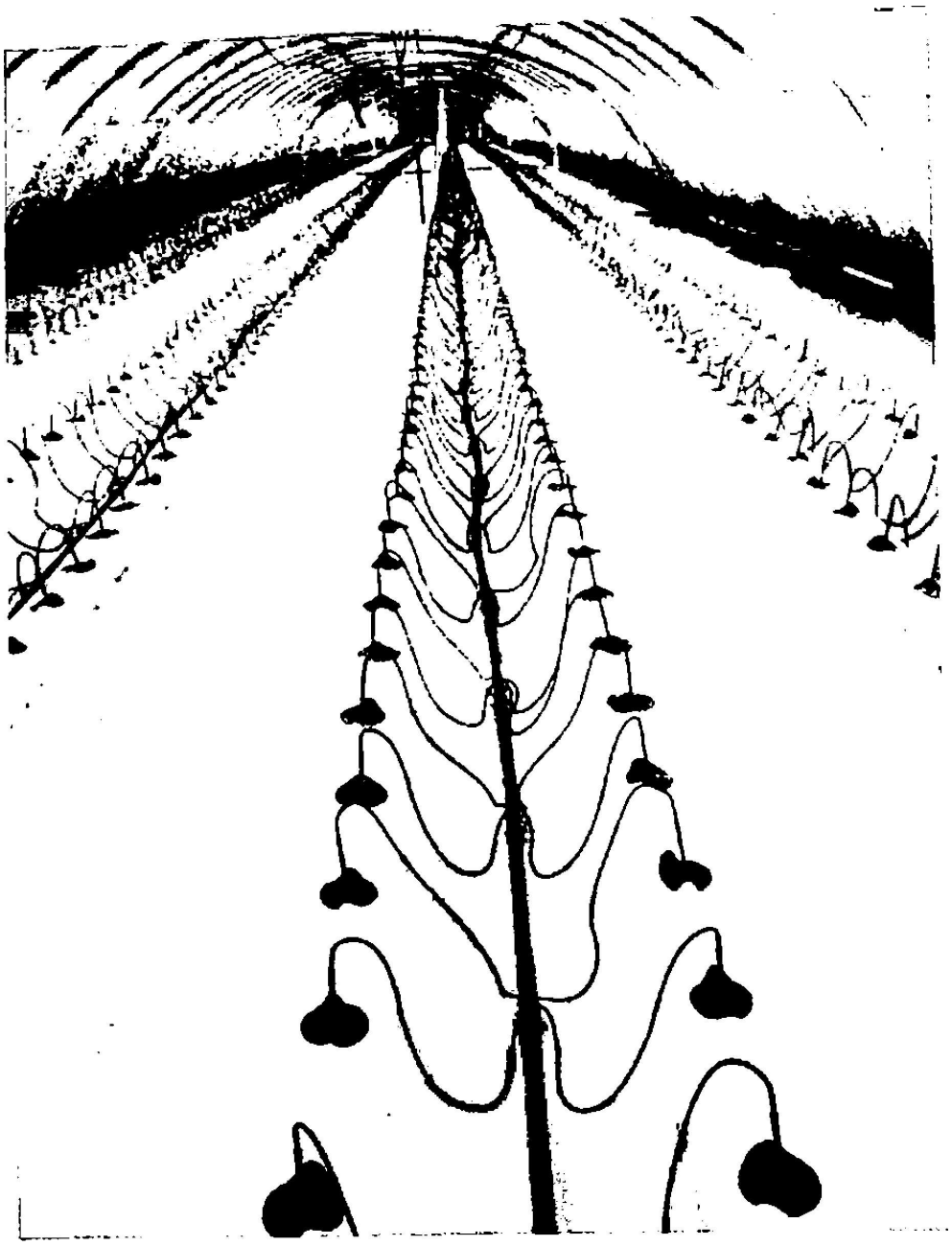
A legtöbb esetben a táblákat közvetlenül a talajra, illetve csatornákba helyezzük el. Téli termesztés esetén, a melegigényes növényeknél kedvező a hőszigetelő réteg lerakása a táblák alá. A 2–3 cm vastag, tábla méretű nikecell lemezek vagy a tábla szélességű légbuborékos fólia elszigeteli a tábla alján lévő gyökereket a hideg talajtól. A táblák elhelyezésénél fontos, hogy milyen irányban rakjuk le. Minden esetben követni kell a gyártók javaslatát, az eredetileg csomagoltaknál pedig a felirat irányát. Master típusú grodan tábláknál a sűrű réteg kerül felülre.



51. ábra. A talaj takarása fóliával *(Fotó: Szőriné Zielinska Alicja)*

52. ábra. Öntöző- és fűtőrendszer elhelyezése *(Fotó: Szőriné Zielinska Alicja)*

A közeg feltöltése csepegtető rendszeren keresztül történik. A táblák tetején kivágjuk a palántanevelő kockáknak alkalmas lyukat, belerakjuk a csepegtetőt és a nyári melegben közvetlenül, télen pedig az ültetés előtt 1–2 nappal töltjük fel a megfelelő összetételű és töménységű tápoldattal *(53. ábra)*. A kőgyapot akkor kész az ültetésre, amikor a táblát borító fóliazsák teljesen megtelik. Hibás, lyukas csomagolásnál a tápoldat kifolyik, szintje nem éri el a tábla tetejét. Ez esetben a hiányzó vizet tömlővel



53. ábra. Ültetésre kész berendezés *(Fotó: Szőriné Zielinska Alicja)*

kell pótolni. A kókusztáblák vastagsága az öntözés ideje alatt megnő, és ekkor érik el a megfelelő térfogatot.

Ültetés előtt vagy legkésőbb ültetés után 3–4 nappal a táblákat borító fólia aljában biztosítani kell a drén elfolyását. Késsel, a tábla élén (alja és oldala), méterenként 1 darab, kb. 4 centiméteres vágást végzünk. Optimális EC- és pH-szabályozás lehetséges, ha a kivágás a tábla legalacsonyabb pontján, és nem az öntöző tüske alatt van.

4.3.2.4. Másodültetés

A költségek csökkentése miatt Magyarországon a termesztőközeget gyakran két éven keresztül használják. A másodültetés egyszer vagy akár már többször használt táblákra történik, ahol több fertőzés is előfordulhat. A kitakarított ház fertőtlenítését úgy kell elvégezni, hogy a régi kocka a táblán marad, és védi azt az erősen mérgező vegyszerek felszívódásától. Fertőtlenítéshez használhatók rovarölő, atkaölő és általános

fertőtlenítőszerek is, de csak a megengedett töménységben. Amennyiben szükséges a táblák fertőtlenítése, a műveletet hidrogén-peroxiddal (H_2O_2) végezhetjük. Az 5%-os vegyszert csepegtetőkön keresztül 2–3 részletben juttatjuk ki az esti órákban, 200–500 ml/csepegtető mennyiségben. A hidrogén-peroxid erős oxidálószer. Lebontja a táblában lévő szerves részeket úgy, hogy oxigén szabadul fel. 1 nap kezelés után átmosatjuk a táblákat a tápoldattal, és másnap ültethetünk. A hyperoxid általános fertőtlenítő szer, de hatásfoka nem 100%-os: ahol előfordultak fertőzések, pl. paradicsom baktériumos fertőzése, nem ad védelmet, így ott javasolt a táblák kicserélése vagy a teljes gőzölés.

A régi állomány kidobása és az új ültetése között néha hosszabb idő telik el. Meleg időben a táblák könnyen veszítenek a nedvességükből, a lyukakon kipárolgó tápoldat pedig a só kicsapódásához vezet. A száraz közegben kedvezőtlen feltételek alakulnak ki a gyökér fejlődéséhez. Ez megelőzhető, amennyiben a termesztési szünetben is naponta 1–2 alkalommal adagolunk tápoldatot. Ha a táblák nedvességtartalma 55% alatti, utántöltésük csak tömlővel lehetséges. Egy hétnél hosszabb termesztési szünetnél a régi állomány palántanevelő kockáit a táblákon kell hagyni.

A vegyszermaradványok eltávolítása a fólia és táblák tisztításával (mosás) történik. Azonos helyre történő ültetéskor ezt követi a régi kocka eltávolítása vagy új ültetőhely esetén a lyuk kivágása. A növények jobban gyökeresednek, amikor új helyre kerülnek, a megmaradt régi kocka pedig gátolja a túlságos párologtatást. Az újonnan készített ültetési helyet át kell öblíteni tápoldattal (1 liter/ültetési hely), hogy a tetején kicsapódott sók ne károsítsák az új állomány gyökérrendszerét. Kerülni kell a túl alacsony EC-vel (vagy vízzel) való átmosatást, mert igaz, hogy gyorsan csökkenti az EC-t, de a későbbiekben nem tudjuk biztosítani az új állománynak a megfelelő mennyiségű tápanyagot, és a táblában pH-emelkedés következhet be.

A táblák paraméterei (nedvességtartalma, EC-je) eltérnek egymástól, attól függően, hogy mennyire volt egyenletes az állomány és milyen egységesen működött az öntözőrendszer, bár a legjobb állományban is előfordulhatnak eltérések, amelyeket az új ültetés előtt korrigálni kell. A tápoldat-korrekció a táblakivonat laboratóriumi vizsgálata alapján történik, ezzel beállíthatók a tápelemek arányai a közegben. Egyes tényezők könnyen megváltoztathatók, de a közeg alapvető paramétereit még a régi állományban, annak kidobása előtt célszerű beállítani.

Magyarországi körülmények között, az alacsony berendezésekben gyakori a két ültetés 1 éven belül nemcsak uborka, de a paradicsom és paprika esetén is. A nyári ültetés nagyon kedvezőtlen klímaviszonyok között történik: a berendezésekben a hőmérséklet nagyon magas, a páratartalom alacsony. Ezek a tényezők gátolják a gyökérfejlődést, a vegetatív növekedés lelassul. Az állandó magas hőmérséklet növeli a *Pythium* fertőzés veszélyeit, ezért ha lehetséges, hűvös, nem túl napos időben javasolt ültetni a reggeli, esetleg késő esti órákban, amikor a táblák hőmérséklete alacsonyabb mint 25 °C. A melegebb táblákra történő ültetés a gyökerek sérüléséhez vezet.

Ültetéskor vigyázni kell, hogy a kockák nedvessége egyenletes legyen, mert ez biztosítja, hogy egységesebb „helyzetből" indulnak és a növények stabilabban állnak. Gyakran a palántát közvetlenül az ültetés előtt beáztatják tápoldatba, ami maximális feltöltést biztosít. A fertőzések elkerülése érdekében javasolt az „áztató" tápoldathoz hozzáadni a gombafertőzéseket megakadályozó növényvédő szereket.

Az újra bezacskózott és feltöltött táblákra történő ültetés eltér a téli ültetéstől: meleg időben 2 nappal ültetés előtt kilyukasztjuk a fóliákat, hogy a felesleges tápoldat kifolyjon. A „vízben álló" táblák nagyon felmelegednek nappal, és hőmérsékletük eléri a levegő hőmérsékletét.

4.3.3. Vödrös (edényes) elhelyezés

Ebben a fejezetben a vödrös és egyéb a tápoldatos termesztésben alkalmazott edények töltésével és elhelyezésével foglalkozunk. Az első részben először az alkalmazott edényeket mutatjuk be, majd ezeknek elrendezésével és töltésével kapcsolatos tudnivalókat ismertetjük.

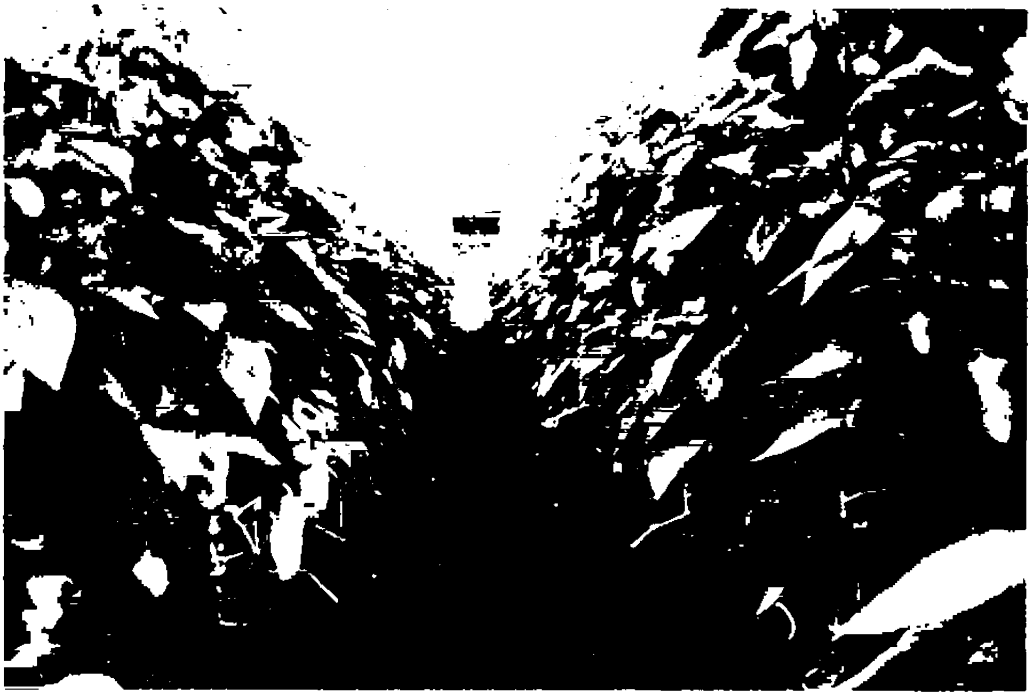
4.3.3.1. Gyökérközegek tartására alkalmas edények

A ***vödör*** tápoldatos termesztésben a legelterjedtebb edény. A vödrök minősége nagyon változó lehet *(54. ábra)*. Mindig a gyártótól és a felhasznált alapanyagoktól függenek. Legtöbbször műanyag hulladék újrahasznosításával állítják elő, az UV-sugárzás hatására két-három szezon után törékennyé válhatnak. A magyarországi termelők elsősorban könnyű beszerezhetősége és elfogadható ára miatt kedvelik.

54. ábra. A termesztésre alkalmas vödrök igen változatos minőségben és színben készülnek *(Fotó: dr. Tompos Dániel)*

A vödör alakja lehetőleg kerek, színe pedig minél világosabb legyen, mert nyáron a sötétszürke és fekete vödör könnyen túlmelegszik. Térfogata körülbelül 10–12 l, a drénvíz elvezetése céljából 6–8 db 5–7 mm átmérőjű lyuk található az alján.

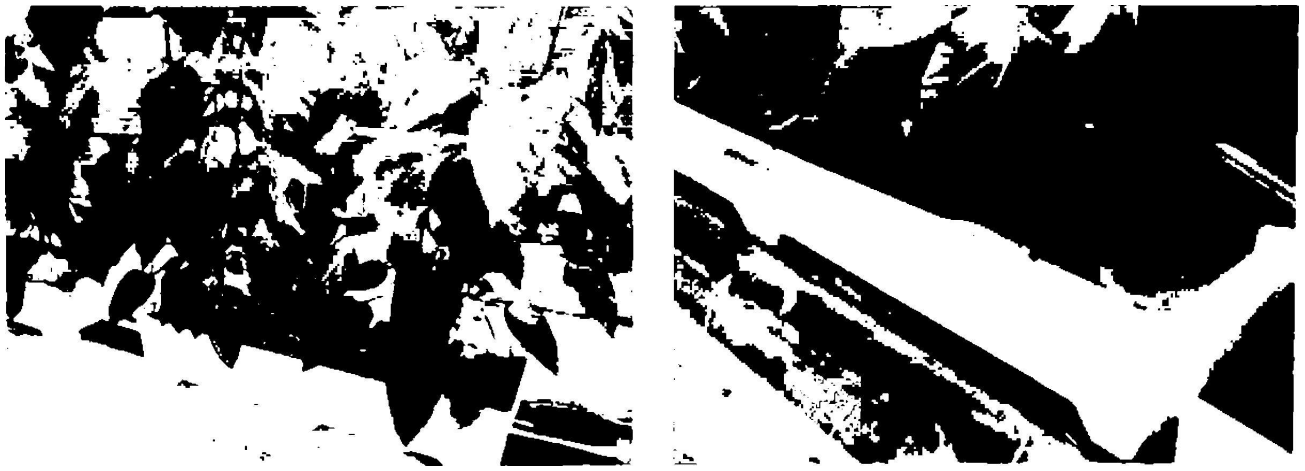
Polietilén konténereket többféle méretben és különböző színekben gyártanak. A legelterjedtebb a fekete és a fedett fehér szín *(55. ábra)*. Zöldségnövények hajtatására elsősorban a 8 literes és az ennél nagyobb méretű (10 l) konténerek alkalmasak. Előnyük, hogy olcsók, könnyűek, azonban sérülékenyek és az UV-sugárzás hatására gyorsan elöregszenek, könnyen szakadnak. Legfeljebb két (három) évig használhatók.



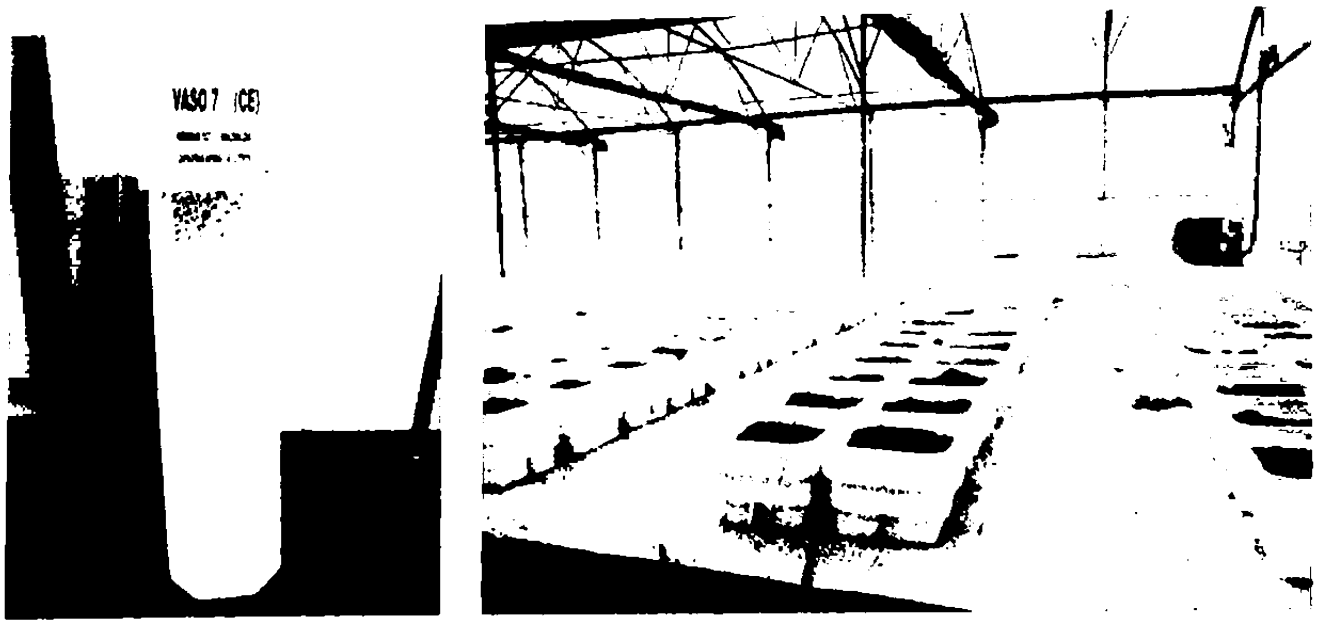
55. ábra. A termesztők egyre ritkábban használják a polietilén konténereket
(Fotó: dr. Tompos Dániel)

A fent említett „edények" mellett ***más műanyagból készült termékek*** is a termesztő rendelkezésére állnak gyökérrögzítő közegek tartására. Ilyenek például a különböző méretben kapható virág- és balkonládák. Korábban a kertészek a különböző dísznövények kiültetésre gyártott balkonládákat használták zöldségtermesztésre, de a megnövekedett igényeknek köszönhetően napjainkban már közvetlenül a tápoldatos zöldségtermesztés céljára is árulnak előre lyukasztott, speciális műanyag ládákat *(56. ábra)*. A tápoldatos termesztésben egyre több kertész ismeri fel előnyös tulajdonságaikat és használja, különösen a kókuszroston termesztők alkalmazzák előszeretettel. Hosszú ideig használhatóak, könnyen fertőtleníthetőek, viszonylag könnyűek. Hátrányukként talán a magasabb beszerzési árat lehet megemlíteni.

Speciálisan a tápoldatos zöldségtermesztés számára készítenek polisztirolból gyártott termékeket. Méretük igen változatos, a 10–12 literes vödörtől a 30–45 literes ládá-



56. ábra. Korszerű, tápoldatos termesztés céljára kifejlesztett termesztőláda
(Fotó: dr. Tompos Dániel)



57. ábra. Igen változatos formában gyártják a hungarocell edényeket *(Fotó: dr. Tompos Dániel)*

ig változik *(57. ábra)*. Magyarországon még nem terjedt el használatuk, de a mediterrán térségben (pl.: Almeria) gyakran használt termesztőedény. Általában négyszögletes keresztmetszetűek, előre lyukasztottak. Jó minőségüknek és gyártási alapanyaguknak köszönhetően jó hőszigetelők, így nyáron kevésbé melegszik fel bennük a közeg.

4.3.3.2. A konténeres rendszerek kialakítása, megvalósítása

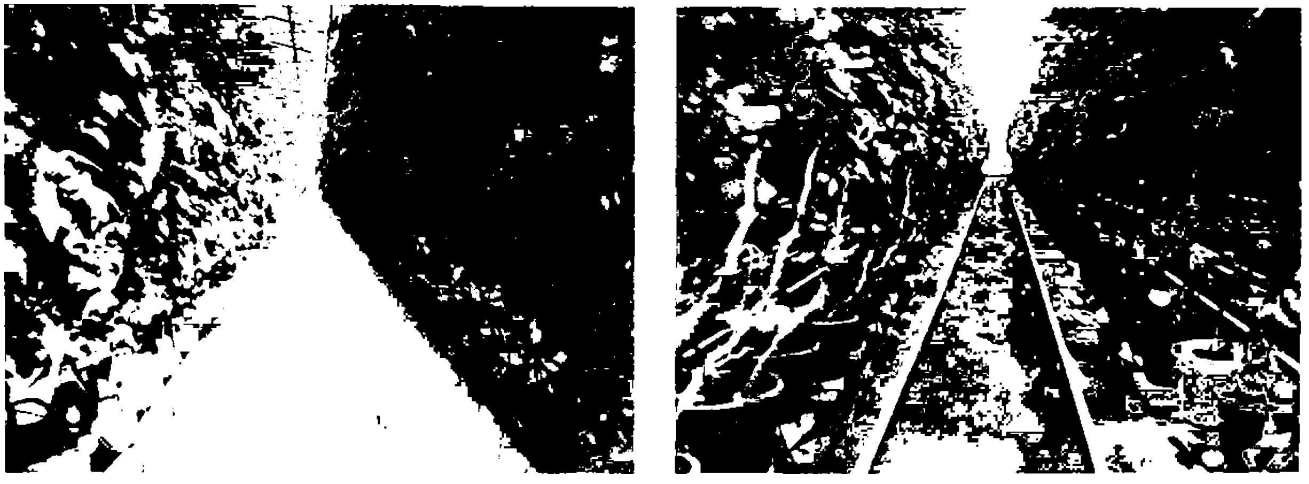
Mielőtt megkezdenénk a konténerek feltöltését a közeggel, fontos, hogy edényeinket megfelelően előkészítsük a termesztési időszakra. Használt vödrök vagy ládák esetén elengedhetetlen az edények fertőtlenítése. Ezt nátrium-hipokloritos („hipós") oldatban végezzük. Az edényeket teljesen merítsük el az oldatban legalább fél órára. Ezt követően tiszta vízzel mossuk le a teljes felületüket.

Közegtől függően a vödör, konténer, balkonláda aljára vagy oldalára legalább 6, egyenként minimum 5–6 mm átmérőjű nyílást vágjunk (fúrjunk), továbbá figyeljünk arra, hogy nem ülhet a vödör vagy láda közvetlenül a földön, mert nem lesz szabad a drén elfolyása *(58. ábra)*. Lazább szerkezetű gyökérrögzítő közegek esetében (pl.: agyaggranulátum, perlit) a drénnyílásokat a vödör aljától 3–5 cm-re helyezzük el, az így kialakuló, úgynevezett tartalékoló rendszerben biztosítható, hogy a növények gyökerei folyamatosan vízhez, illetve tápanyaghoz jussanak.

Ha speciális termesztőládát használunk, az előre kialakított drénelvezetők elegendőek a felesleges tápoldat elvezetésére. A 80–100 cm-es hosszúságú, gyárilag nem perforált balkonládák esetén fúrjunk 2–2 lyukat a láda két végére és még kettőt középen.

Ügyeljünk arra, hogy a növények edényekből kitörő gyökerei ne érintkezzenek a talajjal, hiszen így könnyen fertőződhetnek a talajból eredő kártevőkkel (pl.: fonálféreg) és kórokozókkal. Ezért fedett fehér fóliával takarhatjuk a teljes termesztőfelületet vagy fekete fóliával takarjuk legalább a sorok alját *(59. ábra)*. Ez utóbbi esetben gondoskodjunk a fóliára elhelyezett 2–3 cm vastagságú homokrétegről, amely a felesleges tápoldat (drén) elvezetéséhez feltétlenül szükséges. A drénelvezetésre alkal-

58. ábra. A kifúrt (kivágott) drénnyílások és hungarocell alátét vödrös paprikatermesztésben *(Fotó: dr. Tompos Dániel)*

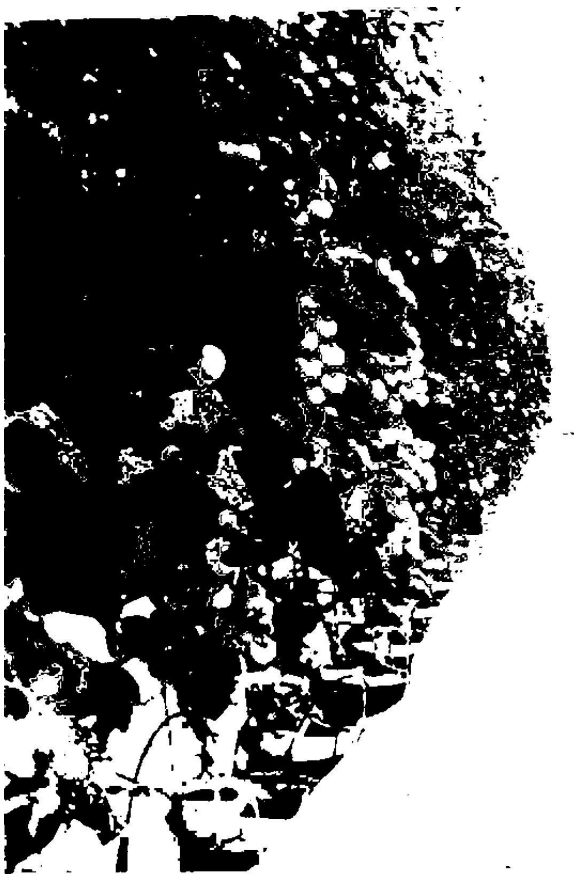


59. ábra. A tökéletes izoláció elengedhetetlen feltétele legalább a sorok vagy a teljes talaj takarása *(Fotó: dr. Tompos Dániel)*

mas a vödrök alá helyezett valamilyen alátét is, ez lehet hungarocell lap, cserép vagy fa léc *(58. ábra)*. A nyári időszakban gondoskodjunk a szélső sorokban a vödrök takarásáról, hiszen ezeket az edényeket nem árnyékolja az állomány. A túlmelegedés elkerülése érdekében a vödrök takarása fehér fedett színű fóliával és néhány csipesszel könnyen megoldható *(60. ábra)*.

Az edények töltésénél mindig vegyük figyelembe, hogy termesztőedényenként hány növényt és milyen növényfajt ültetünk. Ez nagymértékben befolyásolhatja a szükséges közeg mennyiségét és az edények elhelyezését *(24. táblázat)*.

Vödrös termesztés esetén az edény aljára 2–3 cm vastagságban perlitet helyezzünk a jobb drénvíz-elvezetés miatt, és erre helyezzük a tőzegkeveréket, kókuszrostot vagy bármely más közeget. Egy termesztendő növényre legalább 3–4 l közeget számoljunk



60. ábra. A szélső sorokban a vödrök árnyékolása a nyári időszakban *(Fotó: dr. Tompos Dániel)*

adicsom és bo k esetében, í rika esetében 2–3 litert. Perlit vagy más lazább közeg esetén (pl. agyaggranulátum) nem a vödör alját fúrjuk ki, hanem hagyjunk a vödör alján egy tőre vetítetve 1–1,5 l vizet és e vízszint felett lyukaszszuk ki a vödör oldalát. A gyakorlatban, ha két tő paradicsomot, uborkát vagy paprikát (paprikánál esetleg hármat) ültetnek egy vödörbe, 2–3 l tartalék vizet hagynak a vödör alján a növények számára.

Homok használata estén a vödör aljára, ahol a tartalék víz található, perlitet vagy gyöngykavicsot tegyünk 1,5–2,0 l-nyi mennyiségben, azért, hogy a drénvíz könnyen elfolyjon. A homokot nagy fajsúlya miatt csak alul lyukasztott vödörbe töltik a termelők.

Polietilén konténerek töltésénél figyeljünk arra, hogy minden konténerbe elegendő és egyforma mennyiségű közeg jusson. Ellenkező esetben nagyon nehéz lesz a tenyészidőszakban növényeink

24. táblázat. Növények közegszükséglete és elrendezése

Növény	Tő/vödör	Tő/m^2	Közeg mennyisége (liter/tő)	Javasolt sorelrendezés
Paradicsom	2	2,5–2,8	3–4	egysoros, ikersoros
Paprika	2–4	6–7	2–3	ikersoros
Tojásgyümölcs	1–2	2,5–3	3–4	egysoros, ikersoros
Sárgadinnye	1–2	3–4	3–4	egysoros
Kígyóuborka	1–2	1,5–1,8	3–4	egysoros vagy egysoros V-rendszerű

tápoldatozása és szabályozása. A töltés közben egy-két alkalommal rázogatással gondoskodjunk a megfelelő tömörítésről. Ne töltsük tele a konténereket, hagyjunk 3–5 cm-t a tetejéig, hogy vissza tudjuk hajtani a konténereinket, így könnyebb lesz mozgatni és kevésbé sérülnek a kihelyezéskor *(55. ábra)*.

Elsősorban a vödrös, valamint balkonládás termesztőedényekben használják fel a szárított és préselt 600–700 g-os kókuszrost téglákat. A vödrök aljára ebben az esetben is javasolt, különösen hosszú kultúra esetén, kavics vagy perlit elhelyezése. A kókuszrost téglát egy előzetes megfúrás után belehelyezzük a termesztőedényekbe,

majd ezt követően a kapilláris csepegtetőt beleszúrva egységesen lehet feltölteni a közeget, miközben az megduzzad és kitölti az edényt.

Miután megtörtént az edények elhelyezése és megtöltése, ültetés előtt már csak a közegek feltöltéséről kell gondoskodnunk. Az egész tenyészidőszakban folyamatosan mérjük a drén pH- és EC-változását, amelyek nélkül szinte lehetetlen irányítani növényeinket. A kapott adatokból számos folyamatra következtethetünk. Erre jó megoldás, ha az állományban több helyen is a drén mintázására alkalmas alátéteket és edényeket helyezünk ki a *61. ábrán* látható módon.

A különböző edények elhelyezése a termesztőlétesítményben többféleképpen történhet. Mindig figyelembe kell vennünk a berendezés méreteit, a vegetációs fűtőcsövek elhelyezkedését, a termesztett növényfaj igényeit, illetve a termesztési időszakot (ültetés időpontját). Az edényeket elhelyezhetjük egy sorban, egysoros támrendszert alkalmazva *(59. ábra)*, de úgynevezett „V-rendszerű" kialakítást is választhatunk *(62. ábra)*.

A másik igen gyakran használt elhelyezési mód az úgynevezett ikersoros elrendezés *(57. ábra)*. Ilyenkor az ikersorok között helyezzük el a csepegtető öntözés csöveit. Ennek a technológiának az előnye, hogy a szélesebb sorközöknek köszönhetően könnyebben elvégezhetők a fitotechnikai, szedési és növényvédelmi munkálatok. A javasolt elrendezések növényfajonként a *24. táblázatban* szerepelnek. A pontos sor- és tőtávolságok azonban főleg a termesztett növényfajtól függenek. Ezek a részletes részben kerülnek ismertetésre.

61. ábra. A drén mintázására alkalmas alátét és edény *(Fotó: dr. Tompos Dániel)*

62. ábra. Egysoros „V-elrendezés" uborkában *(Fotó: dr. Tompos Dániel)*

4.4. Irodalom

Andreas, Chr. (1993): Alternative Substrate. Gemüse. 29: 1.

Argo, W. R. - Biernbaum, J. A. (1994): A method for quantifying plant available water absorption potential in container media under production conditions. HortScience. 29(5): 501.

Bailly, F. (1989a): Bodenphysikalische Untersuchungen an Substraten. I. Hohlräume und Luft. Gärtnerbörse+Gartenwelt. 17: 808–812.

Beardsell, D. V. – Nichols, D. G. – Jones, D. L. (1979): Physical properties of nursery potting materials. Scienta Hort. 11: 1–8.

Beardsell, D. V. – Nichols, D. G. – Jones, D. L. (1982): Wetting properties of dried-out nursery container media. Scienta Hort. 17: 49–59.

Bohne, H. - Kremer, P. – Wrede, A. (1998): Physikalische Substrateigenschaften messen, interpretieren, umsetzen. TASPO Gartenbaumagazin. 2: 33–35.

Bunt, A. C. (1974): Some physical and chemical characteristics of loamless pot-plant substrates and their relation to plant growth. Acta Horticulturae. 37: 1954–1965.

Bunt, A. C. (1983): Physical properties on mixtures of peats and minerals of different particle size and bulk density for potting substrates. Acta Horticulturae. 150: 143–153.

Bunt, A. C. (1988): Media and mixies for container-grown plants. Unwin Hyman, Boston.

CEN (European committe for standardization) (1999): Soil improvers and growing media. CEN. prEN. 13037, 13038, 13040, 13041.

De Boodt, M. F – Verdonck, O. (1971): Physical properties of peat and peat-moulds improved by perlite and foam-plastics in relation to ornamental plant-growth. Acta Horticulturae. 18: 9–27.

De Boodt, M. F – Verdonck, O. (1972): The physical properties of the substrates in horticulture. Acta Horticulturae. 26: 37–44.

Fonteno, W. C. – Nelson, P. V. (1990): Physical properties of and plant responses to rockwool-amended media. Journal of the American Society for Horticultural Science. 115(3): 375–381.

Fonteno, W. C. (1993): Problems & considerations in determining physical properties of horticultural substrates. Acta Horticulture. 342: 197–204.

Forró E. (1999): A termésminőség biztosításának lehetőségei fólia alatti termesztésben mesterséges talajokban és közegekben. XLI. Georgikon Napok Kiadványa, 1999. szeptember 23–24. Keszthely 419–423. p.

Fülei Z. (2002): Ismerkedjünk a vödrös termesztéssel! Agrofórum. 13(1): 64.

Günther, J. (1981): Physikalische Eigenschaften von Kultursubstraten und Substratzuschlagstoffen. Gärtnerbörse+Gartenwelt. 31: 714–716.

Hanan, J. J. – Olympos, C. – Pittas, C. (1981): Bulk density, porosity, percolation and salinity control in shallow, freely draining, potting soils. Journal of the American Society for Horticultural Science. 106(6): 742–746.

Hargitai L. (1998): Talajtan és agrokéma I–II. Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem, Budapest.

Hargitai L. – Nagy B. (1971): Dísznövények talajai és közegei. Mezőgazdági Kiadó, Budapest.

Havis, J. R. – Hemilton, W. W. (1976): Physical properties of container media. Journal of Arboriculture. 2(7): 139–140.

Hefler J. Cs. (1990): Zeolit ásványok kertészeti felhasználásának vizsgálata. Diplomamunka. Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem Zöldségtermesztési Tanszék, Budapest. Kézirat.

Imre Cs. (1993): Paprika hidrokultúrás termesztése zeolitban és égetett agyaggranulátumban. Kertgazdaság. 25(5–6): 1–7.

Imre Cs. (1994): Gyökérrögzítő közegek hatása a paprika (Capsicum annuum L.) növekedésére, terméshozamára és a bogyók minőségi jellemzőire hidrokultúrában. Kandidátusi értekezés. Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem – MTA.

Kovács A. (2001): Talaj nélküli termesztés. In: Balázs S. (szerk.): A zöldséghajtatás kézikönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Lemaire, F. (1995): Physical, chemical and biological properties of growing medium. Acta Horticulture. 396: 273–283.

Mácsai I. (2004): A vödrös termesztés rejtelmei. Kertészet és szőlészet. 2004(45): 5–7.

Mácsai I. (2005): A tápoldatos (konténeres, vödrös) termesztés fontosabb tudnivalói, a leggyakrabban elkövetett hibák. Termesztési Tanácskozás, Budapest (Soroksár).

Maloupa, E. (2002): Hydroponic Systems. In Savvas, D. – Passam, H. (ed.): Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals. Embryo Publications, Athens.

Mátyás E. (1979): A természetes zeolitok és zeolit tartalmú kőzetek általános földtani és tereptani jellemzése, különös tekintettel azok gyakorlati alkalmazás szempontjából fontos tulajdonságira, Felhasználói szimpózium, Szerencs.

Milks, R. R. – Fonteno, W. C. – LARSON, R. A. (1989): Hydrology of horticultural substrates: I. Mathematical models for moisture characteristic of horticultural container media. Journal of the American Society for Horticultural Science. 114(1): 48–52.

Nagy J. (1987): Termesztőközegek összehasonlító vizsgálata izolált termesztésben. Hajtatás, korai termesztés. 18(2): 1–4.

Pudelski, T. (1985): Woodwaste composts as growing media for vegetables under protection. Acta Horticulturae. 172: 67–74.

Puustjarvi, V. (1974): Physical properties of peat used in horticulture. Acta Horticulture. 37: 1922–1929.

Puustjarvi, V. – Robertson, R. A (1975): Physical and chemical properties In Robinson, D. W. – Lamb, J. G. D.: Peat in horticulture. Academic Press, London.

Shaddik, C. (1988): Perfecting pelite. Grower. 109(7): 17–13.

Szőriné Z. Alicja (1998): A tápoldatos és vízkultúrás termesztés közegei. Zöldség, dísznövény és szamóca tápoldatos és vízkultúrás termesztési tanfolyam. Szentes, 1998. november 2. 5. és 9. (Jegyzet a tanfolyami hallgatók részére.)

Szőriné Z. A. (1999): A kőgyapot, mint a vízkultúrás termesztés általánosan elterjedt közege. Tápoldatozás és Vízkultúrás termesztés ABC-je, hogyan lehet kevés vegyszerrel jobb minőséget elérni. Tanfolyam. Szentes 1999. november 2. 5. és 9. (Jegyzet a tanfolyami hallgatók részére.)

Szőriné Z. A. – Szőri A. (1995): Zöldséghajtatás kőzetgyapoton. Hajtatás, korai termesztés. 26(3): 25–27.

Tarjányiné Sovány Zs. (1980): Zöldséghajtatás talaj nélkül, tápoldattal II. Talajt helyettesítő gyökértámasztó közegek. Hajtatás, korai termesztés.11(3): 13–15.

Tarjányiné Sovány Zs. (1980): Zöldséghajtatás talaj nélkül, tápoldattal III. Talajt helyettesítő gyökértámasztó közegek. Hajtatás, korai termesztés.11(4): 9–12.

Tégla Cs. – Boróczki G. (2005): Terjed az új termesztő közeg a kókuszrost. Délalföldi Zöldségkertész. 7(4): 12.

Terbe I. (1999): Tápoldatos termesztés közegei és értékelésük és a javítás lehetőségei. Tápoldatozás és Vízkultúrás termesztés ABC-je, hogyan lehet kevés vegyszerrel jobb minőséget elérni. Tanfolyam. Szentes 1999. november 2. 5. és 9. (Jegyzet a tanfolyami hallgatók részére.)

Tompos D. – Gyúrós J. (2005): A paprika tápoldatos (vödrös, konténeres) termesztéstechnológiájának rendszere. Hajtatás, korai termesztés. 36(4): 16–20.

Verdonck, O. (1983): New developments in the use of graded perlite in horticultural substrates. Acta Horticulture. 150: 575–581.

Verdonck, O. – Pennick, R. (1986): Air content in horticultural substrates. Acta Horticulture. 178: 101–105.

Verdonck, O. – Pennick, R. – de Boodt, M. (1983): The physical properties of different horticultural substrates. Acta Horticulture. 150: 155–160.

Wilson, G. C. S. (1983): The physico-chemical and physical properties of horticultural substrates. Acta Horticulture. 150: 19–32.

5. A talaj nélküli termesztés műszaki alapjai

A talaj nélküli termesztés a hagyományossal összehasonlítva nagyobb beruházást igényel. A technikai feltételek között ki kell emelni a nagy légterű termesztőlétesítményt, az abban kialakított támrendszert, a víz- és tápanyag kijuttatására alkalmas csepegtető berendezést, annak működése következtében keletkező elfolyó, ún. drénvíz összegyűjtését, esetleg újrahasznosítását szolgáló rendszer kiépítését. A tápoldat bekeverését, előállítását ugyancsak erre a célra kialakított automatika végzi. Fontos kelléke a talaj nélküli termesztésnek maga a termesztőközeg. További költséget jelent az eredeti termőtalaj letakarása, a terület megfelelő kialakítása, szintezése. Meg kell említeni a termesztőközeg elhelyezését szolgáló eszközöket (tartókat), csomagolóanyagokat is.

Lényeges eleme a módszernek a klíma optimalizálását célzó különböző berendezések, segédeszközök megléte is, bár hagyományos termesztést feltételezve meglétük ott sem felesleges.

Az említetteken kívül az eljárás hátrányaként sorolják a rendszer érzékenységét, valamint azt, hogy az átlagosnál nagyobb szakmai hozzáértést, a kvalifikáltabb szaktudást igényel.

5.1. A talaj nélküli termesztésre alkalmas termesztőlétesítmények

A növények idényen kívüli termesztésének céljából kialakított építményeket, zárt tereket termesztőlétesítményeknek nevezzük. Bennük a környezeti tényezők szabályozhatók, optimalizálhatók, így a kedvező feltételek eredményeként csökkenhet vagy meg is szűnhet az előállított termések idényjellege, azaz egész évben hozzájuthatunk friss zöldségféléhez vagy más kertészeti termékhez. Használatukkal a szabadföldihez viszonyítva akár tíz-húszszorosára is nőhet a termésátlag, s a minőség is ugrásszerűen javul.

A termesztőlétesítmények alapvetően három nagy csoportra oszthatók. A következő felsorolás egyben fejlődéstörténeti korszakokat is jelent, így megkülönböztethetünk melegágyakat, üvegházakat és műanyaggal (fóliával) borított berendezéseket. A talaj nélküli termesztéshez értelemszerűen csak az utóbbi két létesítménytípus jöhet számításba.

A növények, így a zöldségfélék termesztésének is alapvető környezeti feltétele a hőmérséklet. (Nem szabad fontossági sorrendet felállítani az egyes tényezők – hő, fény, víz, tápanyag – között!). A hő előállítható mesterséges úton fűtéssel, azonban az üvegházakban és a fóliás létesítményekben tapasztalható az ún. üvegházhatás jelensége is, melynek megértése céljából a Napból érkező fénysugaraknak három tulajdonságát kell

megvizsgálni. Ezek a hullámhossz, az energiatartalom és a hőmérséklet. Leegyszerűsítve: a fénysugarak rövidebb hullámhosszúak, tehát nagy mozgási energiájúak és alacsony hőmérsékletűek. Bejutva az üvegház légterébe, ott a talajba, növényekbe stb. hatolva átalakulnak hosszú hullámhosszú, kis mozgási energiájú, meleg sugarakká. Az alacsony energiatartalom miatt nem tudnak maradéktalanul távozni a létesítményből, és ez kritikus esetben akár túlzott felmelegedéshez, a növényállomány pusztulásához is vezethet. Az ún. termikus fólia bevezetése és elterjedése óta a fóliás létesítményeknél ugyancsak találkozhatunk a jelenséggel, ez a típus a hősugarak 80–87%-át visszatartja, gyakorlatilag tehát itt is érzékelhető az üvegházhatás.

Előnyös, ha a talaj nélküli termesztéshez nagy légterű, nagy vápamagasságú létesítményeket használunk. A nagy légterű házaknak nevezzük azokat a létesítményeket, ahol 1 m^2-re legalább 3 légköbméter jut. E követelményt a légtér növelése és a kedvező mikroklíma közötti pozitív összefüggés magyarázza.

Felismerve a nagy légtér fontosságát, növelték az oldalfalak és a vápacsatorna magasságát is. A modern VENLO-házak már 3–4 m vápamagasságúak, de nem ritka a 4–5 m oszlopmagasság sem. Az ilyen nagy légtér előnyei az alacsonyabb építésű házakkal szemben:

- kiegyenlítettebb a klíma,
- egyenletesebb a fényeloszlás,
- magasabban elhelyezkedő szellőztetők jobb hatásfokúak,
- a talaj nélküli termesztés, illetve a
- hosszú kultúra (magasabbra növő növények) bevezethető,
- nagyobb gépek mozgása akadálytalan.

A termesztői gyakorlatban előfordulnak ennél alacsonyabb építésű, elsősorban régi termesztőházak is, azonban az optimálisnál lényegesen kisebb légterű üvegházakban vagy kis légterű fóliasátrakban nem várható megfelelő eredmény. A nagy légterű (vápamagasságú) hajtató létesítmény a feltétele a fontosabb zöldségfajok – pl. paradicsom, paprika – hosszú kultúrás termesztésének, ami adott esetben 8–10 hónapot vagy ennél akár hosszabb időszakot is jelenthet.

Hazánkban régi építésű, alacsony légterű üveghazakat is alkalmassá tettek kőapotos hajtatásra oly módon, hogy a berendezés talaját 50–60 cm mélyen eltávolították, vagyis a létesítmény légterét így növelték meg *(63. ábra)*. Ezzel az eljárással elfogadható ágat lehetett elérni, ezzel a légtér mintegy 2,5–3 m magasra nőtt.

63. ábra. Süllyesztett talajú üvegház *(Fotó: dr. Slezák Katalin)*

64. ábra. Csatornás (tálcás) termesztési módszer *(Fotó: Kis Krisztiánné)*

Fokozza a nagyobb légtérrel szemben támasztott igényt az úgynevezett csatornás (tálcás) termesztési mód is, ahol elsősorban a paradicsom hajtatása a talaj szintjétől kiemelve, attól mintegy 60–80 cm magasságban történik *(64. ábra)*. Az elhelyezési módszer előnye, hogy az elfolyó drénvíz a termesztőtáblák talajon történő elhelyezésével szemben nagyobb biztonsággal összegyűjthető, esetleg visszaforgatható. Nem elhanyagolható az a tény sem, hogy alatta a berendezés talaja (aljzata) tiszta marad, nem gyűlik össze a mélyedésekben a drén. Az eljárás további kedvező hatása, hogy így a munkavégzés is sokkal kényelmesebb, nőhet a dolgozók teljesítménye.

5.1.1. A termesztőlétesítmények elhelyezése és építése

5.1.1.1. Tájolás, elhelyezés

Ha a terület alakja, fekvése mást nem indokol, a blokkrendszerű üvegházakat és a fóliás létesítményeket egyaránt észak-déli irányba tájoljuk. Ennek magyarázatát az egyes szerkezeti elemek árnyékvetésében kereshetjük. Pl. a vápacsatorna (a legszélesebb árnyékot adja) is ebben az esetben észak-déli irányú, de a Nap kelet-nyugati irányú mozgása következtében az árnyék is mozog, azaz nem marad hosszú ideig egy-egy növényen. A korai időszakban ennek nagy jelentősége van.

Befolyásolhatja még a tájolást az uralkodó szélirány is, hazánkban azonban ez É-i, É-NY-i, így egybe esik a felépítés kívánatos, szakmailag indokolt irányával.

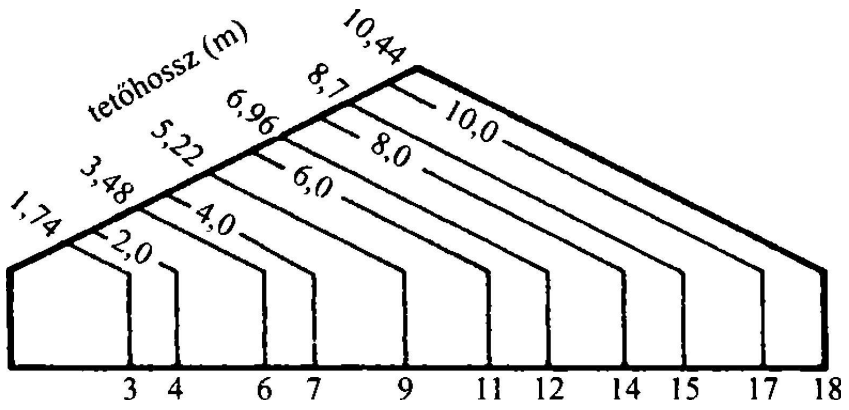
Az egyhajós létesítményt kelet-nyugati irányba építsük fel.

5.1.1.2. Az üvegházak építésének fontosabb szabályai

Az előzőekben említett magasság növelése általában együtt jár a fesztávolság növelésével *(65. ábra)*.

A tető dőlésszöge a napsugarak minél jobb hasznosítása és a hó biztonságos, gyors eltávolítása érdekében 25°-nál nagyobb legyen.

A melegigényes zöldségfajok hőigényének kielégítéséhez a hajtatóház fűtési szintjét legalább 30 °C, a palántanevelőkét 35 °C Δt fűtőteljesítményre (hőlépcsőre) kell tervezni.



65. ábra. Növényházak méretei

A fűtőfelület elhelyezésével kapcsolatban fontos szabály, hogy a rendelkezésre álló fűtővíz hőmérsékletének ismeretében döntsünk. Magas hőmérsékletű (80–95 °C) vizek használatakor az ún. légtér vagy „radiátoros" fűtést részesítsük előnyben, míg az alacsonyabb hőmérsékletű (40–50 °C) fűtővíz csak a vegetációs fűtés kialakítását teszi lehetővé. Az altalajfűtés több hátrányos tulajdonsága miatt (rossz a hőleadása, sok párát termel a légtérbe, nagy a fonálférgek elszaporodásának veszélye) nem jöhet számításba, esetleg magvetés után, a csírázás elősegítéséhez javasolt.

A fűtés hatásfoka, valamint az öntözés egyenletessége miatt a hajók hossza 50 m körüli legyen. Az üvegház közepén, a gerincvonalra merőlegesen 2,5–3,0 m széles betonút halad végig, ennek mentén célszerű elhelyezni az elosztó hálózatot (fűtés, öntözővíz), valamint a szabályzóműszereket is.

Általános követelmény, hogy a szellőzőfelület nagysága az alapterülethez viszonyítva legalább 20% legyen. Üvegházak esetében ez többnyire megvalósul, sőt olyan megoldást is kifejlesztettek, ahol a tetőszerkezet akár 85%-ig is nyitható (Cabriházak). Ez utóbbiak elsősorban a palántanevelésben használhatók eredményesen, a kiültetés előtti edzésben van nagy jelentőségük.

A fejlett üvegházi kultúrával rendelkező országokban általános az üvegborítás külső mosása is. Nem ritka a vápacsatornából üzemeltethető, stabilan beépített mosószerkezet sem, melynek jelentősége főleg az ipari, potenciálisan nagy légszennyezettségű környezetekben van. (1% fényveszteség átlagosan 1% termésveszteséggel párosul.)

Ma már a korszerű üvegháztelepek elengedhetetlen velejárója a jó minőségű esővíz összegyűjtése is. A csapadékvíz felfogásával az évi szükséglet harmadát vagy

akár felét is biztosíthatjuk, és esetleg a gyengébb minőségű, egyéb forrásból származó víz keverésével ilyen irányú problémáinkat is megoldhatjuk.

Az utóbbi időszakban a speciális palántanevelő házak (palántanevelő telepek) építésére is megnőtt az igény. A létesítmények jellemzően rendelkeznek ún. csíráztató kamrával is, ahol a keléshez szükséges magasabb hőmérséklet biztosítható. Az oltott palánták előállításával is foglalkozó telepeken szükséges egy magas páratartalmat biztosító helyiség, ahol a frissen oltott növényeket kell tartani néhány napig. Ennek kialakítása legtöbbször egy egyszerű fóliasátor építését jelenti, amely a palántanevelési időszak befejezése után könnyen eltávolítható.

A korszerű palántanevelő telepen megtalálható az ár-apály rendszerű öntözési megoldás is, ezzel a tápkockás palánták vízellátása egyenletesen megvalósítható. Ennek lényege, hogy a területet lézerrel szintezik, majd a beton aljzatot néhány cm-es lejtésűre alakítják ki. Erre helyezik a tápkockás palántákat, majd a szükséges időpontokban és a megfelelő tápoldattal – a fajtól és a paláma fejlettségétől függően hosszabb-rövidebb ideig – elárasztják azokat.

5.1.1.3. Nagy légterű fóliasátrak, fóliablokkok

Talaj nélküli termesztés céljára számításba vehető legkisebb létesítmény a 7,5 m széles, 3 m magas fóliasátor. Még az 1970-es években kifejlesztett létesítmény vázszerkezete 2 db, a kereskedelemben kapható, 6 m hosszú, 1 collos acélcső összehegesztésével, illetve meghajlításával készül. Az így elkészült íveket egymástól 1,5 m távolságra olyan mélyen helyezzük a talajba, hogy azok 3 m magas, 7,5 m széles fóliasátor vázszerkezetének feleljenek meg. Az íveket 3 db hosszanti merevítőcsővel javasolt összekötni. A 0,5 collos csövekből egy a gerincvonalon, kettő pedig attól 100–150 cm-re fut mindkét oldalon. A tető- és oldalgerincek bilinccsel vagy hegesztéssel kapcsolódnak a bordákhoz.

Az előzőekben vázolt létesítmény használata a talaj nélküli termesztésben esetleges, a nagyobb fesztávolságú (9–10 m) és magasabb (4–5 m) fóliasátrak már jobb körülményeket teremtenek az új technológia bevezetéséhez.

Az üvegházakhoz hasonlóan a fóliás létesítmények fejlődése is elvezetett a blokkos építkezéshez. Itt ugyancsak több hajót kapcsolnak össze a vápacsatorna segítségével a nagyobb légtér kialakítása érdekében.

A blokképítés kezdeti időszakában a fólia rögzítésének megoldása, valamint a jó hatásfokú szellőztető kialakítása jelentett gondot. Az évek során kifejlesztették a speciális fóliarögzítő bilincseket, a fóliarögzítő sínek különböző, teljes biztonsággal rögzítő változatait. A megbízható erősségű, ugyanakkor a lehető legkeskenyebb (a legkisebb árnyékot adó) vápacsatorna méretét is meghatározták, ez 25–30 cm szélességet jelent.

A legnagyobb gondot továbbra is a hókártétel megakadályozása jelenti. Erősebb havazások idején a termesztők a legerősebb fokozatra állítják a fűtést, pedig a külső hőmérséklet ezt nem indokolná. Hatására a nagy tömegű hó lecsúszik a vápacsatornába, ezért annak igen erősnek, jó teherbírásúaknak kell lennie.

A fóliablokk egyes hajóinak egyre növekvő szélességi mérete (8,–9,–9,2,–9,6,–10 m) maga után vonja a magassági méretek növekedését is. A legmagasabb ilyen létesítmény hazánkban ma 5,93 m. Ebben a magasságban már jelentősen megváltoznak a

szélviszonyok is, ezért egyaránt különös gondot kell fordítani a vázszerkezet megerősítésére és a fólia rögzítésére (Pl. a francia Filclair fóliablokkokat gyártó cég 63 kg/m^2 hóterhelésre és 137 km/óra szélterhelésre méretezi berendezéseit, illetve a megadott építési technológia szerinti építés esetén garantálja is azokat).

A fóliablokkok megítélése már az üvegházakhoz hasonló. A sátrakkal összehasonlítva több előnyös tulajdonsággal bír:

- Kisebb bennük a hőingadozás, a növények által kibocsátott pára nagyobb légtérben oszlik el.
- Az alacsonyabb páratartalom miatt csökken a kórokozók elszaporodásának, nagyobb mértékű elterjedésének veszélye is.
- A nagy légtér több szén-dioxidot tartalmaz, így elvileg kevesebbet kell szellőztetni.
- Alattuk a magasra növő, támrendszert igénylő fajok is termeszthetők.
- Kisebb a szegélyhatás.
- Összességében kisebb az egységnyi hasznos alapterületre jutó borítófelület (hőleadó felület), így kevesebb takaróanyagra van szükség.
- Az előzőből a kisebb fűtési teljesítmény igénye is könnyen belátható.
- A blokkos építkezés egyben területtakarékos megoldást is jelent.

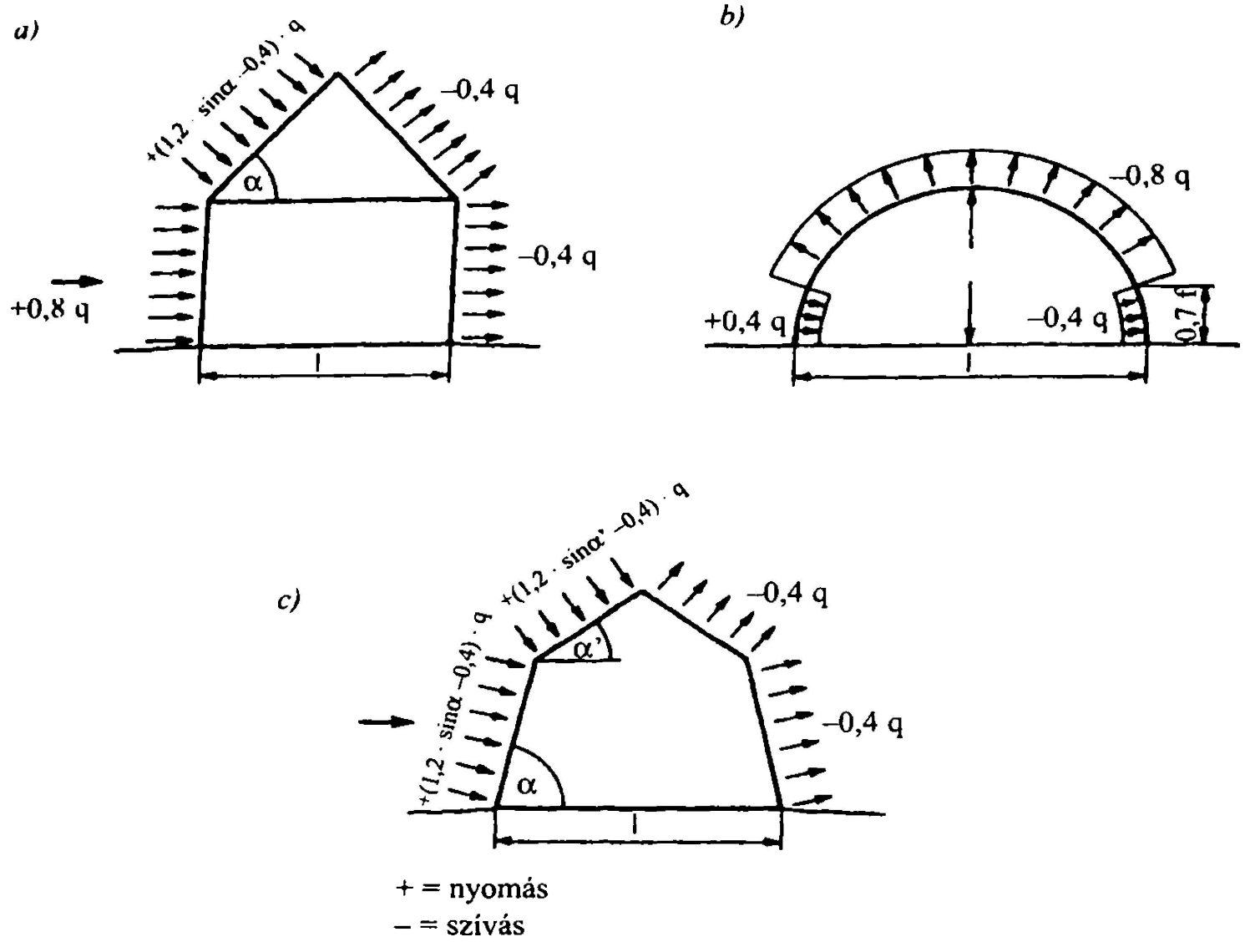
A fóliablokkokat ugyanakkor a nagyobb magasság miatt – ott mindig nagyobb a szélkártétel veszélye – vastagabb, erősebb anyagból kell építeni. Ez a tény mintegy 25–30%-kal növeli a beruházási költségeket.

Magyarországon sok termesztő egyedi kivitelezésben készíti fóliasátrait, illetve fóliablokkjait. Ezek többnyire elfogadható megoldások, azonban a precíz klímaszabályozásra, ún. finomhangolásra nem mindig alkalmasak.

A fóliasátrak használatának kezdetekor kézenfekvőnek tűnt az üvegházakhoz hasonló, vagy azzal megegyező alakú létesítmények építése. Kiderült, hogy ezek stabilitása nem megfelelő, a fóliapalástot nem lehet kellően megfeszíteni. Amennyiben az ilyen felületekre mégis ráfeszítik a takarót, az az építmény csúcsán, esetleg az oldaltörések mentén könnyen kilyukad, elszakad. A szélcsatornás mérési eredmények és a gyakorlati tapasztalatok egyaránt a félköríves forma kialakítása mellett szólnak. Az alak meghatározásával sikerült olyan létesítményt tervezni, majd építeni, amelynek vázszerkezetéhez, a takaró cseréjéhez lényegesen kevesebb anyag szükséges.

Az alagútszerű vázszerkezetek a szélterhelésnek is jobban ellenállnak. A különböző típusok a szél nyomó- és szívóhatása során tanúsított viselkedését a 66. ábrán tanulmányozva jól látható, hogy a szélnyomás a lekerekített formán viszonylag kisebb, míg a szívás nagyobb felületen hat, főleg a sátor felső részén. A szél nyomása elsősorban a vázszerkezetet, a szívóhatás pedig a fóliatakarót károsítja. A szívóhatásból eredő károsodás a takaró megfelelő kifeszítésével minimálisra csökkenthető.

A leírt káros hatásokat elsősorban akkor tapasztalhatjuk, ha az optimálisnak ítélt félköríves formától mindkét irányban lényegesen eltérünk. Ugyanolyan szélességű fóliapalást felhasználásával építhetünk egy nagyon keskeny, de magas fóliasátrat, valamint egy lapos, de széles létesítményt is. Az előző esetben a szél tolóereje fog kárt tenni a bordák tönkretételével, míg a lapos fóliasátor a szél szívóhatása következményeként károsodik. A sátorra keresztben érkező levegőtömeget az alacsony létesítmény könnyedén eltéríti, megemeli azt, aminek következtében ugyanannak a levegő-



66. ábra. A szél hatására keletkező nyomás- és szívásviszonyok alakulása
a) nyeregtetős, egyenes oldalfalú létesítményekben, *b)* félkör alakú létesítményekben, *c)* szöget alkotó tetőzetű létesítményekben

tömegnek kisebb keresztmetszeten kell áthaladnia. Ezért sebessége megnő, ezzel pedig a nyomása csökken. A létesítmény belsejében uralkodó légnyomás viszont változatlan, aminek eredménye a palást lerántása, leszakadása lesz.

A legnagyobb kár akkor keletkezik, ha a szél megnyomja a vázszerkezetet, a fóliapalást meglazul, ezután a szívás és a nyomás együttes erővel fejti ki hatását. Különösen veszélyes a napsütéses, szeles időszak.

A fóliapalást vázszerkezetre történő felhúzásakor két alapvető feltételnek kell teljesülnie:

- Lehetőleg **teljes szélcsendben** kezdjünk a fólia felhúzásához. Egy nagyobb tekercs fóliapalást már a 20–30 km/órás széllökések esetében is óriási vitorlaként viselkedik, felülete több száz m^2 is lehet (pl.: 50 × 12 m = 600 m^2). Ebbe a szél könnyedén belekap, így azt nehéz megtartani, jól kifeszíteni pedig majdnem lehetetlen.
- Nem kevésbé fontos a **napsütés.** Ilyenkor terítsük a vázszerkezetre a fóliát, majd 10–15 percig várjunk a feszítéssel. Ez idő alatt a polietilén fólia meglágyul, megereszkedik, nyújthatóvá válik. Ez a végleges és biztonságos rögzítés elengedhetetlen feltétele.

Bármilyen rögzítési módszerrel dolgozunk, a fólia alapos megfeszítését tartsuk elsőrendű feladatnak!

A fólia ***földeléses rögzítésének*** módszere a következő: a bordák mellett kívülről, a sátor mindkét oldalán kb. 30–35 cm széles és ugyanolyan mély árkot kell készíteni. Ez történhet kézi ásóval, nagyobb telepeken viszont célszerű ekével kinyitni azt, majd ásóval utána igazítani. A vázra felterített takaró alsó szélét az árok alján visszahajtjuk, kevés földet helyezünk bele, és egymással szemben kétoldalt, a fóliát a szélénél fogva néhányszor megemeljük. Mindezt addig ismételjük, amíg a fólia feszes nem lesz.

A fólia szükséges feszességét a következő látható jelek bizonyítják:

- a bordák kiemelkednek, a bordák közötti részeken a takaró bemélyed, homorú formát mutat,
- fénye jellegzetesen üveges,
- ütögetésre dobszerű hangot ad.

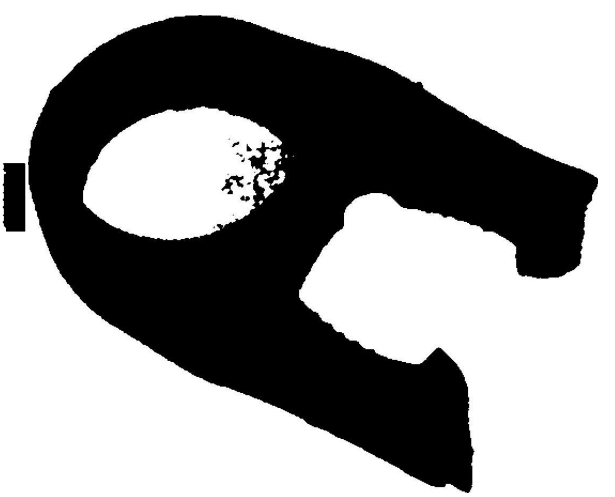
A fóliapalást állandó feszesen tartásához célszerű földből egy 10–15 cm magas padkát készíteni, különösen akkor, ha a fólia felhúzására hidegebb, borúsabb időben került sor.

Elvileg lehetséges a fólia túlfeszítése is. Meleg időben nagyon megfeszítjük a takarót, majd az erős lehűlés következtében tovább feszül, annyira összehúzódik, hogy elveszti rugalmasságát.

A fóliapalást ***polipropilén műanyag bilincsekkel történő rögzítése*** kiküszöböli a földeléses eljárás hátrányait. A bilincsek használata szükségtelenné teszi a fárasztó, sok kézi erőt igénylő munka (ásás) elvégzését, ezen kívül a fóliahúzás nincs fagymentes időszakhoz kötve.

A fóliasátrak külső oldalaira, a talaj felszínétől 20–25 cm magasságban, blokkoknál a vápa szélétől 6–8 cm-re 0,5 collos fémcsövet kell a bordákhoz erősíteni, célszerűen hegeszteni. A takaró vázra helyezése után két dolgozó egymással szemben, egyszerre haladva megfeszíti a fóliát és 20–30 cm-enként a bilincsek segítségével a csőhöz rögzíti. A lebilincselt rész és a talaj közötti 20–25 cm-es szakaszon a fóliatakarót nem szabad megfeszíteni, mert a bilincsek „szétnyílhatnak". Hideg időben a PP bilincsek rugalmatlanná, sprőddé válnak, ezért azokat érdemes meleg vízbe rakni, e ől megpuhulnak, könnyebben ' eze" etőek lesznek *(67. ábra)*.

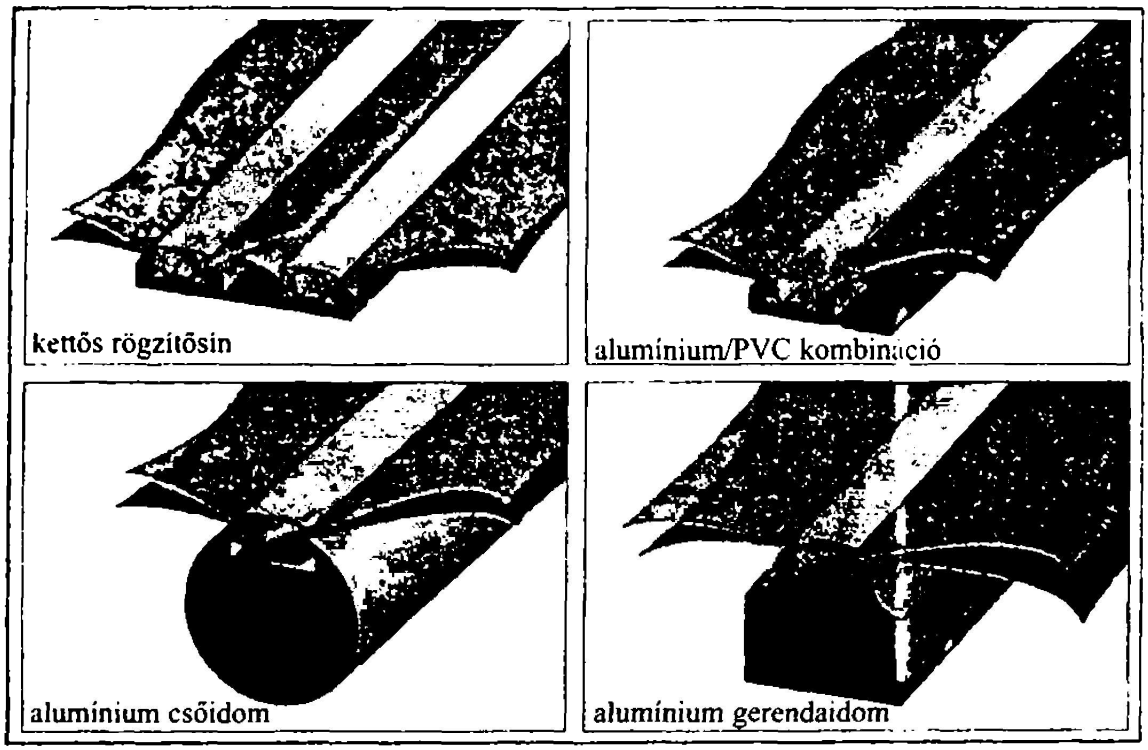
A fóliapalást ***rögzítése idomacélok (idomvasak) segítségével*** is lehetséges. Ennek legegyszerűbb módja, amikor egy 20–30 mm széles és 2–3 mm vastag laposvasat a sátor külső oldalán a vázszerkezetre erősítenek a talaj felszínétől mintegy 20–25 cm magasságban. Ezt követi a fólia ráterítése, majd egy hasonló laposvassal, célszerűen popszegecsek alkalmazásáv l ö zítik a 'ak ó'. Enné' z eljárásnál először a sátor egyik oldalán, majd a másikon történik a rögzítés. A fó-



67. ábra. Polipropilén fóliarögzítő bilincs *(Fotó: dr. Gyúrós János)*

liát csak így lehet jól megfeszíteni. A laposvason kívül más profilok is számításba jöhetnek, találkozhatunk az „L" idomok használatával is.

A *speciális rögzítősínek* alkalmazása a fólia felfogatásának újabban terjedő módszere. Az eljárás lényege, hogy a *68. ábrán* látható módon, elsősorban alumíniumból készült, megfelelő profilra kialakított sínekre helyezik a fóliát, arra egy PVC csík kerül (a fólia védelmét szolgálja), majd az egészet egy ellendarabbal rögzítik. Ez az ellendarab olyan szorosan illeszkedik a sínbe, hogy azt csak gumikalapáccsal ütögetve lehet beszorítani. Ez a megoldás lehetővé teszi a kettős takarás kialakítását is. A rendszer olyan jól zár, hogy a két réteg közé ventilátorral levegő is fújható, így a létesítmény hőgazdálkodása jelentősen javítható.



68. ábra. Speciális fóliarögzítő sínek

5.1.2. A talaj nélküli termesztésben alkalmazott edények, tartók

A hazai kertészeti gyakorlatban a talaj nélküli termesztésben a kőgyapot legszélesebb körű használata a jellemző. Mivel a termesztőtáblákat a téli, fényszegény időszakban történő kezdés miatt fedett fehér polietilén fóliába csomagolják, ezt az anyagot tekinthetjük a legelterjedtebbnek.

További tartónak számítanak a vödör, a műanyag konténer, a ládák, valamint az egyéb műanyagból (pl. polystirol) készült edények. (A felsoroltak részletes ismertetésére az előző fejezetekben sor került.)

5.1.3. A termesztőlétesítmények műszaki felszereltsége

A talaj nélüli termesztésre alkalmas termesztőberendezések műszaki felszereltségének legfontosabb elemei a támrendszer, a fűtőberendezések, a szén-dioxid-ada-

goló, a víztisztítók, a ventilátorok, érzékelők, automatikák. Más országokban a tartozékokhoz sorolják a pótmegvilágító egységeket, amelyek nálunk még nem használatosak, noha a palántanevelésnél a minőségen sokat javítana, a palántanevelési időt pedig csökkentené.

5.1.3.1.Támrendszer

Az a megállapítás, miszerint az üvegházak és a nagy légterű fóliasátrak csak akkor hasznosíthatók gazdaságosan, ha a nagy termőfelülettel rendelkező növényeket függőleges helyzetben termesztjük, „talpra állítjuk". Különösen igaz ez a talaj nélküli termesztésben. Ez a termesztési mód minden esetben hosszú kultúrás termesztést feltételez, és már 6–8, esetleg 10–12 hónap alatt a hajtatott növényeink magassága több métert is elér.

Ezzel a megoldással nagyobb termés, gazdaságosabb helykihasználás, jobb minőség és jobb szedési körülmények biztosíthatók. Kétségtelen, hogy a támrendszeres művelés lényegesen több kézi munkát igényel, azonban ez a többlettevékenység a nagyobb bevételekben megtérül.

A fóliák általában, az üvegházak minden esetben úgy készülnek, hogy külön támrendszer kialakítására már nincs szükség, a növényeket tartó huzalrendszer magára az üvegház vázszerkezetére feszíthető ki. Amennyiben utólag alakítjuk ki, általános elvként elfogadható, hogy a növénysorokra merőleges dróthuzalok 3–4 mm vastagságúak, a növénysorok fölött, azokkal párhuzamosan futó dróthuzalok pedig általában 2 mm vastagok legyenek. Természetesen a vastagabb huzalok tartják a vékonyabbakat.

A növényeket közvetlenül tartó zsinegek végét is huzalokhoz erősítjük, a másikat a növény szárához vagy a növényszár mellé tűzött vastagabb dróthoz. Napjainkban szinte kizárólag propilénből készült műanyag zsinegeket használnak ilyen célra, mert szakítószilárdságuk nagy, tiszták, nedvesség hatására nem változtatják hosszúságukat, növényvédő szereknek, valamint műtrágyáknak ellenállnak, könnyen kezelhetők és viszonylag olcsók.

A túlfeszített zsineg idővel kitépi a növényeket. A szárra csak lazán szabad a zsineget kötni, ellenkező esetben vastagodáskor elszorítja azt, ily módon zavarja a víz- és tápanyagszállítást. A felső drót közelében szokás a csúszókötés vagy a zsinegtekerő „spulni" alkalmazása, amely a későbbiekben egyszerűsíti a szár leengedését (rogyasztását, döntését).

A hajtásokat heti gyakorisággal kell a zsineghez igazítani (tekergetés). Célszerű a műveletet mindig azonos irányba végezni, ez azzal az előnnyel jár, hogy a növény nehezebben fog a zsinegről lecsúszni.

Újabban paradicsomnál, paprikánál, uborkánál és dinnyénél, a felvezetés megkönnyítése és gyorsabbá tétele érdekében, a zsineghez való rögzítést műanyag gyűrűkkel (klipszekkel) végzik. Ezek ugyan többletkiadást jelentenek, de legalább négy-öt éven keresztül használhatók, meggyorsítják a munkát, és segítségükkel a letermett növényeket is könnyebb a támrendszerről eltávolítani. A felvezetést vagy tekergetést rendszerint összekapcsoljuk más növényápolási munkákkal, pl. a kacsozással, levelezéssel vagy a termésritkítással.

Hőlépcső: A fűtött termesztőlétesítmény belső hőmérséklete és a szabadban mért hőmérséklet különbsége °C-ban kifejezve.

Hőszükséglet: Az az óránként szükséges melegmennyiség, amely az adott külső hőmérséklet mellett a kívánt belső hőfokot biztosítja. Mértékegységei: Watt, kJ, régebben kcal/óra.

Energiahordozók: Azok az anyagok, amelyek elégetésével a szükséges hőmennyiséget nyerjük. Hajtatás céljára felhasznált fűtőanyagok lehetnek:

- szilárd tüzelőanyagok: kőszén, barnaszén, koksz, fa, mezőgazdasági hulladékok, különböző pelletek,
- folyékony tüzelőanyagok: nehéz és könnyű tüzelőolajok,
- gáznemű tüzelőanyagok: PB-gáz, városi gáz, földgáz,
- termálvizek, vagy különböző erőművek „hulladék vizei",
- elektromos energia.

A **kazán** típusának kiválasztásakor két fontos szempontot kell figyelembe venni:

1. Az elégetés hatásfoka: szilárd tüzelőanyagoknál 50–60%, folyékony és gáz halmazállapotú energiahordozóknál: 75% körüli.
2. Szabályozhatóság: A szilárd tüzelőanyag használata a tűztérben lévő parázsmennyiség miatt nem tudja követni az időjárási elemek gyors módosulásait (borús-napsütéses időszakok váltakozása, szélerősség). Csak a folyékony és gázszerű tüzelőanyagok használata teszi lehetővé a gyors alkalmazkodást.

A kazánok fűtőteljesítményét kilowattban (esetleg kcal/órában) adják meg. 100 kcal =116 kW.

A **hőleadók** a kazánokban előállított hőmennyiséget közvetítik a létesítmény légterének vagy talajának (vagy mindkettőnek). Ezek többnyire ún. forrcsövek vagy spirálbordás csövek, amelyeknél a bordák acéllemezből vagy alumínium szalagból készülnek. Hőleadók lehetnek még termoventilátorok is, működtetésükhöz azonban elektromos áramra van szükség. Az alacsony hőfokú vizek hőleadójaként gyakran használják a műanyag csöveket is (PP gégecső vagy PE sima cső). A 40–50 °C-ra felmelegített levegőt jellemzően polietilén fóliából készült tömlők segítségével osztják szét a létesítményben.

Hőszükséglet: A kertészek körében általánosan elfogadott ismeret, hogy fóliával takart 1 m^2 termőterület légtér hőfokának 1 °C-kal történő emeléséhez 11,6 Watt (10 kcal/óra) hőmennyiség szükséges. Üveg vagy kettős fóliatakarás használatakor ez az érték 7 Watt (6 kcal/óra) körüli értékre csökken. A jelzett hőmennyiségek elsősorban tapasztalati értékek, a gyakorlatban azonban kellő biztonsággal használhatók. Alapelv a fűtés méretezésénél, hogy a megadott technológiai hőmérsékleten tartott növényház hőveszteségeit a termesztési időszak átlagos minimális külső hőmérsékletére még pótolni tudjuk, és a várható legnagyobb lehűlések idején a növényeket a pusztulástól megóvjuk.

Ismert, hogy a növényház hővesztesége, amit folyamatosan pótolnunk kell, egyenesen arányos

- a határoló felület nagyságával (F)
- burkolóanyag hőátbocsájtási tényezőjével (k) és a
- külső és belső hőmérséklet különbségével (Δt).

A határoló felület nagyságát (F) az alapterületre vetítve adják meg, tehát értéke mindig nagyobb 1-nél.

A hőátbocsájtási tényező (k) az anyag vastagságától és minőségétől függ. Üveg esetében értéke kb. 30, 0,15 mm vastag PE-fóliánál hozzávetőleg 42. Külső klimatikus behatások (szél, csapadék) időlegesen tovább növelhetik a hőveszteséget, melynek értékét az alábbi képlet segítségével számíthatjuk ki:

$$Q = F \cdot k \cdot \Delta t.$$

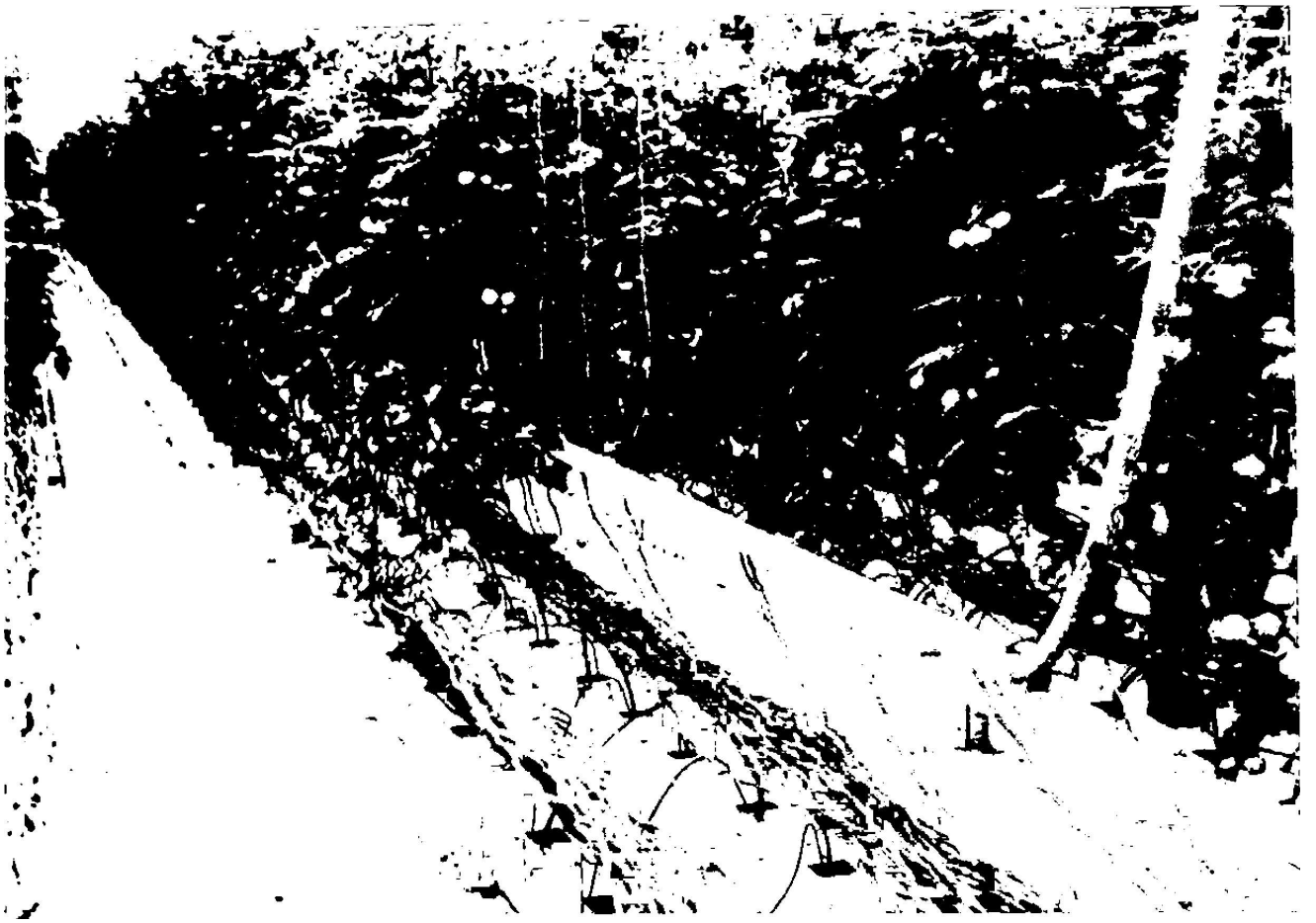
A talajra vagy a talaj fölé 5–10 cm magasra, a növények közelébe helyezett, fém vagy műanyag csövekből kialakított fűtési rendszert **vegetációs fűtésnek** nevezzük. A csövekben célszerűen 30–60 °C-os vizet keringtetnek, amely különböző hőforrásból származhat. Legfontosabb jellemzői:

- önmagában is 20–30%-os energiamegtakarítással jár, a kutatók és a gyakorlati szakemberek egybehangzó véleménye szerint az egyik leghatékonyabb energiatakarékossági megoldás,
- horizontális és vertikális irányban egyenletes hőeloszlást biztosít,
- alkalmazásával az alacsony hőfokú vizek (30–60 °C) energiája is gazdaságosan felhasználható,
- segíti a tápanyagok jobb felvételét,
- megakadályozza a páraképződést, a melegben tartott növényállományon elmarad a párakicsapódás, a levelek fonáki részét folyamatosan szárazon tartja,
- ezzel jelentősen csökkenti a betegségek terjedését, ennek következtében kevesebb növényvédelmi beavatkozásra van szükség,
- beruházási költsége nem túl magas,
- energiaernyővel együtt használva lehetővé teszi a levegőt át nem engedő palástok alkalmazását, ugyanis – mint már utaltunk rá – megakadályozza vagy erősen csökkenti a páraképződést,
- a légtér („radiátoros") fűtéssel összehasonlítva kisebb árnyékoló felületet ad, a tetőtérben így kevesebb fűtőcsövet kell szerelni.

Amennyiben a vegetációs fűtés céljára acélcsöveket tervezünk, azokat egyben szállítókocsi sínpályájaként is felhasználhatjuk, így az anyagmozgatásban megkönnyítik a fizikai munkát. Az acélcsövek leggyakoribb átmérője 6/4 coll, ritkán az 5/4 collos csöveket is alkalmaznak. A csöveket praktikusan 5–10 cm-re a talaj fölé emelik az erre a célra kialakított speciális tartók (bakok) segítségével.

A növénysorok között a talajon vagy attól kiemelve futó vegetációs fűtést alsó (horizontális), a növénysorok között – jellemzően ikersorban – vezetett vegetációs fűtőcsövet pedig felső (vertikális) fűtésnek nevezzük *(69. ábra)*. Ez az elhelyezési mód azon a felismerésen alapul, hogy az asszimilátáik mindig a legmelegebb növényi részbe vándorolnak. Mivel ezek a fűtőcsövek flexibilis módon csatlakoznak az elosztó vezetékhez, magasságuk a tenyészidő során hajtatott növényeink éppen virágzó, termést kötő zónájába emelhető. Kísérleti eredmények és gyakorlati tapasztalatok egyaránt bizonyítják az eljárás hasznosságát.

Gyakran találkozunk olyan megoldással is, hogy az ikersorok között nem egy, hanem két fűtőcsövet is vezetnek egymás fölött 20–30 cm távolságra. E fűtőcsövek átmérője jellemzően 5/4–1 collos, de előfordul ennél vékonyabb vezeték alkalmazása is.



69. ábra. Felső vegetációs fűtés *(Fotó: dr. Tompos Dániel)*

A talaj nélküli termesztésben nem ritka a gégecsövek használata sem, ilyenkor gyakran tapasztalható a kétféle megoldás együttes alkalmazása. A gégecsöveket közvetlenül a termesztőtáblák mellé helyezik, így a gyökérzóna közvetlen fűtése is biztosított. Magyarországon széles körben alkalmazott polipropilén gégecsövek felülete a bordás kialakítás következtében közel kétszerese a sima csövekének, így a hőleadásuk jónak mondható.

A 32/28 mm átmérőjű, fekete színű PP gégecső a 30–60 °C-os fűtővíz tartós hatására sem károsodik. 50 m-es szakaszokat lehet kialakítani oly módon, hogy a szárnyvezetéken az elosztóvezetékhez legközelebbi és legtávolabbi eső ponton a hőmérséklet különbsége 10 °C-nál kevesebb legyen. (Ha az elosztóvezetékről minkét irányba vezetjük a fűtőcsöveket, akkor mintegy 100 m hosszú rendszer alakítható ki.) A 25 m-nél hosszabb szakaszoknál már javasolt egy keringtető szivattyú beépítése is, amelyet mindig a visszatérő oldalra kell szerelni!

A gégecsöves fűtés beszerelésénél, méretezésénél ügyeljünk arra, hogy ezek a csövek a feltöltési nyomás és a melegítés hatására jelentősen, akár a csőhossz 10%-át is meghaladó mértékben megnyúlhatnak.

A vegetációs fűtés tervezésekor a csövekkel szemben támasztott követelményeket összefoglalva a következő tulajdonságokat kell figyelembe venni:

- a környezet korrodáló hatásának jól álljanak ellen,
- legyen jó a hőleadásuk és a hőállóságuk,
- legyenek hajlékonyak, könnyen kezelhetők,
- kicsi legyen a súrlódási veszteség,

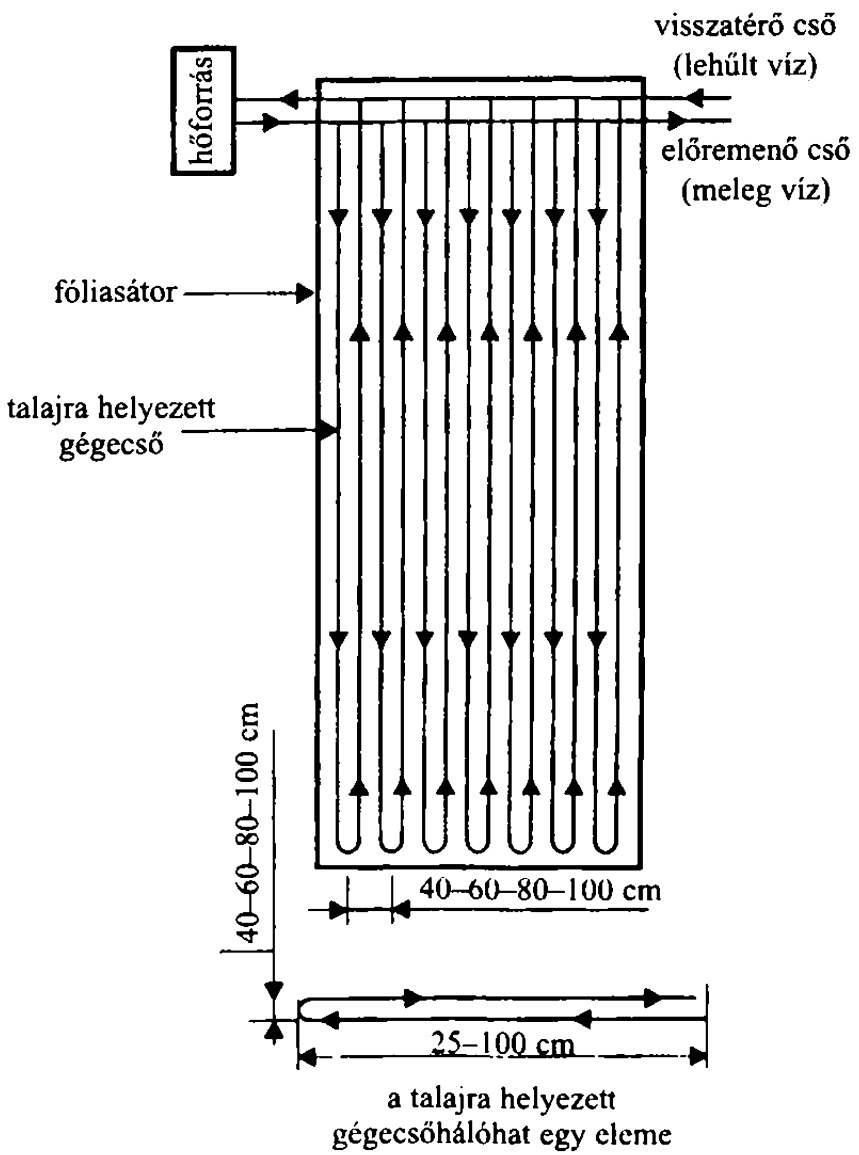
– ne legyenek nehezek,
– ne legyenek drágák.

Acél- és műanyag csövek összehasonlítása hőleadás és hővezető képesség szempontjából azt a meglepő eredményt adta, hogy a polietilén csövek felületegységre vonatkoztatott hőleadása nem nagyon marad el az acélcsövek hasonló paraméterétől, sőt a horganyzott csövekénél jobb.

A vegetációs fűtés elterjedt kialakítására a „hajtű" elrendezés jellemző *(70. ábra)*.

Az elrendezési ábrán látható, hogy a fűtőcsövek egymástól való távolsága tág határok között változhat, a hajtatott zöldségfaj hőigényétől és a létesítmény fűtési szintjétől függően módosulhat. A talaj nélküli hajtatásban azonban csak a termesztett zöldségfajtól függően, az állomány elrendezésének megfelelően módosul a fűtőcsövek „kiosztása".

A *növekedési cső* az a fűtőcső, amelyiket az ikersorok növényei közé helyeznek el. Mérete kisebb (3/4-es), a fala vékonyabb, mint a vegetációs fűtőcsőnek, ezért gyors reagálású, a benne lévő kevesebb vízmennyiség gyorsan megfordul, hőjét hamar leadja. Eredetileg a holland kertészek alkalmazták paradicsomtermesztésben kondenzációs csőnek, benne hűtötték le a füstgáz kondenzorban keletkezett hőt. Kezdetben



70. ábra. Vegetációs fűtés javasolt elrendezési vázlata

mozgatható volt, a korai időszakban a növény csúcsa körül helyezték el, majd az ötödik fürt virágzásával egy időben az éredő bogyók közelébe süllyesztették és ott tartották a kultúra végéig. Később felismerték a mikroklímára gyakorolt jótékony hatását, és azóta minden új üvegház standard tartozéka, de már nem mozgatják, hanem a termesztőközeg felett 80–100 cm-rel fixen rögzítik.

Az **energiaernyő** lényege, hogy a fűtőcsövekről, a talajról, a növényzetről, összefoglalóan a létesítményből kifelé irányuló energia minél nagyobb részét visszatartsa. Ezt a feladatot egy, a létesítményen belül kialakított újabb takarás képes hatásosan megvalósítani.

A különböző tartó- és mozgatószerkezetekkel készült energiaernyőn a 3000–5000 nm hullámhosszúságú hősugarak eltérő mértékben visszaverődnek, elnyelődnek, illetve áthaladnak. Mindez erősen függ az energiaernyő anyagának fizikai tulajdonságaitól. A legfontosabb számításba jöhető anyagokról a *25. táblázat* tájékoztat.

A táblázatból látható, hogy az energiaernyő céljára a legjobb anyagok a fekete fólia, az alumíniummal kasírozott fólia és a különböző textíliák. Hazánkban az átlátszó polietilén fóliát is széles körben használják.

Az energiaernyő hatását a takarásra használt anyag számos tulajdonsága befolyásolja, ezek közül a legfontosabbak az alábbiak:

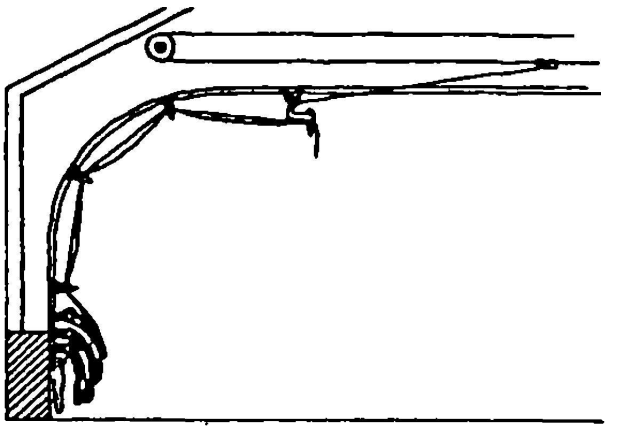
- hőáteresztő képesség,
- vízáteresztő képesség,
- fényáteresztő képesség,
- hajlékonyság.

25. táblázat. Különböző anyagok hősugár-áteresztő és visszavető képessége 50 °C-os hősugárzásnál *(Oszkó, 1980 nyomán)*

Anyag	Áteresztő képesség (%)	Visszaverő képesség (%)
Egyszerű üveg	0	10
PE fólia – 0,10 mm	75	2
PE fólia – 0,20 mm	72	3
PE fólia – IR fólia 0,2 mm	43	3
PE fólia – UV stabilizálva	56	3
PE fólia duplán (2 × 0,1 mm)	26	nincs adat
PE fólia +vízfilm	0	5
PE fólia fekete – 0,1 mm	0	5
PVC fólia 0,1 mm	43	3
PVC fólia 0,2 mm	32	4
PVC fólia duplán (2 × 0,1 mm)	26	nincs adat
Tedler fólia – 0,05 mm	40	1
Tedler fólia – 0,1 mm	20	1
Alumíniummal rétegezett fólia	4	31–43
Nejlon (poliamid szövet)	0	91

A gyakorlatban a tartó- és mozgatószerkezeteknek két fő típusa alakult ki. Megkülönböztetünk:

- osztott és
- zárt rendszerű *(71. ábra)* energiaernyőt.



71. ábra. Zárt rendszerű energiaernyő működési vázlata

Az osztott rendszerű energiaernyőknél egymástól független az oldalfalak, valamint a belső légtér szigetelése. Az oldalszigetelés a minél jobb fényáteresztés érdekében többnyire átlátszó PE-ből vagy légpárnás fóliából is készülhet. A tetőzet szigetelőanyagát kifeszített dróthuzalok tartják, ezeken az ernyő anyaga össze- és széthúzható. Az összehúzott állapotban lévő ernyőkötegek hozzávetőleg 5%-os fényveszteséget okoznak. A zárt rendszerű ernyő gyakorlatilag megszakítás nélküli, folyamatos takarást biztosító anyagból készül.

Az energiaernyő mikroklímára gyakorolt hatásáról összefoglalva megállapítható, hogy:

- Az ernyő alatti és fölötti levegő hőmérséklete között jelentős (akár 10–16 °C-os) a különbség, de ez természetesen csak jól záró ernyő esetében fordul elő. Az energiaernyő reggeli nyitásakor a legmagasabb ez az eltérés, ezért ilyenkor javasolt (már a nyitás előtt 20–30 perccel) a fűtőtermosztát magasabb értékre történő állítása.
- Az oldalfaltól oldalfalig kifeszített fólia mellett nem maradhatnak rések, nyílások, mert ott a meleg levegő – az ismert felszálló mozgása következtében – elszökik. A termesztőlétesítmény szellőzetlensége miatt a megnövekvő páratartalom egy része a fóliára kicsapódik, onnan a növényre csöpög. Ez ellen ajánlott a ventilátorok működtetése, a fólia permetezése víztaszító anyaggal (Sun Clear), esetleg antisztatikus fóliák használata.
- Számolni kell – különösen az osztott rendszerű megoldásoknál – bizonyos árnyékoló hatással is. Az árnyékhatás is nagymértékben függ a választott anyag fizikai tulajdonságaitól. Az árnyékolás erősségétől függően bekövetkezhet bizonyos mértékű termésveszteség is, azonban a fűtőanyag-megtakarítás ellensúlyozza azt.
- Az anyag levegőáteresztő képességétől függ az ernyő alatti levegő relatív páratartalma is, amely kisebb-nagyobb mértékben ugyan, de minden esetben emelkedő értéket mutat. A hőernyő át nem eresztő rétegként viselkedik a vízpárával szemben, s emiatt az alatta lévő légtérben akár 15%-kal is emelkedhet a relatív légnedvesség.

Nagyon lényeges megfigyelés, hogy az energiaigény 75–85%-a az éjszakai órákban lép fel (különösen a hajnali órákban nagy a hőveszteség), kézenfekvő tehát, hogy ilyenkor kell energiát megtakarítani. Az energiaernyő használatakor a kísérleti eredmények és gyakorlati tapasztalatok alapján összességében az alábbi eredmények és előnyök várhatók:

- segítségével 20–30(–50)% energia takarítható meg,
- beruházási költsége kisebb, mint bármilyen más utólagos szigetelési rendszeré,
- már meglévő termesztőlétesítményekbe utólag is beépíthető,

- a mozgatható hőernyő által okozott fényveszteség átlagosan 5% körüli, mert többnyire csak éjszaka használják,
- alatta egyenletesebb a hőmérséklet eloszlása a növényházban,
- a hőernyővel védett növények leveleinek hőmérséklete 1–1,5 °C-kal magasabb, mint az ernyő nélküli növényházban,
- a beruházási költségek 2–4 év alatt megtérülnek,
- használatakor fontos szabály, hogy naplemente előtt 1 órával már fel kell húzni (összezárni), reggel pedig a napfelkeltével egy időben vagy nem sokkal utána le kell húzni (szétnyitni).

Az energiaernyő hátrányos tulajdonsága, hogy anyagától függő mértékben megnő alatta a levegő relatív nedvességtartalma, esetleg a növényekre is csepeghet a kicsapódott víz, valamint nagyon hideg éjszaka után az ernyő kinyitásakor túl hideg levegő áramlik a növényekre.

Tartósság szempontjából a fémlamellákból készült ernyők a legjobbak, viszont beruházási költségük is a legmagasabb.

Az energiaernyő a legmelegebb nyári időszakban árnyékolóként is szolgálhat, a termesztő kiválaszthatja, hogy milyen fedésű (árnyékoló hatásfokú) ernyőt épít.

5.1.3.3. A szén-dioxid-trágyázás jelentősége és lehetősége a talaj nélküli termesztésben

A talaj nélküli termesztésben, ahol magát a talajt, mint az egyik jelentős CO_2-forrást kizárjuk, kézenfekvő e növényi tápanyag mesterséges adagolása. Kísérletekkel bebizonyították, hogy a természetes koncentrációnál töményebb CO_2-szint sem mérgező növényeink számára.

A növények szervezetük felépítéséhez szükséges anyagokat a környezetükből felvett CO_2-ból energia segítségével állítják elő.

$$6\ CO_2 + 6\ H_2O + \text{fény (energia)} = C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2$$

A keletkezett glükóz (egyszerű cukor) képezi a különféle szénhidrátok és más szerves anyagok szintézisének alapanyagát.

A külső légtér CO_2-koncentrációja kb. 300 ppm (0,03 térfogat%). A jól záródó házakban, nagy növénytömeg esetén ennek az értéknek töredéke található (kb. 30–70 ppm), amelyből a növény már semmit sem tud felvenni. A rendszeres szellőztetést a legegyszerűbb CO_2-adagolásnak tekinthetjük, ezzel akár 5–15%-os termésnövekedés is érhető.

A CO_2-felvétel sebessége a koncentráció emelésével mintegy 800 ppm-ig rohamosan nő, 1000–1200 ppm-es töménységig ez az ütem jelentősen csökken. Látható tehát, hogy a szén-dioxid mesterséges adagolásával a szabadban lévő koncentrációt hozzávetőleg háromszorosára érdemes dúsítani.

A CO_2 felvételét a környezeti tényezők közül elsősorban a hőmérséklet, a fény- és a vízellátottság befolyásolja. Fontos szabály, hogy CO_2-adagolás esetén – szemben a CO_2-kiegészítés nélküli termesztéssel – napos időben a hőmérséklet 4–5 °C-kal magasabb, de éjjel 3–4 °C-kal alacsonyabb legyen. Nagyon magas hőmérsékleten a sztómák bezáródnak, és a CO_2-felvétel leáll.

A CO_2-felvétel a sztómák nyitottságától erősen függ, azt pedig a hőmérsékleten kívül a fényerősség is befolyásolja.

A környezet páratartalma, illetve víztartalma is módosítja CO_2-felvételt, a száraz talaj és az alacsony relatív páratartalmú levegő akadályozzák a CO_2 bejutását a növénybe.

Magyarországon számításba jöhető CO_2-források:

- cseppfolyós CO_2: 1 kg = kb. 500 l, mert 1 l CO_2 tömege 20 °C-on kb. 2 g,
- petróleum: 1 l elégetésekor 2,5 kg = 1250 l CO_2 keletkezik,
- propán-bután gáz elégetésével (1 kg-ból 3 kg CO_2 nyerhető), ez az egyik leginkább hozzáférhető CO_2-forrás.
- földgáz égetésekor 1 m^3-ből 1,8 – 2,4 kg CO_2 keletkezésével számolhatunk.

A következő példán szemléltetjük 1 ha-os, 3 m átlagmagasságú üvegház napi (6 órás) szén-dioxid-szükségletét: 1000 ppm biztosításához 1 liter CO_2 (2 g) folyamatos adagolását szükséges biztosítani. A példában szereplő üvegház 30 000 m^3 térfogatú, 6 órán keresztül történő folyamatos pótlása 30 000 × 6 = 180 000 liter = 360 000 g = 360 kg. (Természetesen a napi 6 órás adagolást átlagos értéknek kell tekinteni. A hűvös, de napfényes télvégi napokon ez az időtartam akár 8–10 óra is lehet, de a fényszegény téli napokon vagy olyan időszakban, amikor a magas hőmérséklet miatt sokat kell szellőztetni, akár 2–3 órára is lecsökkenhet.)

Egy hektár üvegház óránkénti CO_2-szükséglete átlagosan tehát 60 kg, a jobban záródó fóliasátraké – a kisebb veszteség miatt – ennek kb. a fele.

Egy másik számítási mód szerint a CO_2-szükséglet kiszámításának az alapja a termesztőlétesítmény alapterülete. Ilyenkor minimálisan 5 g/m^2/óra az ajánlott mennyiség. Ha ezt a mennyiséget évi 600 órán keresztül adagoljuk, akkor a szükséglet 3000 g, azaz 3 kg/m^2/év. A fenti mennyiségek főleg a kevés napsütésben, hosszan tartó, borús időszakokban érvényesek. A sok napsütéses órával jellemezhető nyári időszak, illetve a verőfényes tavaszi napok alkalmával elképzelhető, hogy a példában megadott mennyiségnek akár 2–3 szorosára is szükség van.

Ezekkel az értékekkel számoljunk a CO_2-trágyázás tervezésekor!

CO_2-trágyázás hatásaként a következő eredmények várhatók:

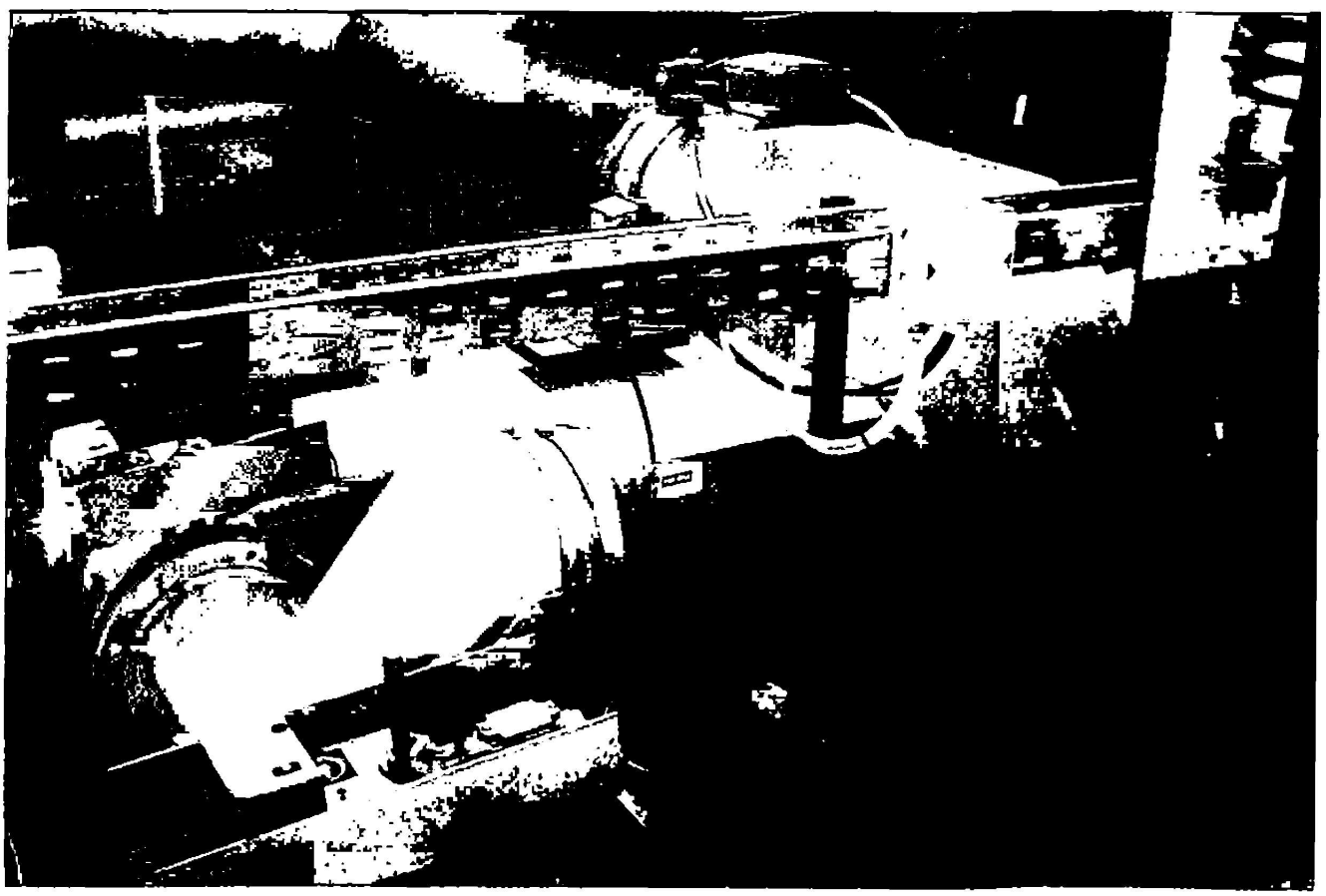
- A hidegtűrő zöldségfajok tenyészideje mintegy 5–7 nappal lerövidül, növekszik az áru osztályozottsága (minősége),
- A palántanevelés idején adagolt CO_2 néhány nappal növeli az uborka termésének koraiságát, s hatással van az összes termés mennyiségére is. A palántanevelés időszakától függően 25–40%-os tömeggyarapodást idéz elő a fejes salátánál, a kezelt növények 1,5–2 héttel korábban érik el az ültetési fejlettséget a téli időszakban.
- A hajtatott áru koraisága fokozódik, mennyisége nő.
- A paprika hajtatásakor végzett CO_2-trágyázás a korai termést – több szerző egybehangzó véleménye szerint – akár 50–100%-kal is növelheti, azonban az összes termés csak kismértékben nő.
- A paradicsom CO_2-trágyázása összességében a paprikánál jobb eredménnyel jár, elérhető a 20–25%-os termésnövekedés is.
- Az uborka termésmennyisége 0,07–0,1% térfogat%-os töménységű CO_2 hatására 15–30%-kal növelhető.

72. ábra. Cseppfolyós szén-dioxid tárolása speciális tartályban
(Fotó: Szőriné Zielinska Alicja)

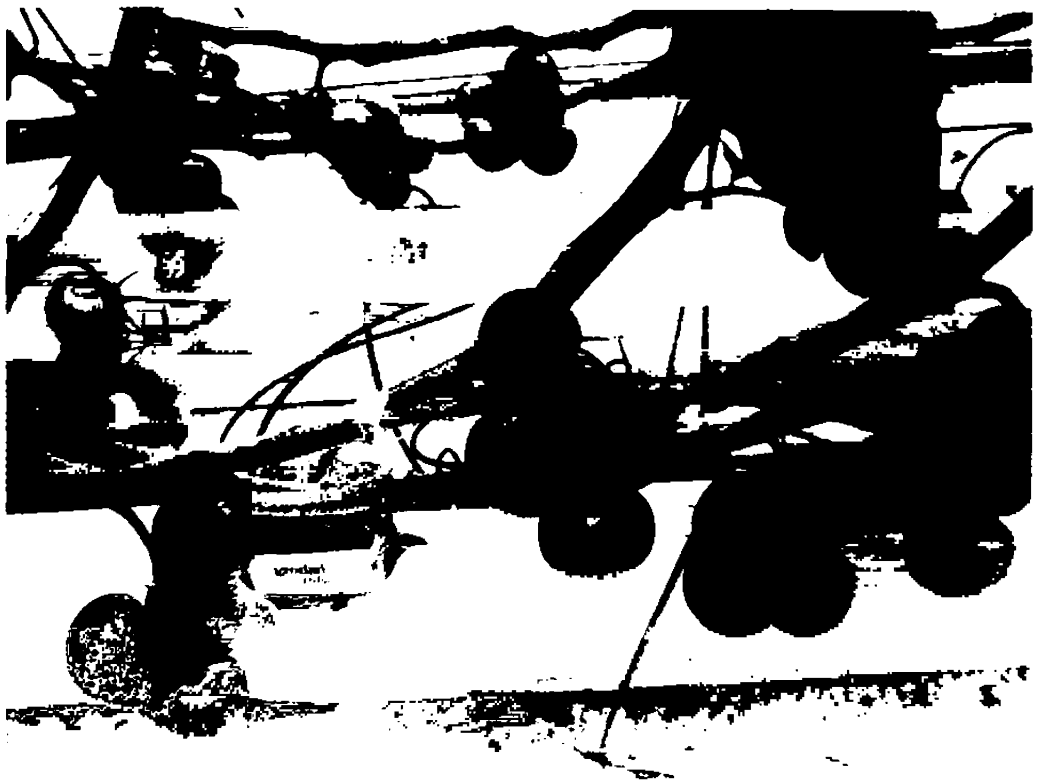
– A melegigényes fajok közül elsősorban azoktól várhatunk kimagasló eredményt, amelyeket tápoldatos körülmények között hajtatunk (a talaj fóliával takarása a talajból felszabaduló CO_2-ot elzárja). Ilyenkor az árbevétel akár 15–20%-kal is nőhet.

Hazánkban a szén-dioxid-trágyázás kevéssé elterjedt eljárás, de a talaj nélküli termesztéstechnológia kibontakozásával egyre több termesztő próbálkozik vele eredményesen. Alapvetően kétféle megoldást részesítenek előnyben: a tartályos (cseppfolyós) CO_2 használata és a füstgáz bevezetése *(72–73. ábrák)* a termesztőtérbe.

Az utóbbi rendszer jellemzője, hogy az esetleges elégtelen égés következtében szénmonoxid (CO) képződik, aminek a termesztő térbe való bejutását meg kell akadályozni. Erre a célra közvetlenül a kazán után fel kell szerelni egy érzékelő műszert (szenzort).



73. ábra. A füstgáz bevezetésére és elosztására szolgáló berendezés
(Fotó: Szőriné Zielinska Alicja)



74. ábra. A füstgáz bevezetésére szolgáló tömlő a növénysorok között
(Fotó: Szőriné Zielinska Alicja)

Nagyobb termelőegységeknél a cseppfolyós CO_2 adagolásához fogadótartályt telepítenek, azt tartályos autókkal töltik fel. A növényházban az elosztásról oly módon gondoskodnak, hogy erre a célra minden második (vagy harmadik) ikersorban 1–1,5 cm átmérőjű műanyag csövet használnak, amelyen 0,2–04 mm átmérőjű perforációkat kell készíteni. A túlnyomás miatt a vezetékek végét le kell zárni!

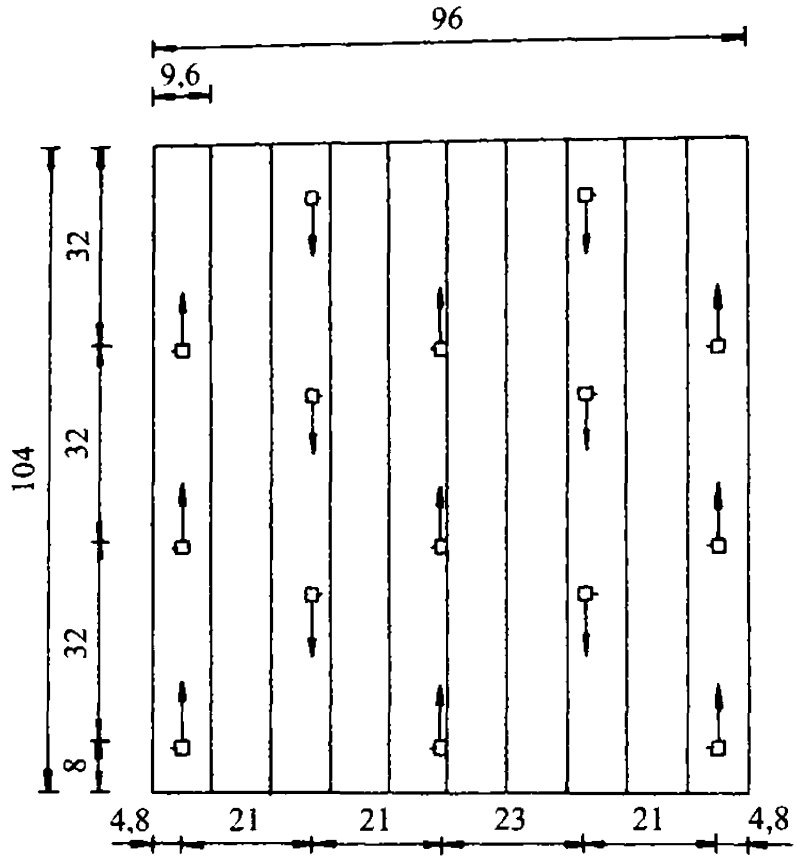
A füstgáz vezetéséhez és elosztásához 15–20 cm átmérőjű, átlátszó PE tömlőket használnak, azokat akár minden sorba be kell vezetni, s a végüket ugyancsak le kell zárni *(74. ábra)*.

5.1.3.4. Víztisztító berendezések

A talaj nélküli termesztés sikerét sok tényező együttes jelenléte befolyásolja. Legfontosabbak a jó fajta és a megfelelő termesztéstechnológia, melynek egyik eleme az öntözés. Hazánkban nem mindenütt találhatunk jó minőségű öntözővizet, legtöbbször annak EC-értékével (sótartalom), Na^+-tartalmával, Cl^--tartalmával, és HCO_3^- adódhatnak problémák. Amennyiben valaki a talaj nélküli termesztés mellett dönt, legelső feladata egy teljeskörű vízanalízis elvégzése. Az eredményektől függően gondoskodni kell a víz tisztításáról (javításáról) – *lásd: Az öntözővíz minőségének javítási lehetőségei c. fejezet.*

5.1.3.5. Ventilátorok

A legpontosabb fűtési rendszer működtetése esetén is előfordul, hogy a termesztőlétesítményben számottevő hőmérsékleti eltérések tapasztalhatók. Nem ritka, hogy a ház eleje és vége között, a széle és a közepe között 3–4 °C-os különbség is mérhető.



75. ábra. Légkeverő ventilátorok javasolt elrendezési vázlata [m]

Elsősorban a rosszabbul szigetelő, régebbi építésű üvegházaknál fordul elő ez a nem kívánt jelenség. A teljességre törekvő klímaszabályozás igyekszik ezt a hiányosságot kijavítani, ventilátorok segítségével mozgásban tartja, ezzel többé-kevésbé „homogenizálja" a meleg levegőt.

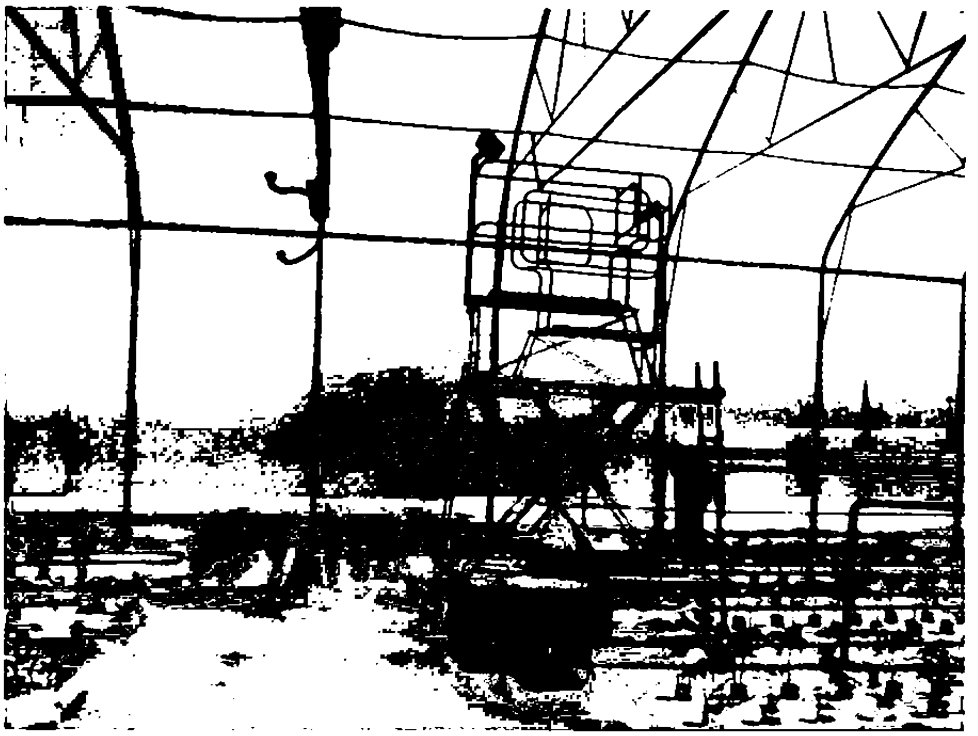
Példaként egy 1 ha-os növényház ventilátorokkal történő berendezését mutatjuk be a *75. ábrán*. A sematikus rajzon jól látható, hogy a terület lefedéséhez hozzávetőleg 15 db légkeverő szükséges, egyenkénti teljesítményük 3300 m^3/óra. Elhelyezésükkel kapcsolatos fontos követelmény, hogy azok nagyjából minden második hajóba kerüljenek, és hajónként egy irányból szívják a levegőt.

5.1.3.6. Szedőkocsik

A vegetációs fűtés műszaki megoldásainál ismertettük, hogy a fémből készült fűtőcsöveket egymással párhuzamosan fektetik, szintezik, esetleg néhány cm-re kiemelik a talaj színétől.

Ezzel a megoldással gyakorlatilag egy sínpálya jön létre, amelyet a különböző ápolási munkáknál (paprika metszése, paradicsom kacsozása, tekerése, leengedése stb.) és a termések szedésekor az ún. szedőkocsik könnyű mozgatására használnak. Ezek az eszközök sokféle megoldással készülnek.

Találkozhatunk az egészen egyszerű, alacsony, egyplatós kocsiktól az elektromosan hajtott, többszintes, állítható magasságú, 3–4 m-re is emelhető szerkezetekig. Egy ilyen eszköz látható a *76. ábrán.*



76. ábra. Művelő- és szedőkocsi *(Fotó: Szőriné Zielinska Alicja)*

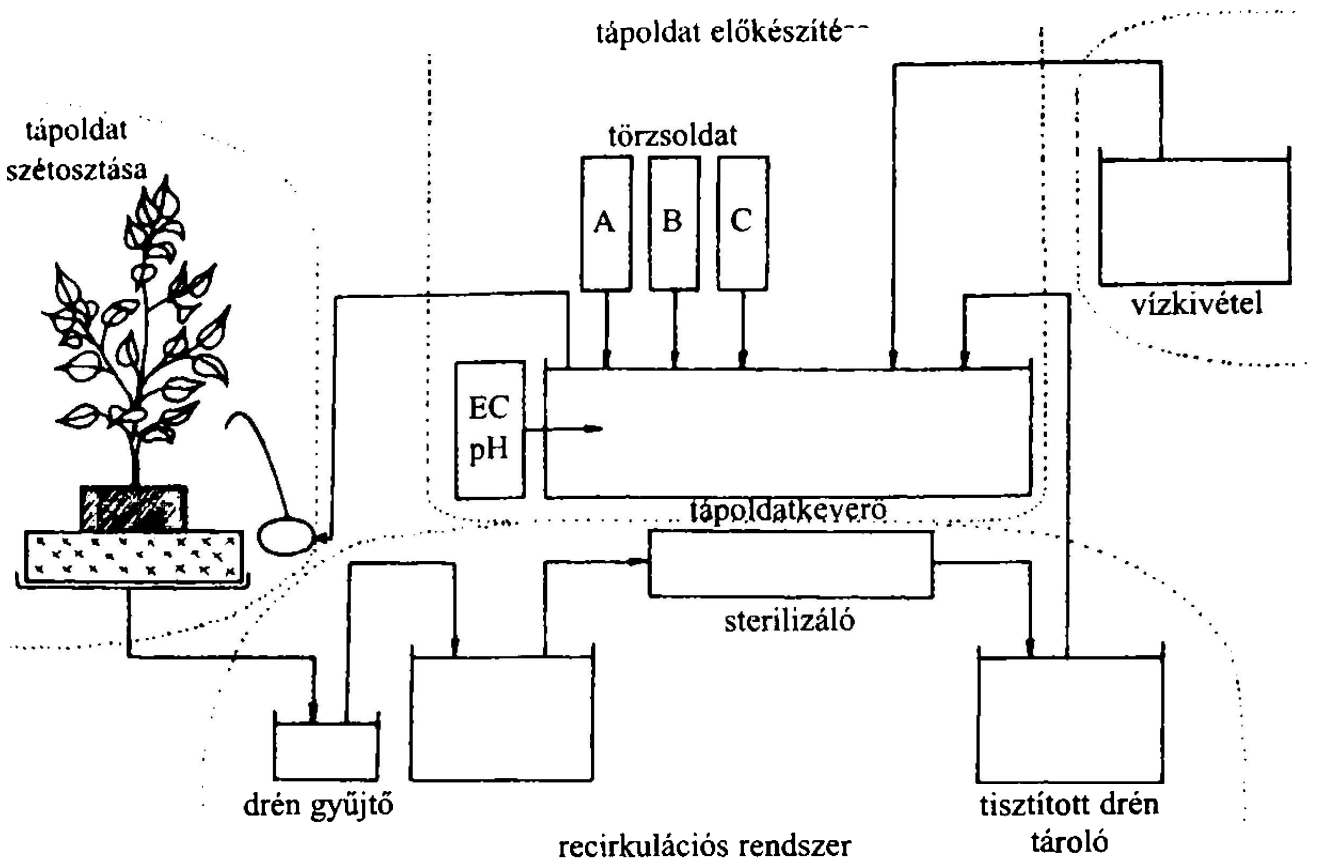
5.2. Tápoldatozó berendezések

Talaj nélküli zöldséghajtatás esetén az a célunk, hogy kiaknázzuk a termesztett fajta biológiai potenciáljában lévő lehetőségeket. Ehhez minden feltételt optimálisan kell biztosítanunk, így a tápanyaggal és a vízzel való ellátást is. Korlátozott közegben fejlődő növényeknél lényeges, hogy időben történjen a tápanyagellátás, az igényeknek megfelelően. Tápoldatozással változtatjuk a közeg értékeit, zárt rendszerben kezeljük a drénvizet, annak mozgatását és felhasználását. A tápoldatozó rendszerek 4 – különböző feladatot ellátó – fő részből állnak, ennek felépítését a *77. ábra* mutatja.

5.2.1. A berendezések kiválasztásának szempontjai

A gazdaságok sajátosságai és a termesztett növények közötti technológiai eltérések szükségessé teszik, hogy már a rendszer kialakítása előtt tudjuk, milyen öntözővizet tervezünk használni. A rendszer nagyságát a kitermelhető víz mennyisége és a vízvizsgálat alapján meghatározott kémiai összetétele befolyásolja. Minél rosszabb a víz minősége és minél kisebb a kút hozama, annál bonyolultabb rendszer felépítése szükséges.

Vásárlás előtt célszerű megismerni a különböző tápoldatkeverő típusok lehetőségeit. Nem mindegyik típus képes ellátni annyi növényt, illetve szelepet, amennyit be szeretnénk kapcsolni. Fontos, hogy milyen öntözési vezérléssel rendelkezik, képes-e maximálisan ellátni a növények szükségleteit és változtatni a tápoldat paramétereit a besugárzástól függően. Az öntözőgép beállítási értékeit néha naponta kell változtatni. Előnyös, ha a programozás könnyen végezhető és magyar nyelvű kiírással rendelkezik.



77. ábra. A tápoldatozó rendszerek felépítése

Ügyelni kell arra, hogy a gépet szervizelő céggel lehessen kommunikálni, és bármikor elérhető legyen. A termesztés biztonsága szempontjából lényeges, hogy a gép EC- és pH-kontroll riasztó rendszere megakadályozza a káros tápoldat kijuttatását.

Azon kívül át kell gondolni, hogy a berendezés képes-e ellátni a gazdaságot, ha változás történik a termesztett növényekben, a területben, és hogy ez milyen költséggel járhat.

Az öntözőrendszer kiválasztásánál legfontosabb szempont, amit figyelembe kell venni, a növény igénye és a víz minősége. Átlagosan négyzetméterenként 1 m^3 éves, 3–4 liter napi vízszükséglettel kell számolni. Magyarországon a maximális napi vízigény nyáron, nagy besugárzásnál: 8–10 l/m^2 és legalább óránként 3 öntözés. A víz fizikai szennyeződései szűrőrendszereken keresztül elkülöníthetők, egyes oldott sók jelenléte viszont a csepegtetők eldugulásához vezethet.

5.2.2. Vízkivétel és kezelése

A talaj nélküli termesztésben vízforrásként számításba jöhetnek a nyílt vizek (folyóvíz, tóvíz), kutak és az esővíz. A gazdaságban minden esetben a legjobb minőségű vizet kell választani! A rossz vízminőség súlyos károkat okozhat a termesztés során, holland tapasztalatok szerint a víz sótartalmának 1 mS/cm értékkel történő emelkedése a növényfajtól függően 8–22%-os terméscsökkenést okoz.

Az összegyűjtött víz a tárolótartályba kerül, amit le kell fedni, hogy megakadályozzuk az algák fejlődését, és ügyelni kell a tisztaságra, hogy a víz ne veszítsen a minőségéből. Az üvegházakról gyűjtött esővíz tartalmazhat cinket, amely a szerkezetből

oldódik, és amelynek a mennyiségét figyelembe kell venni a tápoldat készítése során. Gyakori, hogy a kútvizet napi tárolóba gyűjtik, ami tartalékot biztosít műszaki hiba esetére, és lehetőséget ad a víz felmelegítésére is. Nyáron viszont a tartály könnyen túlmelegszik, és a víz algákkal szennyeződhet. Legelterjedtebb a fém tartály feketefóliával kibélelve, amelynek a térfogattartalma 60–200 m^3. Amennyiben szükséges a vízminőség javítása, a kezelt víz kerül a tartályba.

Az öntözőrendszerbe adagolt víz szűrését minden esetben el kell végezni. A szűrők feladata a vízben úszó és lebegő fizikai szennyeződések összegyűjtése. Egy-egy szűrő nem képes valamenynyi szennyeződést összegyűjteni. A szűrő típusa függ a szennyezés mértékétől, mérete pedig az átfolyó víz mennyiségétől. Amennyiben többféle típus alkalmazása javasolt, a szivattyú után következő a sorrend: centrifugális homokelválasztó, anyagszűrő, hálós, majd a végén a lamellás szűrő *(26. táblázat)*.

26. táblázat. Szűrőtípus kiválasztása a szennyeződések alapján

Szennyeződés típusa	Javasolt szűrés
Nagy mennyiségű mechanikai szennyeződés	hidrociklon + hálós vagy lemezes
Mechanikai szennyeződések	hálós vagy lemezes
Mechanikai és biológiai szennyeződés	közeg- és lemezes
Vas, mangán	vastalanító, Mn kezelők

A *homokleválasztó (hidrociklon) szűrő* a centrifugális erő hatására a víznél nehezebb részecskék 95–98%-át választja ki (homokot és iszaprészecskéket). Használata akkor szükséges, ha a víz homoktartalma több mint 3 mg/l. Az *anyag vagy közegszűrő* a finom, 10 mikron fölötti, lebegő részecskéket távolítja el.

A folyamat lényege, hogy a víz – nyomás alatt – különböző nagyságú, rétegesen elhelyezett anyagok között folyik, ami lehet darált kő, homok, illetve más mesterséges anyag. A szűrés finomsága a használt közeg méretétől és az átfolyó víz sebességétől függ. Legelterjedtebb a homokszűrő, amelyben 0,3–2,0 mm nagyságú homokszemek vannak. A szűrőben lévő frakciók cseréje 2 évente történik, amennyiben a napi karbantartást rendszeresen elvégzik. Átmosása akkor szükséges, ha a szűrő két vége között a nyomáskülönbség nagyobb az előírtnál (általában 1 atm.). Olykor megfordított vízsugárral a lerakodott szennyeződések kimoshatók. A *hálós szűrők* esetén a víz finom műanyag szöveten vagy rozsdamentes acélhálón keresztül halad el. A durva szennyeződések a hálón kívül rakódnak le, csökkenve ezzel a nyomást a rendszerben. Felhasználható fúrt kutak vizének tisztítására, ahol a jellemző szennyeződés a homok. A *lemezes vagy lamellás szűrők* főleg a szerves anyagokat távolítják el. Hatékonyságuk a szűrőben lévő lamellák nagyságától függ, és minél nagyobb a mesh számban kifejezett értéke, annál finomabb részecskéket is kiszűri (a mesh szám kifejezi a lyukak számát 1 col hosszon). A lamellák szűrési képességét szín szerint jelölik *(27. táblázat)*. Mivel a csepegtető elemek átmérője kicsi, finom szűrés is szükséges. A hidrokultúrában használt öntözőrendszer igényeit általában a 120 mesh értékű szűrők elégítik ki.

A szűrő tisztítása tiszta vízzel, a lamellák lazítása után történik. A szűrőrendszer kialakításánál célszerű beépíteni az automatikus tisztítási módszereket.

27. táblázat. Szűrők minősége finomság szerint

Szín	szürke	zöld	kék	fehér	azúr	piros	sárga	fekete	barna
mesh	20	30	50	75	100	120	155	200	450
mikron	800	500	300	200	160	130	100	80	22
mm	0,8	0,5	0,3	0,2	0,16	0,13	0,1	0,08	0,022

A legfinomabb szűrők sem képesek eltávolítani a vízből a vas- és mangánionokat. A vas és mangán mennyiségének csökkenése azon alapszik, hogyan oxidáljuk őket. Az oxidok kicsapódnak a vízben, a különleges homokszűrők pedig eltávolítják a vízből az üledéket. Az oxidálás nyitott rendszerben (tó, tartály, levegő oxigén segítségével), illetve zárt rendszerben történhet. Ez esetben kompresszorral nyomott levegő vagy adagolt $KMnO_4$ az oxidáló anyag.

5.2.3. A tápoldat előkészítése

A tápanyag-utánpótlást biztosító berendezés fontos része az öntözőrendszernek. Üzemeltetésük során a receptben meghatározott műtrágyákból és vízből tápoldatot készítenek, és oldott formában juttatják ki a növényekhez. Az adagolás megfelelő tömény-ség (EC) és kémhatás (pH) betartásával történhet. A tápoldat töménységét olyan elemek is emelhetik, amelyek a növény számára nem hasznosak (nátrium). Az optimális pH beállítása a tápanyagfelvétel szempontjából fontos, és hidrokarbonátokat semlegesítő sav hozzáadásával történik. A tápoldat optimális pufferhatással akkor rendelkezik, amennyiben 50–80 mg/l karbonátot tartalmaz. A tápoldat készítésének elemei: a tápoldatkeverő, a törzsoldattartályok, savtartály és az öntözési automatika. A tápoldat készítésének legegyszerűbb formája az **1 tartályos rendszer,** amelyben adott mennyiségű vízhez adjuk a megfelelő pH beállításához szükséges savat, és olyan mennyiségű műtrágyát, hogy az EC-je jó legyen. Munkaigényessége és korlátozott kivételezhetősége miatt csak kis felületek ellátására alkalmas.

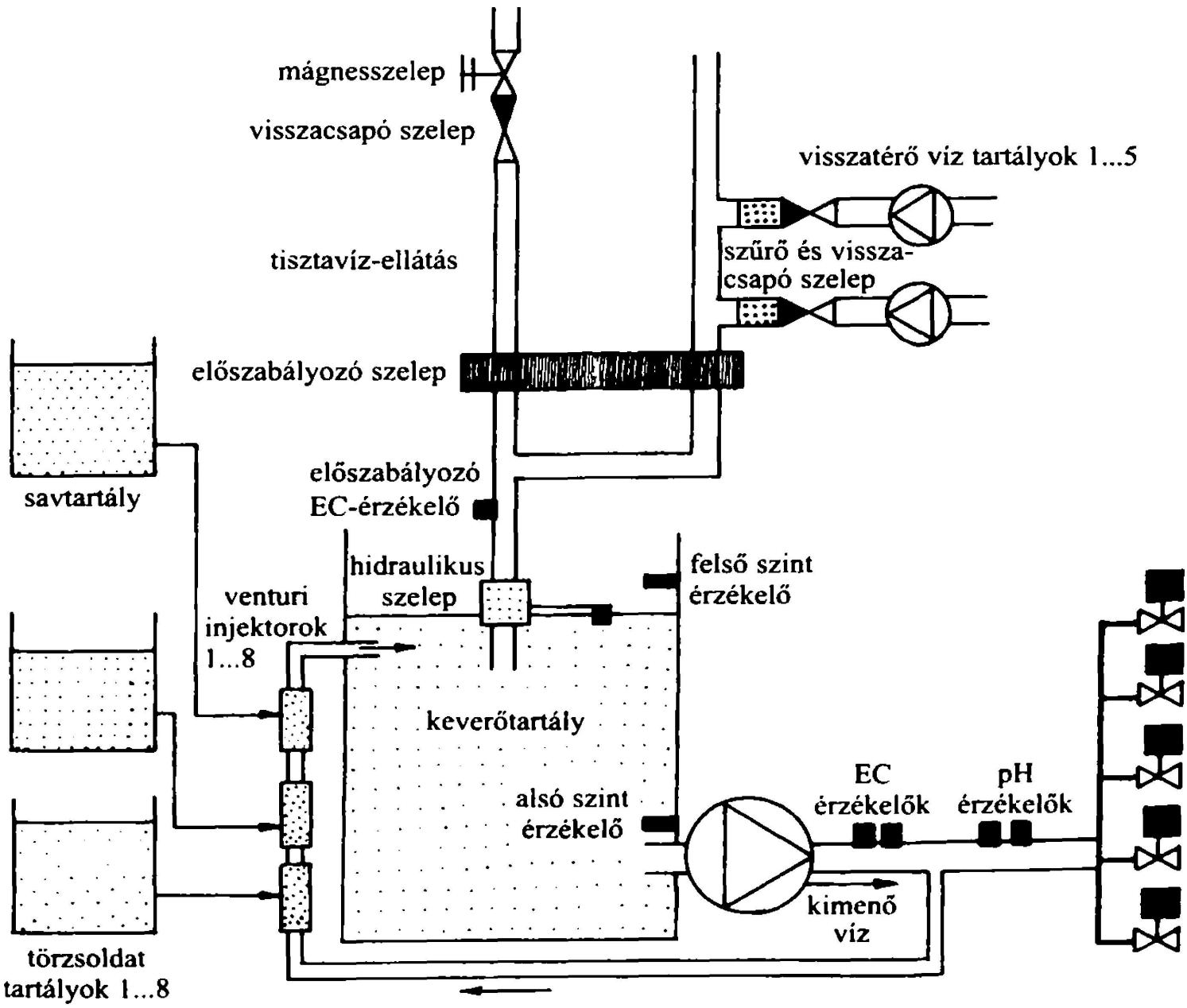
Stabil növényellátás **tápoldatkeverők** segítségével történhet. A működés alapján 2 csoportja van:

- keverőtartály nélküli,
- keverőtartályos.

A **keverőtartály nélküli rendszerekben** a műtrágya törzsoldatot közvetlenül a vízvezetékbe juttatják be. A csőben a tápoldat keverése nehezen és pontatlanul megy végbe, a tápelemek gyakran kicsapódnak. A rendszer előnye, hogy olcsóbb, megbízhatósága nagy teljesítménynél még megfelelő, egyébként nagy kockázattal jár. Legegyszerűbb megoldás a Venturi-cső használata, melyet a táplálócső keresztmetszetének szűkítése után csatlakoztatunk a rendszerhez. Az átfolyó víz képes felszívni a becsatolt csőből a folyadékot, mennyisége a Venturi-cső méretétől és az átfolyó víz nyomásától függ. A víznyomás változására nem érzékeny oldatszivattyúk használata (injektor) akkor történik, amikor az öntözővíz energiájának felhasználásával pumpáljuk az oldatot a rendszerbe. A fix térfogatú adagok száma szoros összefüggésben van a víz mennyiségével, ezáltal az adagolás jól szabályozható.

A precíz keverést és adagolást biztosító **keverőtartályos rendszerek** sémáját a *78. ábra* mutatja. A víz a törzsoldat- és savkeverő tartályba kerül, ahol az összekeverés után a szivattyú továbbítja az öntözőrendszerbe. Közvetlenül a kimenetnél EC-t és pH-t mérő szenzorok vannak. A beprogramozott értékeket úgy állítja elő, hogy a törzsoldatok és sav betáplálását folyamatosan változtatja. A keverők többsége külön riasztóegységgel van felszerelve, amely megszünteti a tápoldat adagolását, ha az értékei eltérnek a kívánt értékektől. A kiépített riasztórendszer figyelmeztet a problémáról. Hazai viszonyok között a legtöbb rendszer így működik, garantálva ezzel a biztonságos termelést.

A tápoldatkeverők a műtrágyákat oldott formában szívják ki a törzsoldattartályokból, melyek száma 2–9 közötti, nagysága az üzem méreteitől függően 200–2000 liter. A 100–200-szoros töménységű törzsoldatot több műtrágyából állítják elő, a keverhetőségi és oldódási szabályok betartásával. Általában az „A" tartályba a kalciumtartalmú műtrágyákat, nitrátokat és kelátokat oldjuk fel, kevés salétromsav hozzáadásával. A szulfátok, összetett és foszfortartalmú műtrágyák a



78. ábra. Tápoldatkeverő felépítése és működése

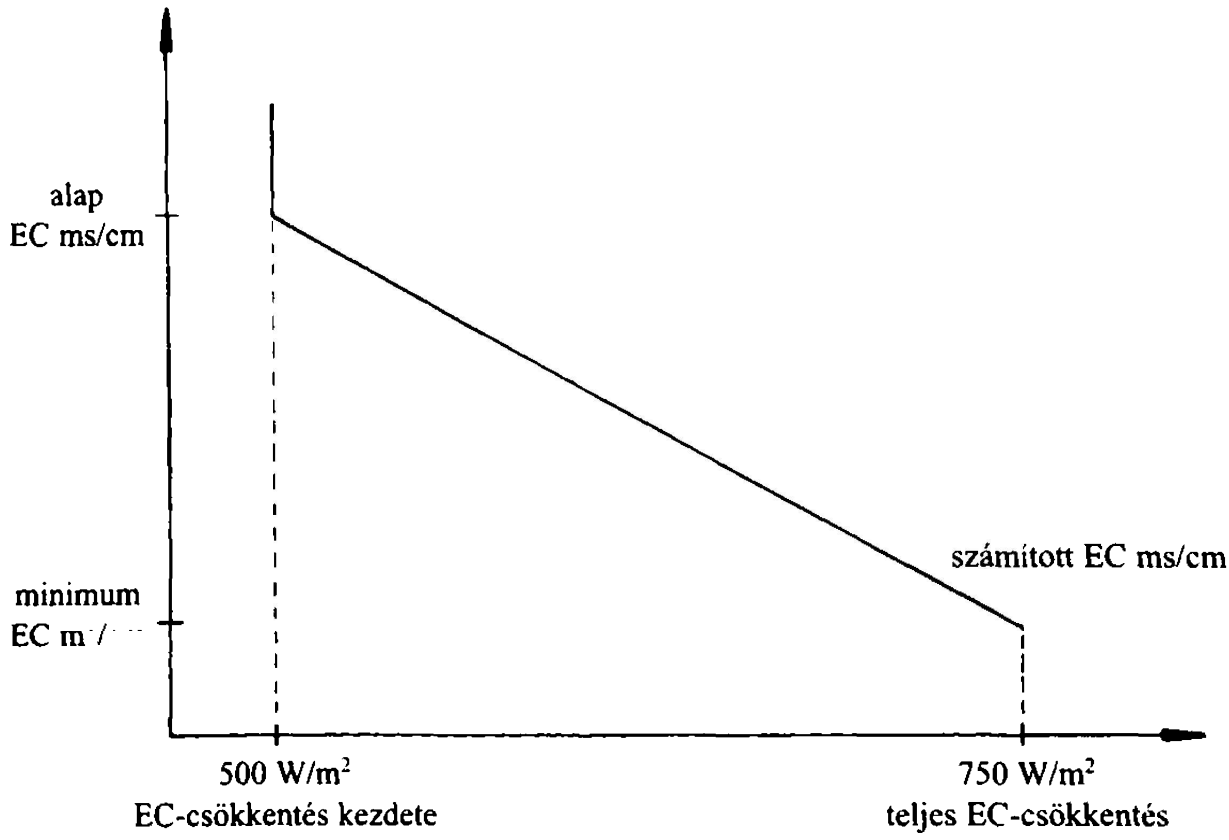
foszforsavval és salétromsavval együtt a „B" tartályba kerülnek. Három vagy több tartályos rendszerekben, a C tartályban a kémhatást beállító sav van. Két növény esetén 5 tartály szükséges. A több tartályos megoldás lehetőséget ad arra, hogy a tartályokban külön műtrágyaoldatok legyenek és az arányok változtatásával eltérő tápoldatot lehessen előállítani. Nagyüzemi felhasználásra három vagy több törzsoldattartályos rendszerek alkalmasak.

5.2.4. Az öntözés vezérlése

A tápoldatkeverő közvetlen irányítója az *öntözésvezérlő,* amellyel beállíthatók a tápoldat paraméterei és az adagolás feltételei. A vezérlő működése az alap beállításokra épül (mint pl. pontos idő, csillagászati idő). A továbbiakban a recept beállítása alapján a tápoldatozás-vezérlő megfelelő arányban összekeveri a különböző törzsoldatokat, előállítva ezzel a kívánt EC-jű és pH-jú öntözővizet. A recept határozza meg, hogy tiszta vagy visszatérő vizet használunk-e az öntözéshez, illetve a besugárzás hatására történő EC-csökkentés módját is.

Az öntözővíz EC-jének csökkentése az intenzív besugárzás idején kedvező a növények számára. Beállítása 3 érték segítségével történik és a változtatás automatikusan következik be *(79. ábra)*. A tápoldatkeverő a beállított EC-ből (alap EC) kiindulva, meghatározott besugárzásnál lineárisan csökkenti az értéket, amíg el nem éri a beállított alsó határt. A besugárzás további növekedésekor az EC a minimum értéken marad.

A vezérlő feladata a riasztást elindítani, amennyiben a pH szabályozását szolgáló sav- és EC-ellátás biztonsági korláton kívül esik. A korlátozó tényező jelentősen fo-



79. ábra. EC-csökkentés besugárzási intenzitás alapján

kozza az adagolás biztonságát. Gyakori a savfelhasználás korlátozása, amely esetleges érzékelő meghibásodás esetén is megakadályozza a sav túladagolását, amely káros következményekkel járhat.

A kőgyapotos termesztésnél, amikor a közeg mennyisége minimális, és állandóan tápoldattal öntözünk, lényeges, hogy a tápoldat szétosztása minőségileg és mennyiségileg is egyenletes legyen. Míg a hagyományos termesztésben elfogadott a 10–15%-os eltérés az öntözött felületen belül, a hidrokultúrás rendszerekben a maximális eltérés 5% lehet.

Akkor jó az öntözés, ha az a növények igénye szerint pontosan, egyenletesen, kis veszteséggel és minimális kártétellel történik. Általános szabály, hogy késő tavasszal és nyáron napkeltétől napnyugtáig öntözhetünk, ősszel és télen 2–3 órával később kezdjük és fejezzük be.

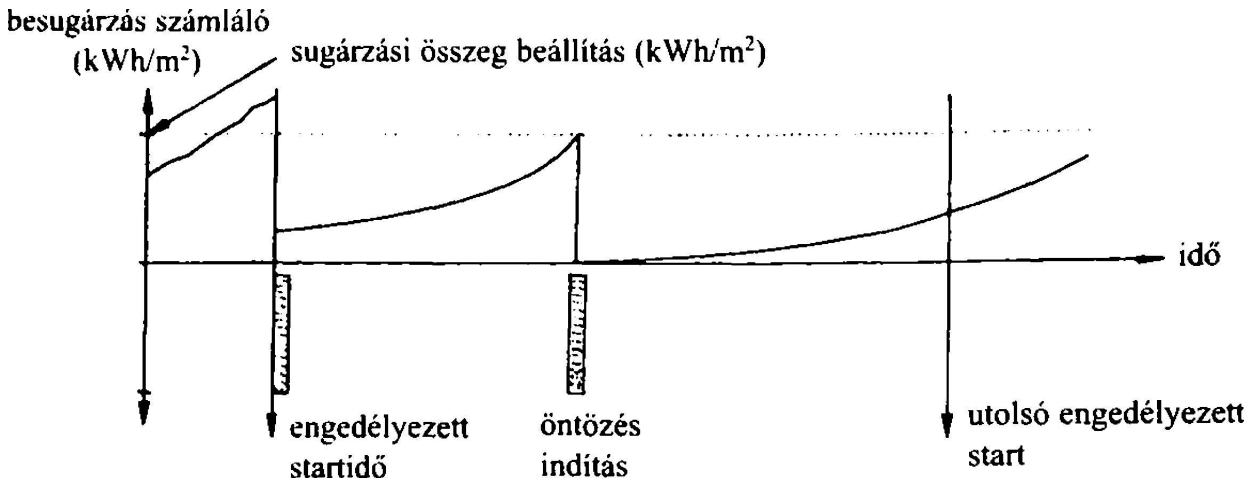
Meleg időben, illetve erős fűtés idején szükséges 1–2 éjszakai öntözés is, amennyiben a közeg túlságosan kiszárad. Néha pótlólagos öntözéseket is alkalmazunk éjszaka 9–11 óra között. Az egyszeri öntözési adag a közeg minőségétől, mennyiségétől és a növényfajtól függ. Általában egy öntözéssel négyzetméterenként 250–450 ml tápoldatot adagolunk. Kisebb mennyiségekkel, gyakoribb adagolással nedvesebbé tesszük a közeget, a növény növekedése vegetatívabb lesz. Nagy hátrány, hogy a minimális adagokkal növeljük a rendszer pontatlanságát, ami egyenetlen állományhoz vezet. Gyakori öntözésekkel a növények nem kényszerülnek a gyökér fejlesztésére, ami túlöntözés esetén pusztuláshoz vezet. A nagy adagok ösztönzik a növényeket a gyökérzet fejlesztésre, és ezzel tehetjük meg a közeg átmosatását, a sókoncentráció csökkenését is.

Az **öntözés indítása** többféle módon történhet, a leggyakrabban alkalmazottak:

- idővezérlés alapján,
- fényvezérlés alapján,
- indítótálca alapján,
- közeg nedvessége alapján.

Az *idővezérléses öntözés* nem vesz figyelembe semmilyen – a növény működését befolyásoló – tényezőt. Télen egész nap, egyéb időszakokban reggel és este használják. Az alapja egy óra, amelyen beállítjuk, mikor induljon, és milyen időnként történjen az öntözés. A növények kora délelőtt és késő délután ritkább, délben sűrűbb adagolást igényelnek. Erősen változékony időben ez napi korrigálást igényel. Beállítása a túlfolyáson és az üzemeltető tapasztalatán alapszik. Jó működés esetén az első túlfolyás a napi 2–3. öntözéskor jelenik meg, és a napi mennyisége eléri az optimális értéket.

A *fényvezérléses öntözést* – mivel a növényekhez eljutott fényenergia befolyásolja legnagyobb mértékben a transzspirációt és a vízfelvételt – a nyári, illetve változékony időben célszerű használni. A fénymérővel felszerelt vezérlés méri a besugárzási összeget, majd a beállított érték után az öntözés indítása következik. Működési elvét a *80. ábra* mutatja. Holland technológiák alapján 1 J/cm^2 fény energia szükségessé teszi a 2–3,5 ml/m^2 víz kijutatását. A *28. táblázat* azt mutatja, hogy az év különböző időszakaiban mennyi a m^2-kénti vízszükséglete egy kifejlett állománynak. A számolásnál figyelembe vettek más tényezőket is, mint a fűtés, szellőztetés és minimális 15%-os túlfolyás.



80. ábra. Öntözésindítás besugárzási összeg alapján

28. táblázat. Paradicsom, uborka és paprika négyzetméterenkénti vízigénye

Hónap	Paradicsom		Uborka		Paprika	
	ml/J/m²	ml/Wh/m²	ml/J/m²	ml/Wh/m²	ml/J/m²	ml/Wh/m²
Január	3,8	1,37	3,8	1,37	3,5	1,26
Február	2,4	0,86	2,6	0,94	2,1	0,76
Március	3,4	1,22	3,5	1,26	3,1	1,12
Április	2,8	1,01	3,0	1,08	2,5	0,90
Május	2,6	0,94	2,8	1,01	2,3	0,83
Június	3,0	1,08	3,2	1,15	2,7	0,97
Július	2,9	1,04	3,1	1,12	2,6	0,94
Augusztus	3,0	1,08	3,0	1,08	2,7	0,97
Szeptember	2,7	0,97	2,9	1,04	2,4	1,26
Október	2,4	0,86	2,5	0,9	2,3	0,83
November	2,4	0,86	2,5	0,9	2,3	0,83
December	2,3	0,86	2,5	0,9	2,3	0,83

Számolási példa: Paradicsom öntözése júniusban, az állomány sűrűsége 2,5 tő/m². A táblázat szerint a júniusban javasolt adagolás 3 ml/J/m².

1. módszer: amikor mi határozzuk meg az öntözés nagyságát
1 öntözés alatt, növényenként 100 ml-t adagolunk
egyszeri öntözés m²-ként = növényenkénti adag szorozva az állomány sűrűségével:

$$100 \text{ ml} \times 2{,}5 \text{ növ./m}^2 = 250 \text{ ml/m}^2$$

Beállítandó fényösszeg = Egyszeri öntözés osztva a párologtatási tényezővel:

$$250 \text{ ml/m}^2 / 3 \text{ ml/J/m}^2 = 83 \text{ J}$$

Jelen esetben az öntözést 83 J-onként kell indítani, csökkentve ezt az értéket, ha nagyobb drént tervezünk.

Azonos hónapban uborka növényenként 100 ml/öntözés 1,5 tő/m^2 sűrűség mellett a beállítás a következő:

$$100 \text{ ml/növ.} \times 1{,}5 \text{ növ/ } m^2 = 150 \text{ ml/ } m^2$$

$$150 \text{ ml/ } m^2\text{/ } 3{,}2 \text{ ml/J/}m^2 \textit{ (28. táblázatból)} = 46 \text{ J/cm}^2$$

2. módszer: minden 100 J/cm^2 besugárzás után öntözünk és még 20%-os drént szeretnénk

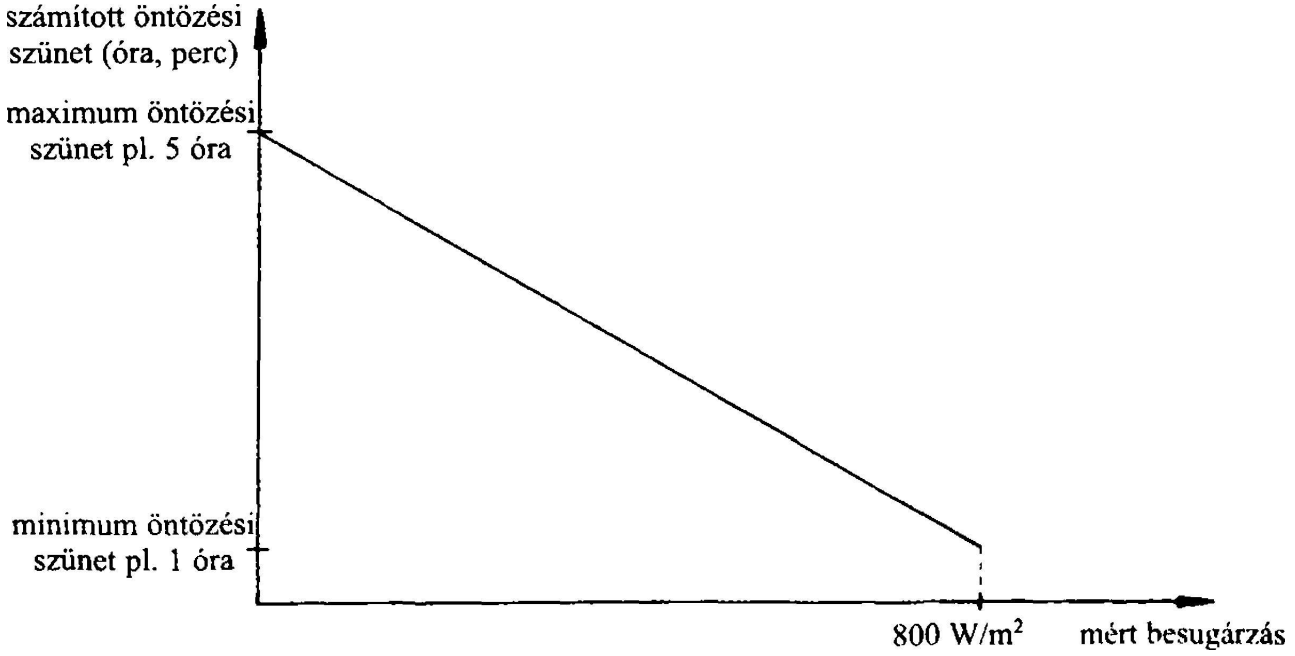
egyszeri adag extra drénnel növelve = 3ml/m^2/J + 20% = 3,6 ml/m^2/J

egyszeri adag m^2-enként = 3,6 ml/m^2/J × 100 J/cm^2= 360 ml/m^2

egyszeri adag növényenként = 360 ml/m^2/ 2,5 növ/m^2 = 144 ml/növény

A fényre és az időre történő öntözési indítás kombinációja az *intervallumos* öntözés. Ebben az esetben meghatározzuk a maximális és a minimális öntözési szünetet. Mindkét értékhez hozzárendelünk egy besugárzási összeg értéket. Az öntözési szünet a beállított értékek szerint lineárisan változik. Például: ha a beállított maximális öntözési szünet 5 óra, az ehhez rendelt besugárzási érték 0 W/m^2, a minimális öntözési szünet 1 óra és a hozzá rendelt besugárzási érték 800 W/m^2, akkor 400 W/m^2 esetén az öntözési szünet 3 óra *(81. ábra)*.

Az *indítótálcás* öntözés esetén, a növényállomány átlagos helyén (ami jól jellemzi növények átlagos fogyasztását) felszerelt tálca méri a kijelölt értékeket, és eltérés esetén indítja a következő öntözést. A tálcák működése súly, túlfolyási szint és a túlfolyás mennyisége alapján történik. Legbiztonságosabb a súlyalapú tálcák használata, mivel minden öntözés után mérik a közeg és növény tömegét. Ha a tömeg csök-



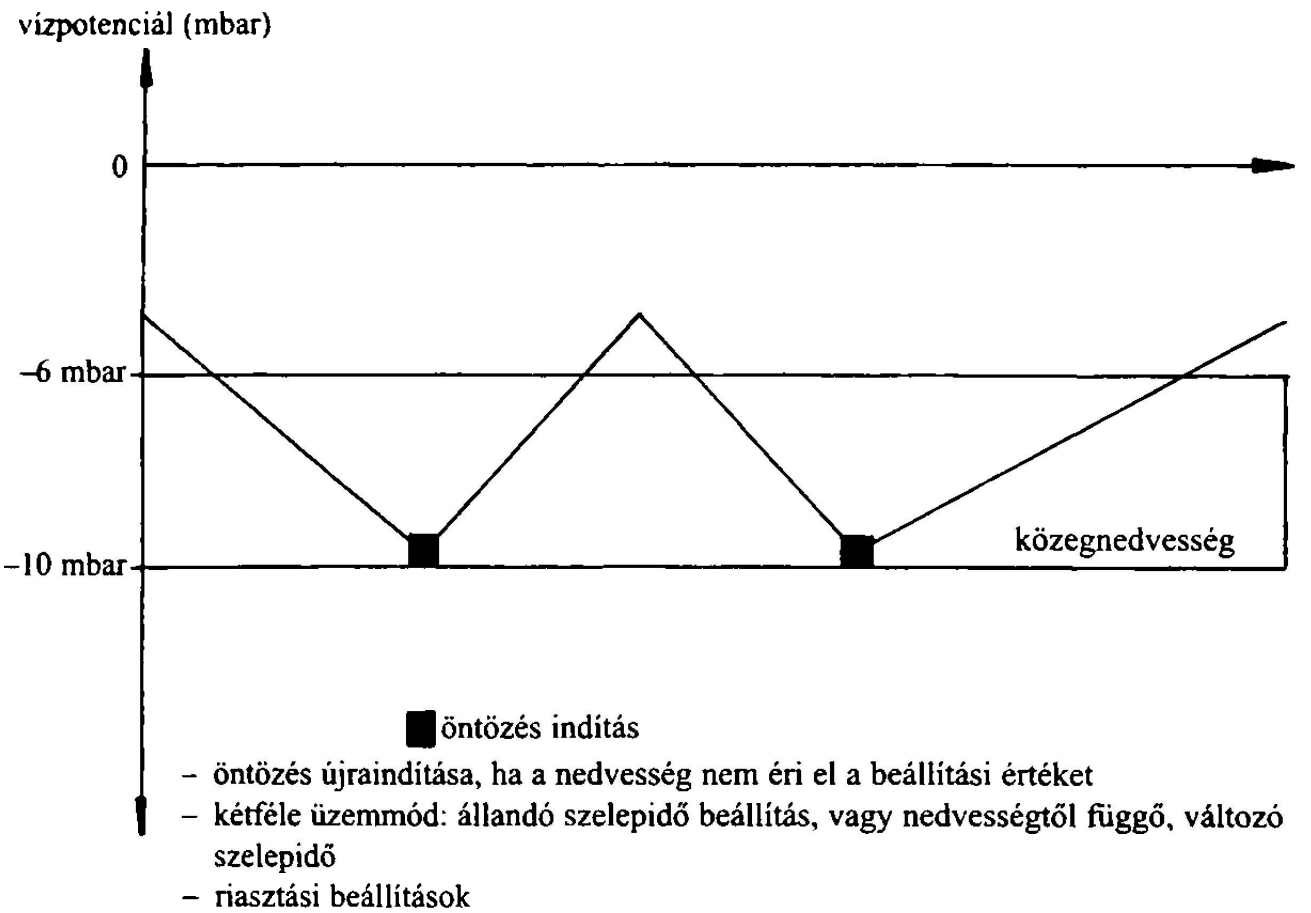
A szünetidő a minimum és a maximum értékek között változik a besugárzási szint függvényében.

81. ábra. Öntözésindítás besugárzási összeg és idő intervallum szerint

ken, a beállított túlfolyás figyelembevételével start jelet ad a tápoldat utánpótlásához. A túlfolyási szintellenőrző rendszerekben az öntözés indítása akkor történik, amikor a drénszint a minimális beállított értéket eléri, maximális értéknél befejezi az öntözést, figyelmen kívül hagyva a táblanedvességet. A drénmennyiségmérők képesek leállítani a tápoldatozást, amikor megfelelő mennyiségű túlfolyás gyűlik össze. Különálló vezérlőként nem használják, de nagy segítség kiegészítő irányítóként fényvezérléssel.

A *táblanedvesség alapján* működő rendszer folyamatosan figyeli a vízfelvételt a közegből, és a csökkenő nedvességtartalom alapján indítja az öntözést *(82. ábra)*. A mérés alapja lehet a relatív nedvességtartalom vagy tenziométer. A tenziométer a vízpotenciált jelzi, és közvetlenül leolvashatjuk a gyökerek számára felvehető vízmennyiséget a közegtől függetlenül. Csak segítő vezérlésként használható.

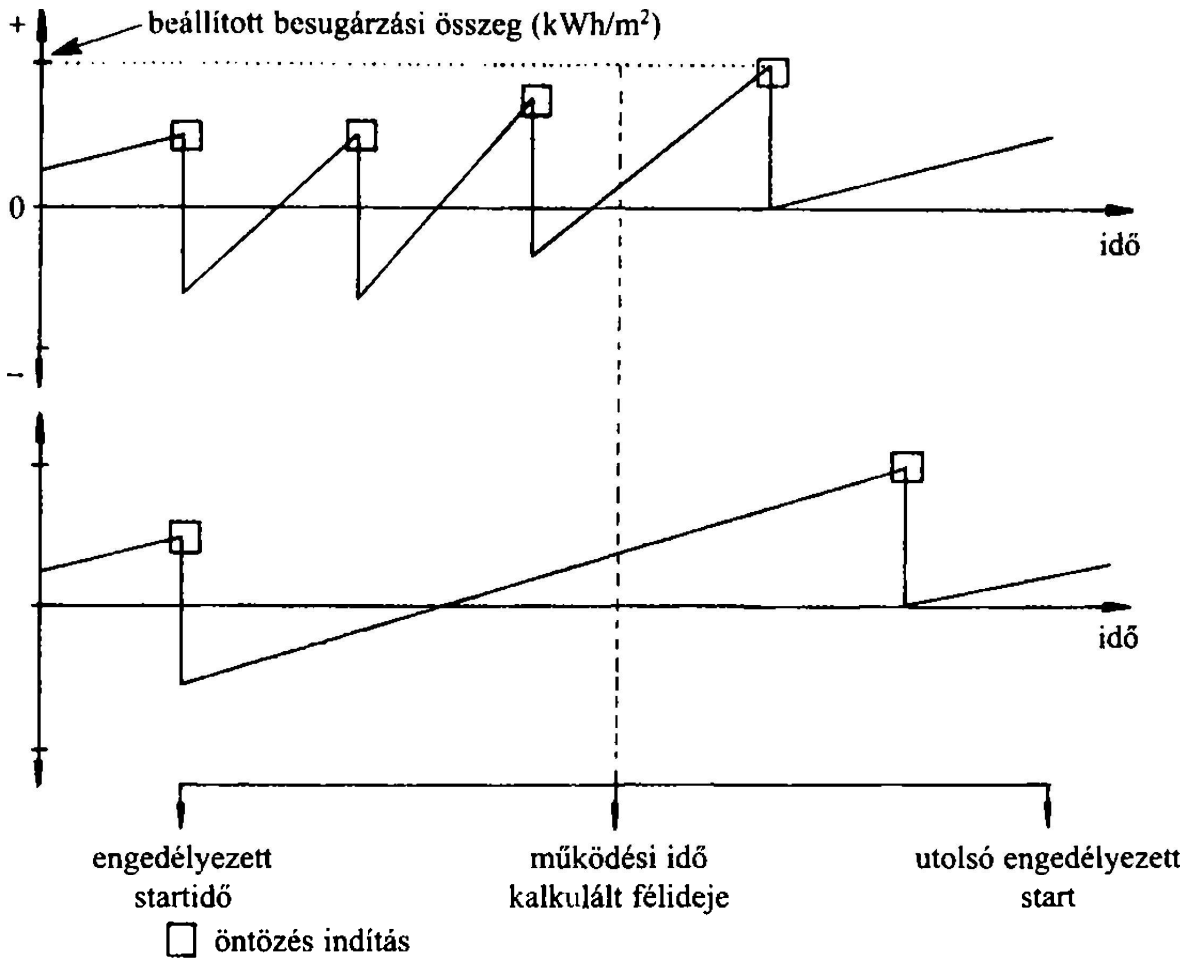
Jelenleg kifejlesztés alatt áll egy új rendszer, az úgynevezett *intelligens szelep* (smart valve), amely akkor indítja az öntözést, amikor a növény felvette az előző adagot.



82. ábra. Öntözés indítása a közeg nedvességtartalma szerint

Az öntözést olyan érzékelők is vezérelhetik, amelyek a növényekhez eljutó fénytől függően mérik a fotoszintézis szintjét. Az egységnyi levélfelületen összegyűlt fénymennyiség jól tükrözi a növények vízigényét.

A gyakorlatban általában két (időre és fényre) vagy háromféle indítási rendszert célszerű alkalmazni *(83. ábra)*, de egyik se helyettesítheti a növények állapotának értékelését, amelyet szubjektív módon végzünk, és aminek alapján korrigáljuk az öntözés automatikus vezérlését.



83. ábra. Indítás reggel időre, később fényre

5.2.5. A tápoldat szétosztása

A tápodatkeverő által előállított tápoldatot a szűrőn és szelepeken keresztül a továbbító vezetékekbe, majd a csepegtető testekbe (emitterekbe) juttatjuk. A rendszerben csak műanyag elemek használhatók, elhelyezésük lehet talaj felszíne alatt, illetve felett, kivéve a szárnyvezetékeket, amelyek mindig talaj felett vannak. Méreteit az öntözött területhez igazítjuk, figyelembe véve, hogy milyen messzire kell szállítani a tápoldatot és milyen munkanyomás szükséges a csepegtetőtestek egyenletes működéséhez. Túlméretezése nehezen szabályozható rendszerhez vezet, az alulméretezés pedig veszélyezteti a munkabiztonságot.

Egyedi csepegtetőrendszerekben a tápoldat a növényekhez csepegtető testeken keresztül jut el. A szalagos, beépített csepegtetőkkel ellátott csöveket a táblák takarása alá behúzva, salátahajtatásnál, illetve konténeres termesztésnél használják. Adagolása egyenetlen, a terep viszonyai nagymértékben változtatják a működését. Legjobbak a tüskés rendszerű csepegtetők, amelyek egyenként a növény mellé adagolják a tápoldatot. A közvetlen szárnyvezetékbe csatlakozó vékony (0,5–1 mm) kapilláris alacsony nyomáson dolgozik. Precízebb adagolást a nyomáskompenzációs gombával ellátott rendszerek biztosítanak. Ez esetben a tápoldat nagyobb nyomással érkezik, a nyomásszabályozó egységesen indítja az adagolást. A gombákra 1 vagy több csepegtetőtest szerelhető, típustól és teljesítménytől függően. Több emitteres rendszereknél

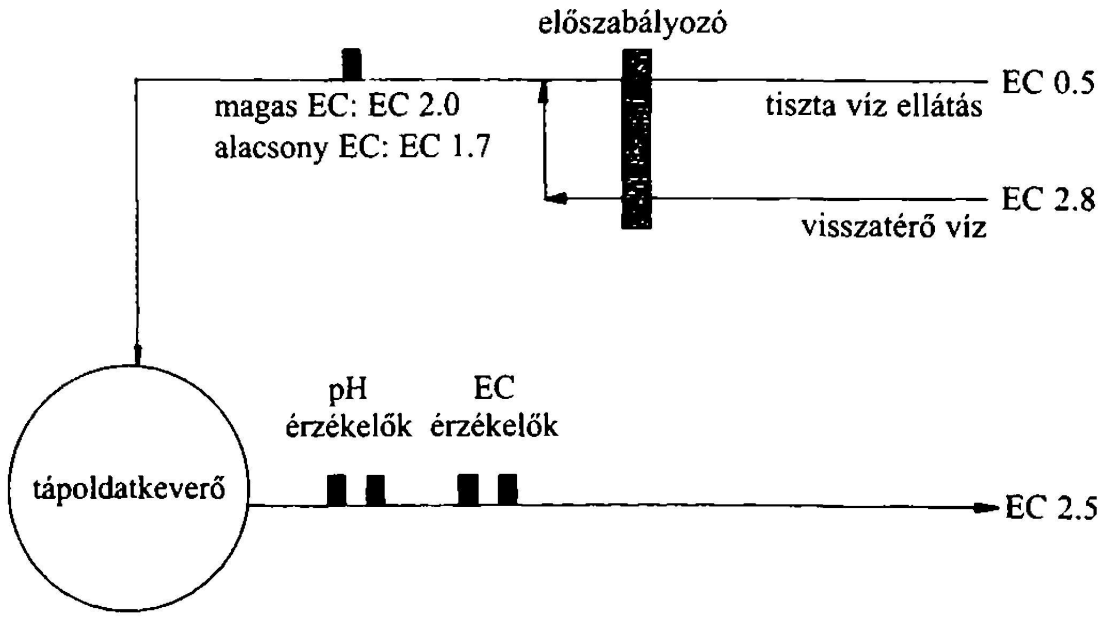
a csepegtetőtüske bemenete labirintusos rendszerű, ami szabályozza az adagolás egyenletességét az egységen belül. Az egyedi csepegtetők teljesítménye 1, 2, 4, vagy 8 l/óra lehet, de legegyenletesebb eloszlást a 2–4 l/óra teljesítményű nyomásszabályzós csepegtetők biztosítanak. A teljesítmény kiválasztását a termesztett növény, az ültetési időpont és a rendszer felépítése határozza meg. Ha az öntözési kapacitás túl alacsony, akkor a rendszer nyáron a szükségesnél kevesebb vizet szállít, a napi drén későn éri el a kívánt szintet, ezáltal az EC kicsúszik az ellenőrzés alól. A csökkenő nedvességszint tápanyaghiányhoz vezet a megnehezített tápanyagfelvétel következtében.

5.2.6. A recirkulációs rendszerek elemei

A környezetbarát recirkulációs rendszerekben, ahol a kifolyó drént újra hasznosítják (visszavezetik a növényekhez), két probléma megoldása szükséges: a túl magas sótartalmú drén hígítása és a mikrobiológiai szennyeződés megsemmisítése *(84. ábra)*.

A tápoldat EC-je a gyökérzónában általában 0,5–3 mS/cm értékkel magasabb, mint az adagolt tápoldaté, ezért 20–50%-os túlfolyást kell biztosítani a túl magas EC-érték kialakulásának megakadályozására. A drénben az elemek koncentrációja nem arányos az adagolt tápoldattal, és egyes elemek felszaporodása állandóan változik, és sok tényezőtől függ. A drénfolyadék összetétele nehezen meghatározható, ugyanakkor a növényekhez eljuttatott tápoldat összetételének pontos meghatározása miatt a drén csak 20%-ig lehet jelen az új tápoldatban. A drénből származó tápoldat megfelelő hígítás után újra hasznosítható. A modern tápoldatkeverők képesek ellátni ezt a feladatot, és a beállított arány szerint keverni. A drénben egyes elemek túl magas felhalmozódása, esetleg a fenolos vegyületek megjelenése kizárja az újrafelhasználást. A tápoldatozó rendszertől különálló folyamat a drén kezelése, amely szűrésből és a patogének elpusztításából áll. A sterilizáló rendszer megválasztását a teljesítmény és az üzemeltetési költség határozza meg.

A recirkulációs rendszerekben a tápoldat fertőtlenítése történhet termikus kezeléssel, ultraibolya sugárzással, homok vagy biológiai szűrőn keresztül, ózon, illetve jód



84. ábra. Visszatérő víz előszabályozása

felhasználásával. Leggyakoribb a termikus kezelés, amelyben a drénfolyadékot 30 másodpercre felmelegítik 95 °C fokra vagy 3 percre 85 °C fokra. Ennek a rendszernek a maximális teljesítménye 20 m^3/óra, a nagyobb menynyiség ultraibolya-fertőtlenítéssel kezelhető. Ennek működési elve azon alapszik, hogy 1 (HP-UV rendszerekben) vagy több (LP-UV rendszerekben) lámpa által kibocsátott 254 nm hosszúságú hullámok elbontják az átfolyó drénben lévő mikroorganizmusok nukleinsavait. A kezelés hatékonyságát csökkenheti a magas EC, a szerves anyagok és a vas nagyobb mennyisége. Mivel a visszatérő oldatban kevés az oxigén, növelni kell az oxigéntartalmat külön adagolással vagy olyan rendszer felépítésével, ahol a drén legalább 50 cm-es magasságról folyik be a tárolótartályba.

A Magyarországon használt vizek többsége minőségük miatt nem alkalmas a recirkulációs rendszer kialakításához. További probléma még a rendszer magas beruházási költsége és a sokféle meghibásodási lehetőség. Jelenleg sokkal inkább kivitelezhető az elfolyó drén összegyűjtése és talajos berendezésekben történő felhasználása.

5.2.7. Az öntözőrendszer karbantartása

Az öntözőrendszer érzékeny pontja a szűrők tisztasága és áteresztő képessége, így ezt napi rendszerességgel ellenőrizni kell. A rossz szűrés eredménye lehet a csepegtetőtestek dugulása, ami gazdasági kárhoz vezet. A vízkezelők, tápoldatkeverők karbantartását a gyártó határozza meg. Precíz működésük tiszta, pontosan kalibrált elektródákkal lehetséges. Az összes betápláló vezetéknek akadálymentesnek kell lennie. Ez főleg a törzsoldat csatlakozásokat érinti, ahol gyakori a rosszul oldódó műtrágyák lerakódása a köztes szűrőben vagy a vezetékekben. A törzsoldattartályok lefedése akadályozza egyes műtrágyák bontását, azonban a benne lévő oldat nem szennyeződik be. A törzsoldat stabil összetételét 1 hétig képes tartani, hosszabb tárolás alatt kémiai reakciók hatására a tápelemek mennyisége változik.

Csepegtetők tisztítása és fertőtlenítése. A jól működő csepegtetők a sikeres termesztés alapjai. A csepegtetők nem igazán rendelkeznek szavatossági idővel, egy jól karbantartott rendszer képes egyformán jól működni akár éveken keresztül. A kultúra váltása alkalmat szolgáltat a rendszer fertőtlenítésére és alapos tisztítására. A legnagyobb problémát a csövek falához hozzátapadó kiszáradt szennyeződések, a csepegtető labirintusát elzáró anyagok jelentik.

A tisztításhoz kétféle anyag szükséges: egy, amely bontja a szerves anyagokat (hidrogén-peroxid vagy mészklór), és egy másik, amely a szervetlen szennyeződéseket oldja fel (salétromsav). Kerülni kell a két vegyület együttes használatát, mivel kémiai reakcióba lépnek egymással. A munkaoldattal feltöltjük a rendszert úgy, hogy az utolsó csepegtetőnél a mért kémhatás hidrogén-peroxid esetén pH 10 fölött, sav esetén pH 3 alatt legyen. Mindegyik folyadék 24 óra alatt fejti ki hatását. A kezelések előtt, között és befejezése után szükséges a tiszta vizes átöblítés, oly módon, hogy a szárnyvezetékek végét is ki kell nyitni. A vegyszeres víz adagolása a tápoldatkeverőn keresztül történik miután a pH-t és EC-t mérő elektródákat eltávolítottuk. A csepegtető tüskék kezelése tisztítószeres vízben vagy savoldatban történő áztatásából áll. Az enyhén maró hatású anyagok feloldják a lerakódott szennyeződést. Visszahelyezése előtt célszerű működtetni a rendszert, hogy a kapillárokban összegyűlt anyag kifolyjon.

5.3. Irodalom

Gyúrós J. (1986): Zöldséghajtatás „HYDROSOL" fóliaborítású létesítményekben. Doktori értekezés. Kertészeti Egyetem, Budapest.

Gyúrós J. (1994): Termesztőlétesítmények. In Balázs S. (szerk.): Zöldségtermesztők kézikönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Gyúrós J. (2000): Műanyag borítású létesítmények. In Balázs S. (szerk.): A zöldséghajtatás kézikönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Koródi L. (2000): Üvegházak, klímaberendezések. In Balázs S. (szerk.): A zöldséghajtatás kézikönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Marlow, D. H. (1993): Greenhouse crops in North America. A practical guide to stonewool culture. Grodania A/S, Hedehusene, Denmark.

Oszkó A. (1980): Energiaracionalizálás a növényházi termesztésben. IDR szakmai melléklet. 9(2): 2–6.

Resh, H. M. (1998): Hydroponic food production. Woodbridge Press Publishing Company, Beaverton.

Savvas, D. – Passam, H. (2002): Hydroponic production of vegetables and ornamentals. Embryo Publications, Athens.

Szőriné Z. A. (2007): A zöldségnövények generatív és vegetatív fejlődésének szabályozása klimatikus tényezőkkel. Kertgazdaság. 39(1): 3–11.

Terbe I – Hodossi S. – Kovács A. (szerk.) (2005): Zöldségtermesztés termesztőberendezésekben. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Timmerman, G. J. – Kamp, P. G. H. (2003): Computerised environmental control in greenhouses. PTC, The Netherlands.

Tompos D. (2006): A tápoldatos (vödrös) termesztés edényei. Kertészet és Szőlészet. 55(4): 21.

Tóth K. (1993): Termesztőlétesítmények. In Túri I. (szerk.): Zöldséghajtatás. Mezőgazda Kiadó, Bp.

Tóth A. (1994): A csepegtető öntözés gyakorlata. Folium Könyvkiadó Kft., Budapest.

Zatykó F. (1993): A zöldségnövények CO2-trágyázásával elért eredmények. Kandidátusi értekezés. Kertészeti Egyetem, Budapest.

ZEPHYR®

Kereskedelmi és szolgáltató Kft.
Kecskemét, Tatár sor 18. Tel.: 76/501-420
Mobil: 06-30/967-9051

PROFIKNAK A PROFIKTÓL!
KORSZERŰ KERTÉSZETI FÓLIÁK ÉS ÖNTÖZŐRENDSZEREK ELSŐKÉZBŐL!

ÖTRÉTEGŰ FÓLIÁK SZÉLES VÁLASZTÉKA:
UV ÉS HŐSTOPPOS FÓLIÁK 8,5–16 MÉTER SZÉLESSÉGBEN
3 ÉV GARANCIÁVAL.

CSEPEGTETŐ ÉS MIKROSZÓRÓ RENDSZEREK, ALKATRÉSZEK TELJES VÁLASZTÉKA: CSEPEGTETŐ GOMBÁK, CSEPEGTETŐ TESTEK, CSEPEGTETŐ SZALAG, CSŐ, MIKROSZÓRÓFEJEK, PÁRÁSÍTÓ RENDSZEREK.
KOMPLETT ÖNTÖZŐRENDSZEREK TERVEZÉSE, KIVITELEZÉSE

6. Klímaszabályozás

A zöldségnövények jó fényviszonyok, fejlődésük szempontjából optimális hőmérsékleten, 70–80% körüli páratartalom és magas CO_2-koncentráció mellett fejlődnek a legjobban. Gyenge besugárzás esetén a hőmérsékletet és CO_2-szintet a fényviszonyok függvényében kell módosítani, ellenkező esetben energiát pazarolunk. Néha a klimatikus tényezők nem esnek egybe a növény számára optimális szintekkel, például erős besugárzás és magas hőmérséklet, valamint alacsony páratartalom mellett kell megtalálni a legnagyobb nettó fotoszintézist eredményező beállításokat. A klimatikus tényezők, ennek megfelelően a növényi környezet folyamatosan változik. Ezt a bonyolult, sokténye zős rendszert a jobb minőség, a nagyobb termés, a gazdaságosabb termesztés érdekében folyamatosan kell szabályoznunk, a növény igényének megfelelően módosítanunk.

6.1. Az automatizált klímaszabályozás alapfogalmai

Az első klímaszabályzó automaták meglehetősen egyszerűek voltak, egymástól függetlenül termosztátok, páraérzékelők, időkapcsolók segítségével nyitották vagy zárták az ablakokat, bekapcsolták vagy kikapcsolták a fűtést. Ezek az egyszerű eszközök is nagy előrelépést jelentettek, használatuk jelentős előnyökkel járt a korábbi kézi vezérlésű rendszerekkel szemben. A hajtatásban használt eszközök számának gyarapodásával az üvegház, mint mesterséges környezet egyre bonyolultabbá, komplexebbé vált. Az előbb említett tényezők mellett a működési költségek növekedése is a jobb és pontosabb szabályozás igényét vetette fel. A 70-es évek végén és a 80-as évek elején végbement számítógépes forradalom biztosította a fejődési lehetőségeket a klímaszabályozás javítására. Ma már a számítógépes klímaszabályozás általános a modern üvegházakban és tovább fejlődik, bővítve a technológiai lehetőségeket.

6.1.1. Fokozat nélküli és fokozatos vezérelés fogalma és módszerei

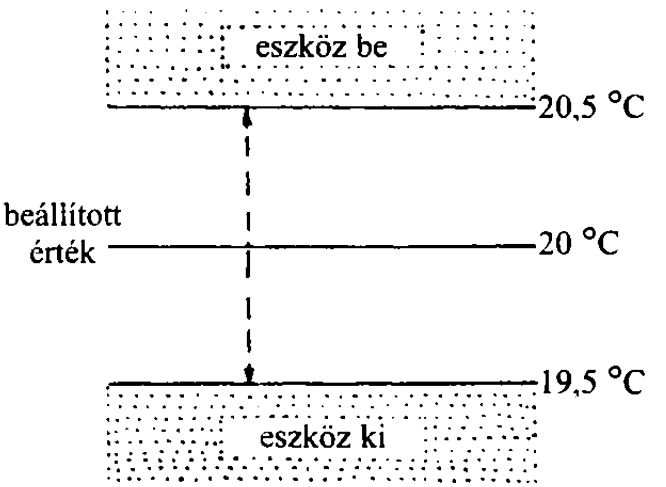
Az automatizálás kezdetén minden eszköz és gép fokozat nélküli működésű volt, az azóta eltelt idő alatt azonban sok berendezést már fokozatos üzemmódban is használhatunk és a megmaradt ki/be kapcsolással indított berendezések is számítógépes kapcsolatot kaptak; mindez lehetővé tette a finomabb szabályzást.

Fokozat nélküli vezérelés. A klímakomputerek által irányított egyes berendezések csak „be/ki" állásban lehetnek, köztes állapot nélkül, például: a légfűtés vagy be, vagy ki van kapcsolva, azaz köztes állás nincs, a CO_2-ellátás működik vagy nem, a mesterséges megvilágítás bekapcsolt vagy kikapcsolt állapotban van.

Fő gond a gyakori ki- és bekapcsolás, ami a rendszer műszaki állapotát nagymértékben igénybe veszi. Például pótmegvilágítás esetén az égő élettartama minden egyes bekapcsolással rövidül. A berendezés elhasználódásán túl a klímaviszonyokat is negatív módon befolyásolhatja a gyakori ki-be kapcsolás, a hirtelen hő-, fény-, pára- stb. változás. Így például valahányszor a CO_2-generátort vagy a kazánt bekapcsoljuk, a tökéletlen égés miatt szennyező anyagok keletkeznek.

A túl gyakori be/ki kapcsolást meg kell akadályozni, amire három megoldás létezik, ezeket az alábbiakban ismertetjük:

- *Időkésleltetés.* Miután a berendezést bekapcsoltuk, csak több percnyi működés után lehet ismételten kikapcsolni. (Pl. a kívánt üvegházi hőmérséklet 20 °C. A számítógép 19,8 °C-ot mér, a légfűtés bekapcsol. 1 percen belül a légbefúvó 20 °C fölé emeli az üvegház hőmérsékletét. A légfűtésnek ki kellene kapcsolni, azonban ebben az esetben 2–3 perces idő késleltetés történik. Így a hőmérséklet 20 °C fölé emelkedik, miután a fűtő kikapcsol, még további 2–3 percig a rendszer nem indul újra.
- *Holt sáv szerinti kapcsolás.* A beállított értéket és a holt sávot, ahol nem történik be- és kikapcsolás, megadjuk a számítógépnek A *85. ábrán* egy hőlégbefuvót mutatunk be,



85. ábra. A holt sáv működése hőlégbefúvónál

29. táblázat. Árnyékoló ernyő működése átlagmérések nélkül és átlagmérések alapján

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Percenkénti mérések											
Fény intenzitása (W/m^2)	150	220	190	225	175	160	230	265	300	210	210	195
Árnyékoló állapota átlagmérések nélkül	ny	z	ny	z	ny	ny	z	z	z	z	z	ny
Fényintenzitás átlagértékei (W/m^2)	30	74	12	157	192	194	196	211	226	233	243	236
Árnyékoló állapota átlagmérésekkel	ny	ny	ny	ny	Ny	ny	ny	z	z	z	z	z

(Jelmagyarázat: ny = nyitva; z = zárva)

amelynek a beállított értéke 20 °C, és a holtsáv 0,5 °C. A berendezés csak akkor lép működésbe, ha a mért érték 0,5 °C-kal (a holt sáv értékével) alacsonyabb mint a beállított érték. A berendezés akkor kapcsolódik ki, ha a mért érték magasabb 0,5 °C-kal, mint a beállított érték.

- *Átlagmérések* alapján működő kapcsolás. Egyes klímatényezők, pl. a fény, a szélerősség vagy a szélirány gyorsan változhat. Ha ezekre a változó értékekre a klímakomputer azonnal reagálna a berendezés teljesen szabálytalanul, össze-vissza kapcsolna. Ennek megakadályozására, a méréseknél az átlagértékeket kell figyelembe venni. Általában a számítógép környezeti állapotokat mérő műszerei percenként végzik ezeket a méréseket, és 5–105 mérésből történik az átlag számítása. Ezek az átlagértékek a klímaszabályozás alapjául szolgálnak *(29. táblázat)*.

Példa:

Az 1-es táblázatban bemutatott árnyékoló ernyőt akkor kell elhúzni, ha a mért besugárzás intenzitása 200 W/m^2 fölé emelkedik. Amennyiben az ernyő minden mérésre azonnal reagálna, 12 perc alatt 6-szor kellene az állapotát változtatni. Ha az árnyékoló változtatása csak 5 perc átlagszámítása alapján történik, ezzel a fényintenzitás értékek egyenletesebbé válnak, és így az eltelt idő alatt mindössze egyszer kell a rendszernek nyitnia.

6.1.2. A szellőztetésvezérlés működése és alapfogalmai

A termesztőberendezés klímáját legegyszerűbb módon a szellőzők működtetésével tudjuk szabályozni. A benti klímaviszonyok gyakran jelentős mértékben eltérnek a külső környezeti tényezőktől, ezért a szellőztetést különösen nagy körültekintéssel kell végezni.

A legtöbb üvegháznál a vápa mindkét oldalán van szellőztetési lehetőség. A számítógép ezeket széloldali, illetve szélárnyékoldali szellőztetőként ismeri. A légcsere, és ezáltal a hőcsere is gyorsabb a széloldali szellőztetőknél. A számítógépnek célszerű megadni, hogy először a szélárnyékoldali szellőztetőket nyissa, és amennyiben nagyobb fokú szellőztetés szükséges, akkor működtesse csak a széloldali szellőztetőket. A szélárnyék és a széloldali szellőztetés közötti különbség a széloldal követéssel állítható be, azaz hány fok hőmérséklettel kövesse a széloldali szellőző a szélárnyékos oldal nyitását. A széloldalon a szellőztetés mértéke mindig alacsonyabb.

A számítógép a széliránytól függően határozza meg, hogy melyik a széloldali, illetve melyik a szélárnyék szellőztető oldal. Az üvegház gerincén észlelhető direkt szélirány gyorsan változhat – ez a szellőztetés túl gyors változtatását eredményezné, ami nemkívánatos. Ezért a rendszer csak néhány percig tartó folyamatos, egyirányú szél esetén határozza meg, illetve cseréli a szél- és szélárnyék oldalakat, azaz a szélirány meghatározása a fentiekben már említett késleltetési módszerrel történik.

A szellőztetők nyitásánál és zárásánál elsőbbséget élveznek a biztonsági szempontok, így például eső, fagy, erős széllökés esetén a rendszer védelmi pozícióba kerül és felírja a megadott klímaértékeket, azaz védi a termesztőberendezést, a növényeket a káros külső hatásoktól.

Amennyiben esik az eső, esővíz kerülhet a növényekre. Esőben a szellőztetők nem nyithatók jobban, mint a beállított „maximális esőpozíció", mely külön-külön van meghatározva a széloldali, illetve a szélárnyékos oldalra.

Amennyiben a szellőzők zárt állapotban vannak fagy esetén, beragadhatnak. Ilyen esetben a szellőzőknek zárt állapotban kell maradniuk, a töréskár megakadályozása miatt. Ez a számítógépen az úgynevezett „fagyvédelmi hőmérséklet"-nél állítható be, ez alatt a hőmérséklet alatt a szellőztetők nem nyithatóak, mindig zárva vannak.

Nagy szélben a szellőztetőket nem lehet használni. Amennyiben a szél sebessége nagyobb, mint a beállított széllökésvédelem, a szellőztetők zárva maradnak. Hirtelen széllökések esetén a szélcsendes oldal szerkezete a kialakuló nyomáskülönbségek miatt leszakadhat az üvegházról. Ilyenkor az üvegházon belül nagyobb nyomás alakulna ki, mint a külső nyomás. Ennek a nyomáskülönbségnek a korrigálására a szélcsendes oldal szellőztetőit „széllökés-pozícióba" kell helyezni, ami általában egy minimális, 3–5%-os nyitottsági állapotot jelent. Ez biztosítja, hogy az üvegházban lévő, illetve az üvegházon kívüli nyomás különbsége elfogadható határokon belül maradjon.

Szélsőséges körülmények között, például széllökések és fagy együttes előfordulása esetén, az üvegház védelme elsőbbséget élvez a belső klímaszabályozással szemben. Ehhez hasonlóan esőben is a szellőztetők csak bizonyos megszorítással alkalmazhatóak, ilyenkor is másodlagos az üvegházi környezeti tényezők szabályozása.

A *minimális szellőztetési pozícióval* a nedvesség és a pára eltávolítását biztosítjuk. Az üvegházakban általában a meleg eltávolítására használják a szellőztetést, s a meleggel a levegő nedvességtartalma szintén eltávozik. Előállhat azonban olyan helyzet is, amikor a hő távozásával nem csökken a kívánt mértékben a nedvesség, ekkor szükséges a minimális szellőztetési pozíciót beállítani.

Amikor az üvegház hőmérséklete a beállított szellőztetési hőmérséklet alá esik, a szellőztetők a minimális szellőztetési helyzetben maradnak, nem csuknak be. Ilyenkor elképzelhető, hogy az üvegház hőmérséklete a beállított fűtési hőmérséklet alá csökken; ezért a fűtéscsövek felmelegszenek. Ez esetben a szellőztetők és a fűtés párhuzamosan működnek, ezzel elősegítve a pára gyors távozását.

A „minimum ablak" pozíciót a külső hőmérséklet és szélsebesség alapján határozzuk meg. Alacsony külső hőmérséklet esetén a levegő párája lecsapódik az üvegház felületén. Ugyanakkor a bejövő hideg levegő viszonylag száraz, ily módon az üvegházi levegőből sok nedvesség távozik, tehát kisebb minimális szellőztetési pozíció is elég. Viszont magas külső hőmérséklet esetén a páralecsapódás mértéke csökken, ilyenkor hasznos az intenzívebb szellőztetés.

A *P-sáv (proportional-band)* alkalmazásával tudjuk az üvegház klímáját fokozatosan szabályozni. Segítségével beállítható, mely hőmérsékleti érték esetén kezdődjön a szellőztetés (ezt szellőztetési hőmérsékletnek nevezünk). Az üvegház hőmérsékletét folyamatosan méri a rendszer, a szellőztetés mértéke a hőmérséklet növekedésével arányos. A szellőztetés mértékének kiszámítására a P-sáv ismeretére van szükség. A P-sáv °C-ban jelzi, hogy mely értéknél 100%-os a szellőztetés. Minden egyes °C emelkedéssel a szellőztetés foka néhány százalékkal emelkedik.

Ezt a következő példa segítségével mutatjuk be. A szellőztetési hőmérséklet 20 °C-ra van beállítva. Ez azt jelenti, hogy amint az üvegház hőmérséklete eléri a 20 °C-ot,

a szellőztetők kinyílnak. Amennyiben a P-sáv 5 °C-ra van beállítva, 5 °C-os hőmérséklet emelkedésnél a szellőztetés 100%-ra nyílik, azaz minden egyes °C emelkedéssel 20%-kal emelkedik a szellőztetés mértéke. 23 °C-nál például a szellőztetők 60%-os nyitottsági állapotban vannak. A számítás menete a következő:

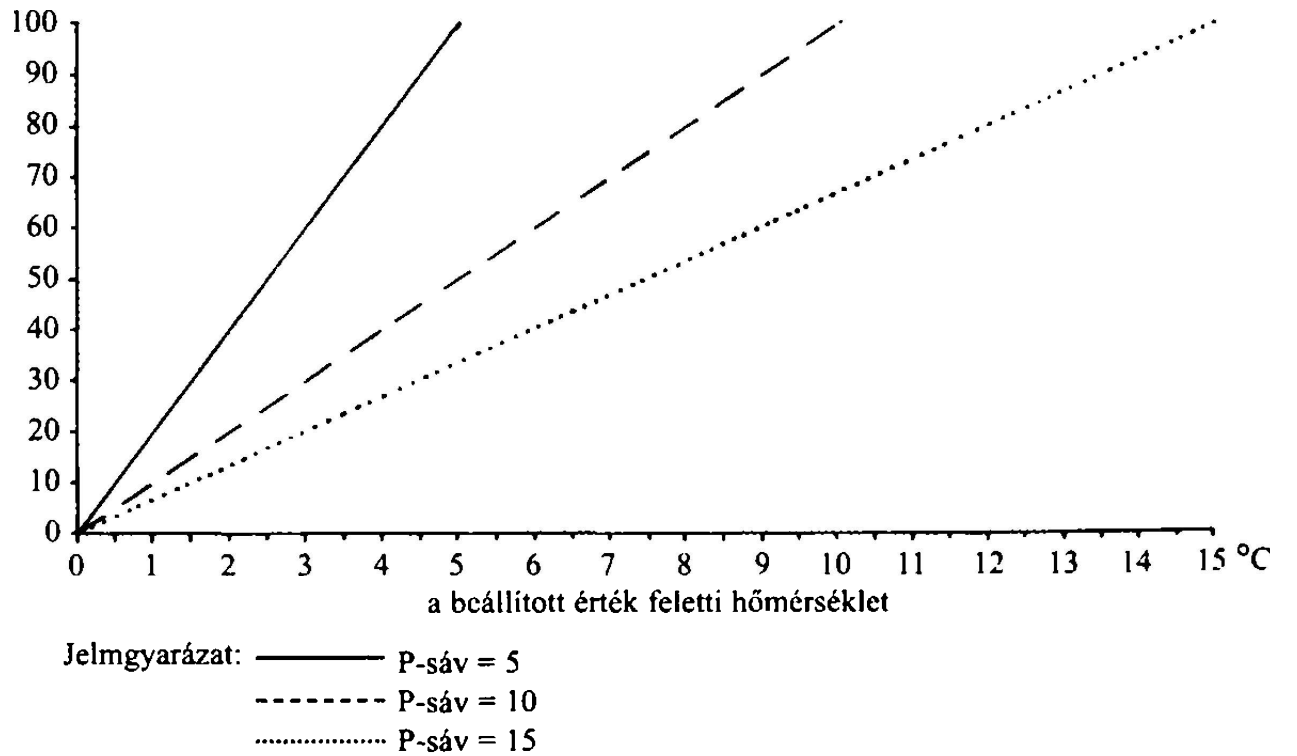
$$\text{Szellőztetés mértéke (\%)} = \frac{\text{üvegházi hőmérséklet} - \text{szellőztetési hőmérséklet (\%)}}{\text{P-sáv}}$$

$$\frac{(23-20)}{5} \times 100\% = 60\%$$

Amennyiben a P-sávot 10 °C-ra változtatjuk és az egyéb beállítások változatlanok, ugyanilyen hőmérséklet-változás esetén a szellőztetés mértéke a következőképpen alakul *(86. ábra)*:

$$\frac{(23-20)}{10} \times 100\% = 30\%$$

A szellőztetés célja a felesleges meleg és páratartalom eltávolítása. Amikor a hőmérséklet és/vagy a relatív páratartalom túl magas értéket ér el, a szellőztetés időkésleltetés nélkül nyitható. Ezáltal a felesleges hőmennyiség és vízpára gyorsan eltávozhat, gyors hőmérséklet és páratartalom-csökkenést eredményezve. A beállított hőmérsékletérték elérésekor a szellőztetők ismét zárnak. Későbbiekben a hőmérséklet és relatív páratartalom újra megemelkedik, majd a fölösleges hő és páratartalom ismét gyorsan eltávolításra kerül. A szellőztetők állandó nyitása és zárása következtében a klíma hektikusan változik.

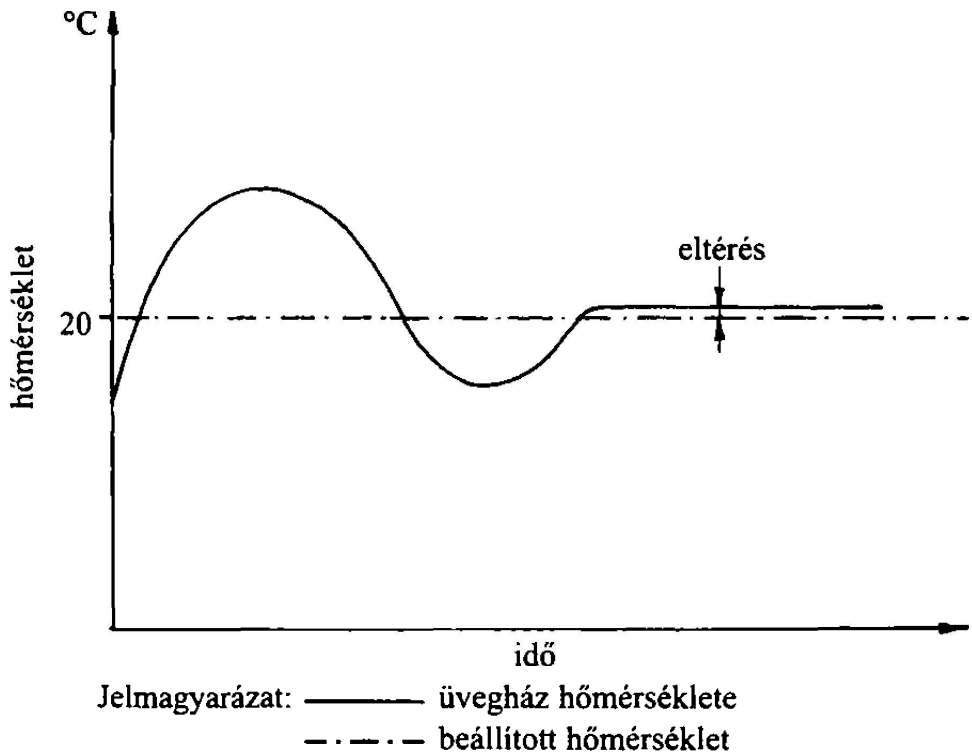


86. ábra. A P-sáv hatása az ablaknyitás mértékére

A hőmennyiség és vízpára távozásának sebessége nagyban függ a külső hőmérséklettől és a szélsebességtől. Alacsony külső környezeti hőmérséklet és nagy sebességű szél a felesleges hőmennyiség és vízpára gyors távozását eredményezi (ahogyan ez télen is történik). Magas külső hőmérséklet és csendes szél esetén ugyanakkor a hő és pára távozása lassabb (ahogyan ez nyáron történik). Az egyenletesebb szellőztetés érdekében a vízpára és a hőmennyiség eltávolítása megfelelő sebességgel kell, hogy történjen. Ezért nyáron kisebb, télen nagyobb P-sáv beállítása célszerű.

Kiegyensúlyozott és stabil klímaszabályozást akkor érhetünk el, ha a hő és pára eltávolítása megfelelő sebességgel történik. Ezt a sebességet a szellőztetők megfelelő helyzetbe hozásával érhetjük el, figyelembe véve a külső hőmérsékletet és szélerősséget is. A P-sáv a szélsebesség emelkedésével növekszik, vagyis a szellőztetők nyitásának üteme csökken.

A helyesen beállított P-sáv a felesleges hőmennyiség megfelelő sebességű távozását biztosítja, ezáltal kiegyensúlyozott és stabil klímaszabályozást tesz lehetővé *(87. ábra)*.

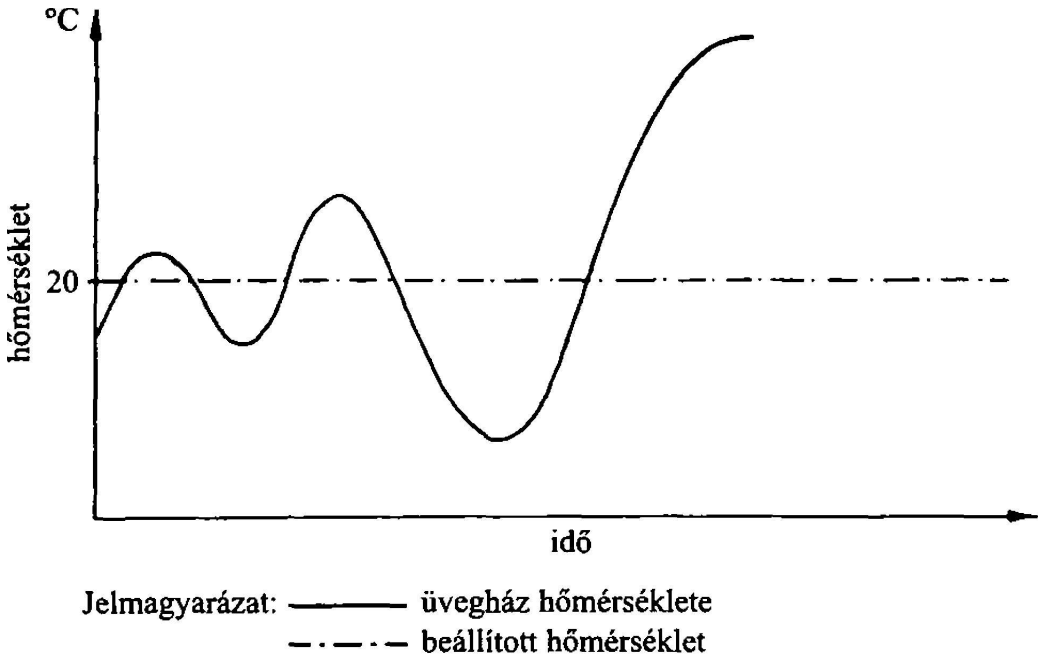


87. ábra. Az üvegház hőmérsékletének alakulása jól beállított P-sáv esetén

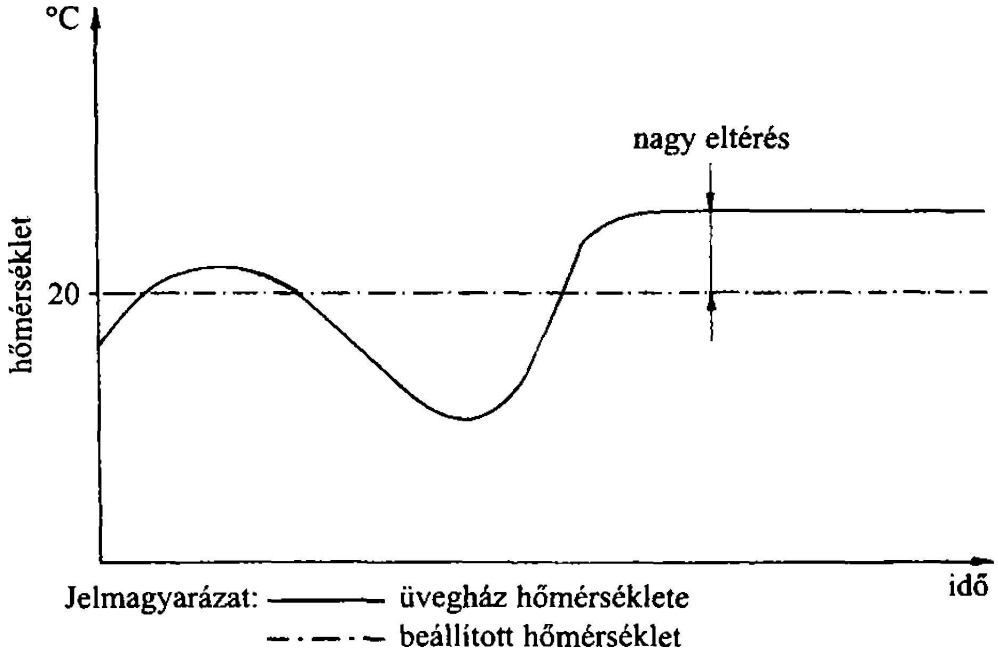
Amennyiben a P-sáv túl kicsi, a hőmérsékletnek a beállított érték fölé emelkedése túl gyors szellőztetőnyitást eredményez, ezáltal hirtelen hőmennyiség-távozás és gyors hőmérséklet-csökkenés következik be, ezért a szellőztetők zárnak, a hőmérséklet emelkedik, ami újabb, rövid időn belüli szellőztetőnyitást eredményez. Mindez hektikus klímairányításhoz vezet *(88. ábra)*.

Amennyiben a P-sáv túl szélesre van beállítva, a felesleges hőmennyiség nem tud elég gyorsan távozni, a hőmérséklet a beállított, kívánt érték fölé emelkedik. Ez a szabályozás az elméletben „statikus eltérés" néven szerepel *(89. ábra)*.

A szellőztetéssel az üvegházi hőmérsékletet megfelelő szinten kell tartani. Mind a külső hőmérséklet, mind a szél erőssége nagy hatással van a hőmennyiség távozására. P-sávos szellőztetés irányítás esetén specifikus helyzetben rögzíthető a szellőzte-



88. ábra. Túl kicsi P-sáv szabálytalan klímairányítást eredményez



89. ábra. Túl nagy P-sáv nagy statikus eltérést eredményez

tő. A rögzítés helyzete függ a beállított P-sávtól, a külső hőmérséklettől és a szélsebességtől. Elképzelhető, hogy az üvegház hőmérséklete rögzített szellőztetők esetén folyamatosan eltér a kívánatos, beállított értéktől. Ebben az esetben a P-sávos szabályozás bővíthető *részarányos-fokozatos irányítással.*

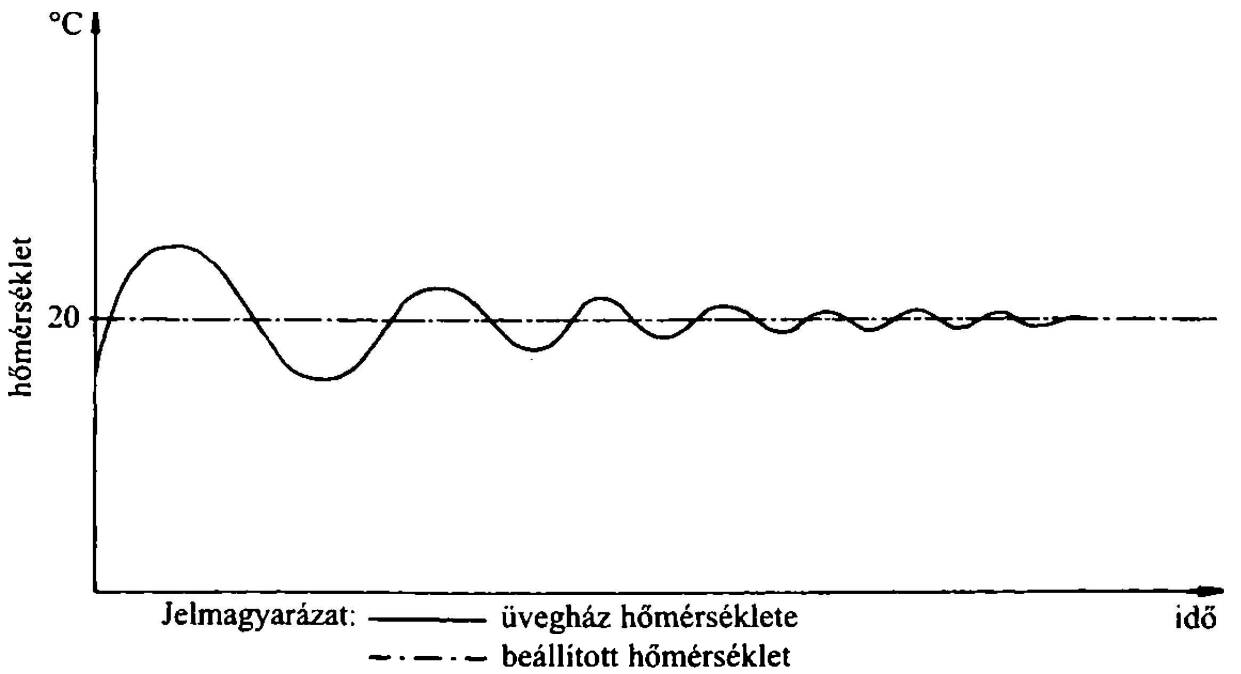
A számítógép az előbbiekben leírt módon nyitja a szellőztetőket. A számítógép minden percben ellenőrzi, hogy az aktuális szellőztetési fokkal elérhető-e a megfelelő hőmérséklet. Amennyiben a számítógép a hőmérsékletben állandó (statikus) eltérést érzékel, részarányos-fokozatos irányítással próbálja megszüntetni *(30. táblázat).*

30. táblázat. Statikus hőmérséklet eltérés 5 °C-os P-sáv esetén

Idő (h)	Szellőztetési hőmérséklet (°C)	Üvegházi hőmérséklet (°C)	Szellőztető helyzete (%)
13:00	22	23	20
13:01	22	23	20
13:02	22	23	20
13:03	22	23	20

A fenti példából kiindulva 13:00 h-kor a szellőztetők a kinti hőmérséklet és szélsebesség figyelembevételével 20%-ra nyílnak. A nyitott szellőztetők mellett a hőmérsékletnek 22 °C-ra kellene csökkeni. Ugyanakkor a hőmérséklet még mindig a kívánt érték felett van 1 °C-kal. Az üvegházi hőmérséklet ilyen állapotú szellőztetés mellett tartja az 1 °C-os eltérést, de a részarányos-fokozatos irányítás az eltérést lépésről lépésre megszüntetheti. A fokozatos irányítás a következőképpen működik: Ha az üvegházi hőmérséklet folyamatosan eltér 1 °C-kal (lásd *30. táblázat*), a szellőztető állását percenként néhány százalékkal kell változtatni. Amennyiben a fokozatosság mértéke 4%-ra van beállítva az azt jelenti, hogy ha az üvegházi hőmérséklet folyamatosan 1 °C-kal eltér a kívánt hőmérséklettől, akkor a szellőztető nyitása 4%-kal változik minden percben, így a szellőztetés mértékét 4%-kal növeljük, 24%-ra. Lépésről lépésre meg kell találni azt a szellőztetési fokozatot, amelynél a hőmérséklet megfelelő szintre csökken. 13:02 h-kor a hőmérséklet még mindig 23 °C, az eltérés továbbra is 1 °C. Ekkor a szellőztetés mértékét 4%-kal növeljük újra, tehát már 28% lesz.

Addig ismételjük ezeket a lépéseket, amíg az üvegház hőmérséklete eléri a beállított, kívánt értéket. Ezzel a módszerrel könnyebben el lehet érni az optimális kör-



90. ábra. A részarányos-fokozatos irányítás hatása a hőmérsékletre

31. táblázat. Részarányos fokozatos irányítás 5 °C-os P-sáv esetén

Idő (h)	Szellőztetési hőmérséklet (°C)	Üvegházi hőmérséklet (°C)	Szellőztető helyzete (%)
13:00	22	23	20
13:01	22	23	24
13:02	22	23	28
13:03	22	21	0

nyezeti feltételeket a növények számára. Ha a részarányos-fokozatos klímaszabályozás helyett csupán a részarányos szabályozást alkalmaznánk, törvényszerűen alakulnának ki statikus eltérések, ezzel a növény növekedési feltételei eltérnének az ideálistól *(31. táblázat, 90. ábra).*

6.1.3. A fűtésszabályozás működése és alapfogalmai

A termelési költségek között a fűtés jelenti az egyik legnagyobb tételt. Ezért nagyon fontos, hogy az optimális üvegházi hőmérséklet megtartása mellett minél kevesebb energiát használjunk fel fűtési célból. Míg a holland paradicsomtermelők az 1990-es évek elején 45 m^3 gázt használtak fel 1 m^2-en, addig 2000-re a modern házakban ez 35 m^3-re csökkent. Ezt a nagy megtakarítást az energiaernyők és a puffertartályok használata mellett a pontosabb és célszerűbb fűtésszabályzás miatt érték el.

A fűtés szabályozása bizonyos szempontból különbözik a szellőztetés szabályozásától. Szellőztetés során a szellőztetés foka direkt hatással van az üvegházi hőmérséklet csökkenésére.

Ugyanakkor a fűtésszabályozás során figyelembe kell vennünk a fűtéscső hőmérsékletét is, vagyis a szabályozási folyamatba egy plusz lépést kell beiktatnunk. Amikor az üvegházi hőmérséklet túl alacsony, a számítógép kiszámolja az optimális csőhőmérsékletet, amely a kívánt üvegházi hőmérséklet eléréséhez szükséges (ez a számított csőhőmérséklet). Később a számítógép méri a csőhőmérsékletet, és amennyiben a mért érték különbözik a számított hőmérséklettől, a számítógép keverőszelep segítségével korrigálja azt.

Az alábbiakban egy példán keresztül mutatjuk be, hogy a fűtőcsövek szabályozásával, hogyan változtatjuk az üvegház hőmérsékletét.

Amennyiben az üvegházi hőmérséklet a beállított fűtési hőmérséklet alá esik, a fűtés bekapcsol, és a cső hőmérsékletén keresztül szabályozza a légtér hőmérsékletét. Ugyanakkor a csőhőmérséklet nem feltétlenül egyezik meg az üvegházi levegőhőmérséklettel.

A kívánt értéknél magasabb üvegházi hőmérséklet esetén a számított csőhőmérséklet a beállított fűtési hőmérséklettel egyezik meg, ezt alap csőhőmérsékletnek nevezzük. Amennyiben az üvegházi hőmérséklet túlságosan lecsökken, a csőhőmérsékleti érték növekszik.

Fűtési hőmérséklet: 20 °C
Fűtőcsövek alaphőmérséklete: 20 °C

Üvegházi hőmérséklet	*Számított csőhőmérséklet*
18 °C	több mint 20 °C
20 °C	pontosan 20 °C
22 °C	marad 20 °C

A légmozgás elősegítésére bizonyos esetekben minimális csőhőmérséklet alkalmazására van szükség (ez alatt azt a csőhőmérsékleti értéket értjük, amelynél alacsonyabb hőmérsékleten a fűtés nem üzemelhet). A minimális csőhőmérséklet 30–50 °C között szokás beállítani, tehát jóval a kívánt fűtési hőmérséklet fölött. A klímakomputer típusától és márkájától függően a minimális csőhőmérséklet a fűtéscsövek alaphőmérsékletének tekinthető:

fűtési hőmérséklet:	20 °C
minimális csőhőmérséklet:	35 °C
fűtőcsövek alaphőmérséklete:	35 °C

Üvegházi hőmérséklet	*Számított csőhőmérséklet*
18 °C	több mint 35 °C
20 °C	pontosan 35 °C
22 °C	marad 35 °C

Amikor a beállított hőmérséklet és az üvegház hőmérséklete között eltérés tapasztalható, a számítógép a fűtéscsövek alaphőmérsékletét veszi kiinduló pontnak. Ez az alaphőmérséklet, ami a fűtési hőmérséklettel vagy a minimális csőhőmérséklettel egyezik meg. Amennyiben részarányos irányításra van lehetőség, a P-lépcső a szellőztetésnél leírt P-sáv esetében leírtakhoz hasonló. Amenynyiben a részarányos lépés, azaz a P-lépcső 10 °C, ez azt jelenti, hogy minden 1 °C eltérés az üvegházi hőmérsékletben a csőhőmérséklet 10 °C-os emelését vonja maga után. Például:

fűtési hőmérséklet:	20 °C
részarányos lépés (P-lépcső):	10 °C

Üvegházi hőmérséklet:	*Fűtéscső alaphőmérséklete:*	*P-lépcső:*	*Számított érték csőhőmérséklet:*
18 °C	35 °C	20	35+20 = 55 °C
19 °C	35 °C	10	35+10 = 45 °C
20 °C	35 °C	0	35+0 = 35 °C

A kívánt csőhőmérsékletet a számítógép a keverőszelep segítségével állítja be. A keverőszelep állapotát a számítógép nem méri, hanem a szelep működésének idejéből következtet a keverőszelep helyzetére. A számítógép ismeri azt az időt, amely alatt teljes mértékben kinyílik, illetve becsukódik a szelep. A közbenső állapotok meghatározására a számítógép a nyitási-zárási időből kalkulál.

Az év bizonyos időszakaiban, különösen tavasszal és ősszel, felhős napokon, alig szükséges fűteni. A külső hőmérséklet elégséges, ugyanakkor az alacsony besugárzási értékek miatt a levegő páratartalma magas és ezért a növény párologtatása gátolt.

A termelő kétféle módon befolyásolhatja (csökkentheti) a levegő páratartalmát, és ezáltal a párologtatást:

- hőmérséklet-emeléssel, azaz aktív hő biztosításával és
- páraelvonással.

Borult napokon az üvegházban a besugárzás következtében képződő hő minimális, ezáltal a növény párologtatása csekély. Ezért a minimális csőhőmérséklet tartásával fűtünk, és ezzel segítjük elő a párologtatást. A minimális csőhőmérséklet 35–50 °C-ig változik.

A minimálisra beállított csőhőmérséklet azáltal, hogy csökkenti a növények közelében a levegő páratartalmát, a párologtatását is fokozza. A mikroklíma ilyen változása csökkenti a gombás betegségek előfordulását.

Napos időben a minimális csőhőmérséklet kisebb jelentőséggel bír, ilyenkor a napfény elegendő hőt biztosít a párologtatás fenntartásához. A besugárzás nagyságától függően a minimális csőhőmérsékletet csökkenteni lehet, ugyanis a napsugárzás ilyenkor átveszi a minimális csőhőmérséklet szerepét. Például:

Minimális csőhőmérséklet:	45 °C
Besugárzás hatásának kezdete:	0 W/m^2
Besugárzás hatásának vége:	250 W/m^2
Besugárzás hatása a minimális csőhőmérsékletre:	–20 °C

A minimális csőhőmérséklet 45 °C. A 'Besugárzás hatásának vége' jelzi, hogy mikor nincs szükség már a minimális csőhőmérséklet biztosítására. 250 W/m^2-nél a minimális csőhőmérsékletet 20 °C-kal csökkentjük. A számítógép a csőhőmérséklet részarányos csökkentését végzi, köztes értékekkel. 125 W/m^2 esetén pl. a minimális csőhőmérséklet 45–10 = 35 °C (125/250 × 20 °C = 10 °C csökkenés).

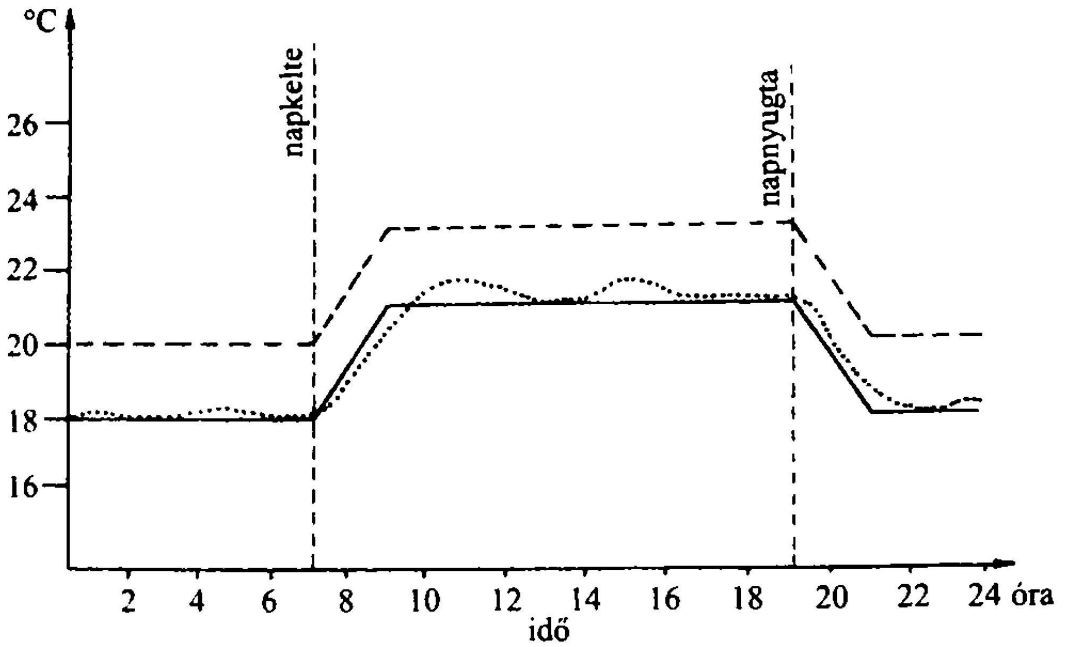
A besugárzás hatásának kezdetét és végét az év megadott időszaka szerint kell beállítani a számítógépen. Télen és nyáron, nagyon változékony időjárás esetén alacsony érték beállítása javasolt.

6.1.4. Fűtés és szellőztetés beállítása

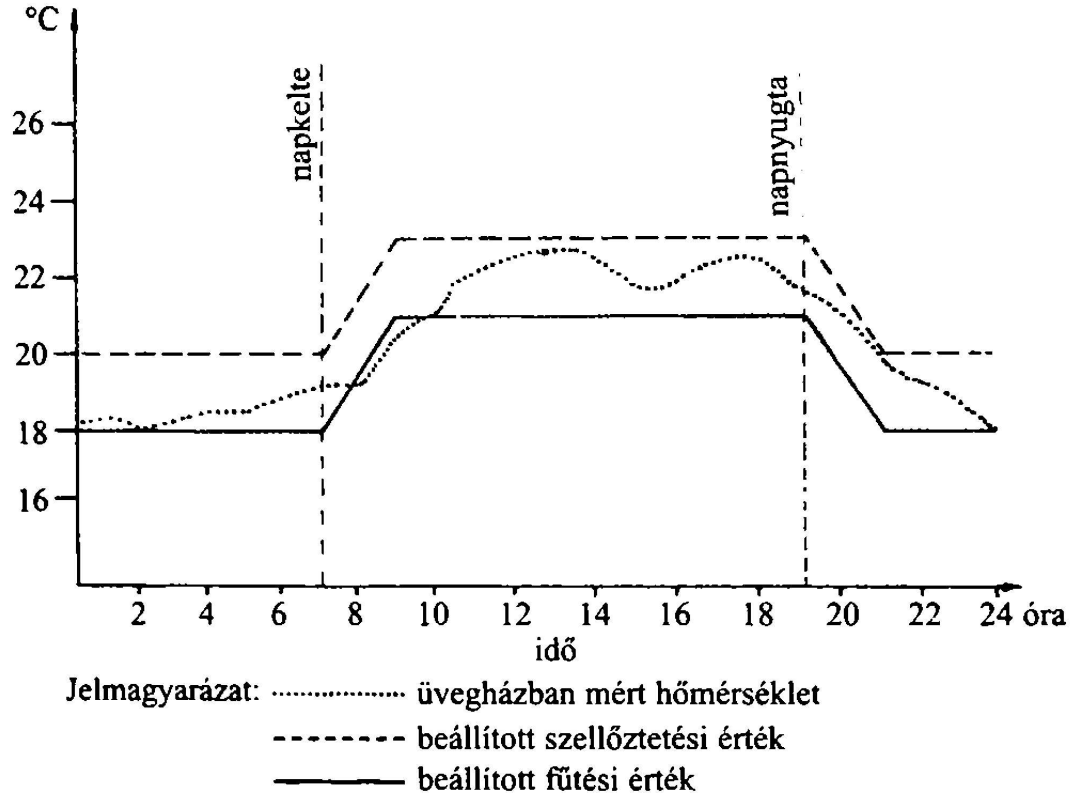
A hőmérséklet szabályzását a fűtéssel és a szellőztetéssel együtt végezzük. A nap folyamán a fűtés beállításával biztosítjuk a kívánt minimum hőmérsékletet. A szellőztetési beállítások jelzik, hogy mikor kívánjuk az üvegházat szellőztetni.

Alacsony külső hőmérséklet esetén az üvegházi hőmérséklet a fűtési hőmérséklet tartományában lesz, ez azt jelenti, hogy a fűtés be van kapcsolva. Magas külső hőmérséklet esetén az üvegházi hőmérséklet a szellőztetési hőmérséklet tartományában lesz, ez esetben a hőmérsékletet a szellőztetés szabályozza. Forró nyári napokon gyakran probléma, hogy hogyan tartsuk meg a kívánt hőmérsékletet, tekintettel arra, hogy a kinti hőmérséklet megegyezik vagy magasabb, mint a szellőztetési hőmérséklet. A szellőztetők ilyenkor maximálisra vannak nyitva, az üvegházban mégis túl meleg van. A *91–93. ábrák* különböző külső körülmények között a növényházakban mérhető hőmérséklet alakulását szemléltetik.

A fűtési és szellőztetési hőmérsékletek között 0,5–3 °C holtsávot hagyunk, takarékossági szempontok és a pontosabb szabályozás miatt. Télen nagy holtsáv az ideális, mert a növényház szellőztetés nélkül is visszahűl, a többi évszakban változó holt-

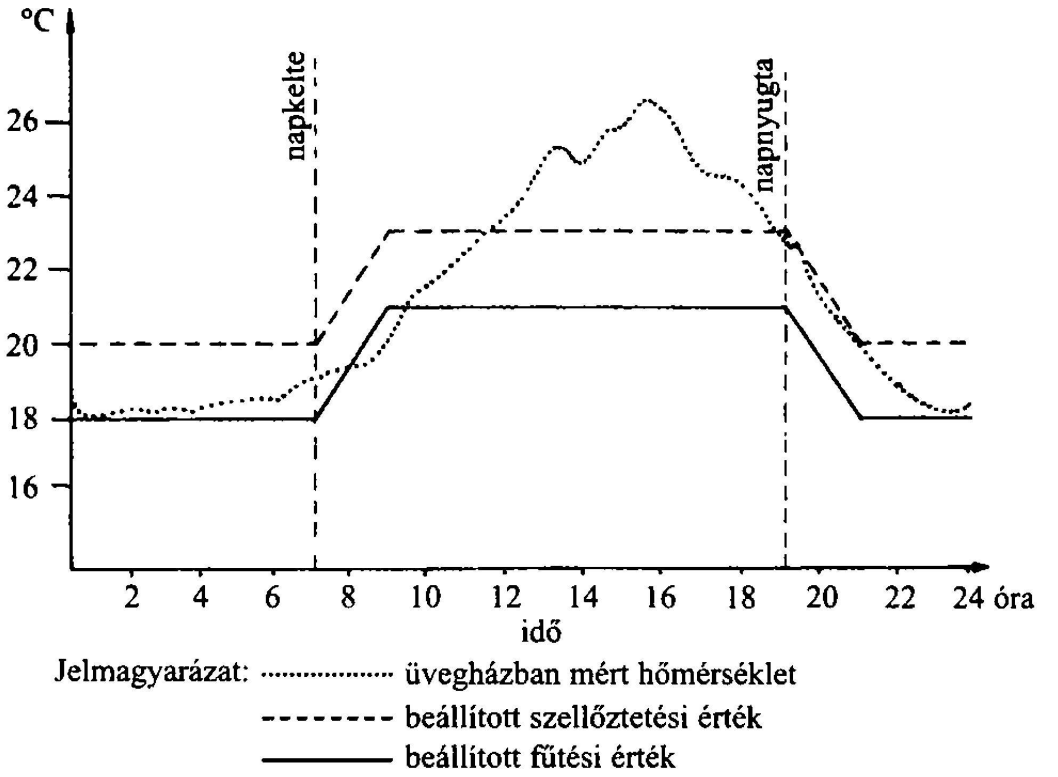


91. ábra. Az üvegház hőmérsékletének alakulása hideg napon



92. ábra. Az üvegház hőmérsékletének alakulása enyhe napon

sávértékeket alkalmazhatunk. A reggeli, délelőtti órákban a pára csökkentése a cél, tehát a kisebb holtsávértékeket (0,5–1 °C) használunk. Délután általában alacsony a páratartalom, ilyenkor a nagy holtsáv (1–3 °C) a célravezetőbb. Éjszaka, amíg alacsonyabb a külső hőmérséklet, a nagyobb holtsávértékek tartása a gazdaságos.



93. ábra. Az üvegház hőmérsékletének alakulása meleg napon

Nyári napokon a szellőztetéssel szabályozzuk a növényház klímáját, a fűtés csak hajnalban és hűvös, esős időszakban kapcsol be. A reggeli órákban kis holtsávot tartunk, napközben szélesebb holtsávval dolgozunk, de a páratartalom függvényében a fűtési és szellőztetési hőmérsékleti értékeket közelebb hozhatjuk egymáshoz.

A hőmérséklet és a levegő relatív páratartalma egymással szoros összefüggésben változik, ebből kifolyólag nehéz az optimális hőmérséklet és páratartalom szabályozása. A fő probléma a megfelelő hőmérséklet és optimális páratartalom egyidejű beállítása.

Gond lehet, ha a hőmérséklet túl magas, a relatív páratartalom pedig túl alacsony. Mi a szellőztetők helyes beállítása ilyenkor?

Nyitással a hőmérséklet ugyan optimális szintet ér el, de a levegő relatív páratartalma tovább csökken.

Zárt szellőztetők mellett a pára nem tud eltávozni, így a relatív páratartalom egy idő után elfogadható szintet ér el, ugyanakkor a hőmérséklet túl magas marad.

A páratartalom-szabályozás során el kell dönteni, hogy a hőmérséklet vagy a relatív páratartalom értéke legyen az elsődleges szempont. Amíg az átlaghőmérsékleteink optimális érték körül tarthatóak, a páratartalom legyen az elsődleges; ha a 24 órás átlaghőmérsékletek túl magasak, a hőmérséklet legyen a fő szabályzó tényező. Amennyiben a nedvességtartalom szabályozása irányítja a szellőztetési hőmérsékletet és a relatív páratartalom túl alacsony, a beállított szellőztetési hőmérsékletet kell emelnünk.

Ha a relatív páratartalom túl magas, a beállított szellőztetési hőmérsékletet csökkentenünk kell, azaz a szellőztetők alacsonyabb hőmérsékletnél nyílnak. Példa a komputer beállítására arra az esetre, ha a páratartalom függvényében kívánjuk a szellőztetési hőmérsékletet meghatározni:

páratartalom:	*szellőztetési hőmérséklet módosítása:*
70%	+1 °C
75%	+0,5 °C
85%	–0,5 °C
90%	–1 °C
95%	–2 °C

6.1.5. Árnyékoló és energiaernyők működtetése

Az üvegházakban az árnyékolást, sötétítést beépített ernyők segítségével oldják meg, melyek használata energiamegtakarítást is jelenthet. A legtöbb komputer egy üvegházi egységen (blokkon) belül kétféle ernyőt, árnyékoló és energiaernyőt is tud üzemeltetni. A klímaváltozás miatt várhatóan a jövőben az energiaernyők fölé az árnyékoló ernyők is bekerülnek a magyar üvegházakba is. Az úgynevezett kombinált módszer, ami csak egy ernyőt használ árnyékolásra és energia megtakarításra, nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket.

Az árnyékoló ernyő az intenzív napsütés hatására záródik. A hőmérséklet ekkor emelkedik, a szellőztetők pedig nyílnak. Az árnyékoló ernyő záródásával erősen lecsökken a légcsere a belső és a külső környezet között, ezáltal csökken a hő és a pára távozása is, ennek következtében az árnyékoló ernyő alatt a hőmérséklet és a páratartalom túl magas lesz. Ezt az árnyékoló ernyő típusa és anyaga nagymértékben meghatározza. Nyitott szövésű anyag esetén az árnyékoló ernyő alatt kevésbé emelkedik a hőmérséklet és a páratartalom, mint az impermeábilis, például műanyag árnyékoló használata során. Ennek a hőmérséklet- és páratartalom-növekedésnek a megakadályozására hőmérsékletrés és párarés beállítása lehetséges, vagyis nem zárjuk be teljes mértékben az ernyőt.

A klímakomputer az energiaernyő működését és a fűtési rendszert összehangolja. Amikor az energiaernyőt zárjuk, az üvegház térfogata csökken, ezáltal a hőveszteség csökken. Az energiaernyő zárása esetén a fűtési rendszer általában bekapcsolt állapotban van. Ha az energiaernyő késleltetés nélkül záródik, a fűtési rendszer tovább növeli az üvegházi hőmérsékletet, így az a beállított érték fölé emelkedhet. Ennek elkerülésére érdekében az energiaernyő először csak néhány százalékkel zár beljebb, ennek következtében a fűtés irányítása könnyebben igazodhat a csökkent üvegházi térfogathoz. Ezt követően a fűtés kissé csökken, az energiaernyő pedig teljesen zár, amivel elkerülhető az üvegház túlfűtése.

Az energiaernyők esetében is használható a résbeállítás, melyről az árnyékolás kapcsán már szóltunk. Ha a külső hőmérséklet alacsony, kevésbé van szükség a párarés használatára, mivel sok nedvesség lecsapódik a hideg üvegtáblákra, a szellőztetőkön bejövő levegő hideg és száraz. Ugyanakkor enyhébb külső hőmérséklet esetén, ha a belső páratartalom magas, hasznos lehet a párarés pozíció beállítása, az ernyő alatti nedvesség eltávolítása céljából.

Ha az energiaernyő zárt állapotban van, az ernyő alatti részen megfelelő hőmérséklet alakul ki, ugyanakkor a zárt ernyő fölötti részben a hőmérséklet csökkeni fog. Ilyenkor az energiaernyő nyitásakor hirtelen nagy mennyiségű hideg levegő éri a nö-

vényeket, ezt hirtelen hideghatásnak nevezzük, ami negatívan befolyásolja a növények fejlődését (kondenzáció, növekedés lassulása). A fűtés szabályozása is zavart szenved, a hirtelen hőmérséklet-csökkenés aktiválja a fűtési rendszert, ezáltal túlfűtés keletkezik. A számítógépen beállítható, hogy az ernyő nyitása fokozatosan történjen, ehhez legalább három értéket kell megadni: fokozat mértéke, fokozatok közötti időtartam és fokozatok száma.

Példa:
fokozat mértéke: 2%
fokozatok közötti időtartam: 10 perc
fokozatok száma: 3
(Az ernyő a nyitás kezdetén először 2%-ra nyílik, majd 10 perc várakozás után újabb 2%-nyi nyitás következik. Ez a folyamat megismétlődik, az ernyőpozíció ekkor 94% lesz. Ez után a 3 lépés után az ernyő teljes mértékben kinyílik.)

6.1.6. CO_2 adagolása

A tiszta levegő CO_2-tartalma 0,034%, amit általában ppm-ben fejezünk ki, az adott esetben 340 ppm. A növények CO_2-felvétele a fotoszintézis alapja. Ha a fő növekedési tényezők, mint a fény, a hőmérséklet, a víz és a tápanyagok kedvezőek, a növények sok CO_2-ot vesznek fel. Ha több CO_2 áll rendelkezésre, többet vesz fel a növény, tehát a fotoszintézis, és ezen keresztül a növekedés fokozható a CO_2 adagolásával.

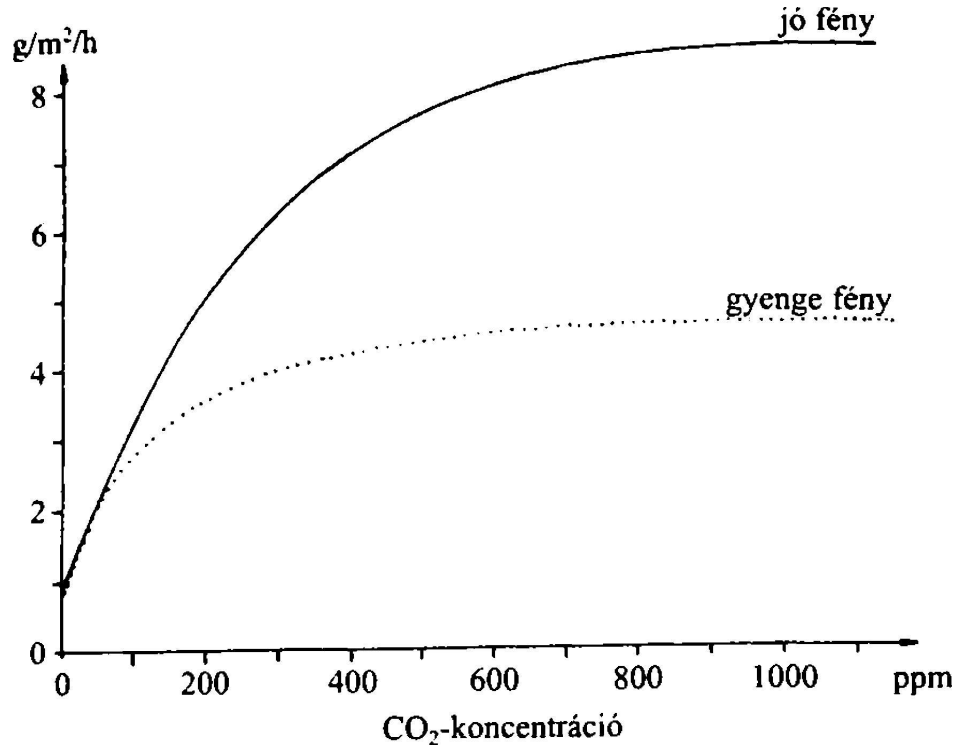
Ha nincs elegendő CO_2-adagolás vagy levegőcsere az üvegházban, a növények több CO_2-ot vesznek fel, mint amennyi CO_2 a növényház légterébe kerül. Ilyenkor a CO_2 a külső érték alá esik, például 200 ppm-re is, ami a fotoszintézist akár a felére is csökkentheti. CO_2 hiányában a növény nem tudja hasznosítani a fényt, és ha ez a helyzet sokáig fennáll, a növekedés és a termés drámaian csökken.

A fény és a fotoszintézis, valamint a CO_2-koncentráció közötti összefüggéseket gyakran külön tárgyalják, ugyanakkor a növényekre együtt, egy időben vannak hatással. A fotoszintézis mértékét a minimumban lévő tényező határozza meg, ezt az év legnagyobb részében a fényviszonyok jelentik. Ezért a számítógép a fényviszonyok függvényében adagolja a CO_2-ot. Ily módon a fényviszonyok és a levegő CO_2-koncentrációja egyensúlyban van. A *94. ábra* a CO_2, fényintenzitás és a fotoszintézis közötti összefüggést mutatja.

Az ábra alapján az alábbi következtetéseket vonhatjuk le:

1. Több fény magasabb fotoszintézist eredményez.
2. Magasabb CO_2-szint magasabb fotoszintézist eredményez.
3. Több fény esetén az optimális CO_2-szint magasabb.

Az utolsó következtetés magyarázatot ad arra, hogy miért kell emelni a fényerősséggel az optimális CO_2-koncentrációt. Alacsony megvilágítás esetén 400 ppm CO_2 az optimális, a fotoszintézis mértéke ilyenkor 4 g/m^2 CO_2-felvétellel jár. Magasabb CO_2-szint ilyenkor a fotoszintézis mértékét alig befolyásolja. 800 ppm CO_2-érték esetén a CO_2-koncentráció kétszeres, ugyanakkor a fotoszintézis mértéke csak csekély mértékben emelkedik, a CO_2-felvétel mindössze 4-ről 4,5 g-ra változik.



94. ábra. A fotoszintézis, a fényintenzitás és a CO_2-koncentráció közötti összefüggés

Erősebb megvilágítás esetén, amennyiben a CO_2-szint 400 ppm marad, a fotoszintézis emelkedik, a CO_2-felvétel 6,5 g lesz. A CO_2-szintet 800 ppm-re emelve pedig a fotoszintézis mértéke tovább nő, 6,5 g-ról 8,5 g-ra változik a CO_2 felvétel. Amennyiben a minimum tényező (pl. a fény) növekszik, úgy az egyéb faktorok optimális szintje módosul.

A fentiekben leírt információ 4 beállítással adható meg a klímakomputer számára. Két megvilágítási szint adható meg: alacsony és magas. Egy nap folyamán mindkét szint ún. „startfény", illetve „stopfény" is előfordulhat. *(Startfény: az a legalacsonyabb fényintenzitás, mely már hatással van a CO_2-szintre; stopfény: az a legmagasabb fényintenzitás, mely még hatással van a CO_2-szintre.)*

Például:

Startfény:	40 W/m²
Stopfény:	100 W/m²
Beállított CO_2-szint	400 ppm
Fény CO_2-szintre való hatása	400 ppm

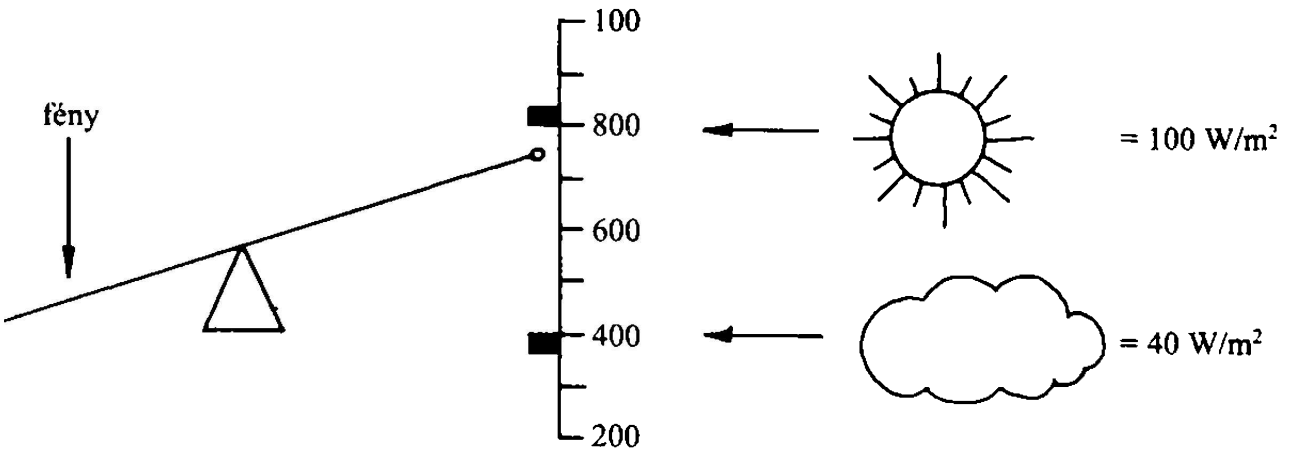
Így ennél a beállításnál:

- alacsony fényviszonyok esetén 400 ppm CO_2-szintet tartunk,
- kissé felhős napon a CO_2-szint 400–800 ppm,
- fényesebb napokon a CO_2-szint 800 ppm lesz *(95. ábra).*

A zöldséghajtató berendezésekben a szén-dioxid fejlesztésére és adagolására több lehetőség is van, ezek a következők:

- CO_2 előállítása gázégetővel, generátorral,
- folyékony CO_2 adagolása,
- kazán által előállított CO_2 használata.

A CO_2-gáz égetőnek nyitott égéstere van, melyben a gáz tökéletesen, füstmentesen, az égetés során keletkező káros melléktermékek nélkül elég. Egy égéstér mögöt-



95. ábra. A fényfüggő CO_2-adagolás

ti ventilátor erős légáramlatot okozva juttatja a hőt és a CO_2-ot az üvegházba. Jól szigetelt üvegházak esetében fontos, hogy folyamatosan külső levegő legyen biztosítva a tökéletes égéshez.

Minden égéskezdet során képződik több-kevesebb nitrogén-oxid (NO_x), így gázégető alkalmazása esetén is. A CO_2-ot felveszi a növény, ugyanakkor a NO_x és egyéb gázok a légtérben maradva magas szinten akkumulálódhatnak az üvegházban, különösen jól szigetelt termesztő berendezések esetén. A NO_x által okozott kár nem mindig látható, negatív hatása csak összehasonlító vizsgálatok során válik egyértelművé.

A gázégetővel történő szén-dioxid-előállításnak nagy hátránya, hogy nem mindig akkor termel hőt, amikor arra szükség lenne, ráadásul az így termelt hőnek az elosztása sem egyenletes az üvegházban.

A folyékony szén-dioxid nyerhető bányából (pl. Répcelak) és előállítható ipari úton, mészkő elégetésével is. De a vegyiparban ismert több olyan alapanyaggyártás is, amelynek során, mint melléktermék képződik. Répcelakon a földből előtörő CO_2-t palackozzák, és magas nyomáson (73 Bar 20 °C-on), folyékony halmazállapotban forgalmazzák. A hazai gazdaságok túlnyomórészt ezt a szén-dioxid-forrást választják. Nagy előnye ennek a formának:

- nincs veszélyes melléktermék,
- a CO_2-ellátás független a fűtésrendszertől,
- könnyen és egyenletesen eloszlható az üvegházban,
- adagolása és mérése egyszerű, egy mágnestekercs kapcsolja ki és be az adagolóberendezést.

A tiszta CO_2 alkalmazásának egyetlen hátránya van, a többi előállítási formához képest magas a költsége.

Amennyiben földgázégetésű kazánt használunk, úgy a füstelvezetőben lévő CO_2 is alkalmazható ilyen célra. (1 m^3 földgáz égése során 1800 g CO_2 és 1400 g vízpára termelődik.) Az itt képződő gázokat egy erre a célra beépített ventilátor szívja el a kéményből, és továbbítja az üvegházba. Az így nyert gázok hőmérséklete nagyon magas (200 °C körüli), hogy ilyen célra használni tudjuk, le kell hűteni, ami a külső hideg levegő bekeverésével történik. 30 °C körüli hőmérsékleten történik a szén-dioxid bevezetése.

Hatékony fűtési rendszer esetén a képzett hő 85%-a átvihető a fűtési rendszerbe, 15% pedig a képződő füstben marad. Füstgázkondenzor alkalmazásával a füstgázban

lévő vízpára lecsapódik és így a hőenergia egy része (kondenzációs hő) felszabadítható és a vegetációs fűtőcsövek (úgynevezett növekedési csövek) vagy a paplanok fűtésére használható.

Központi CO_2-ellátás esetén az állítható (modulációs) égető a legmegfelelőbb, mivel ennek a gázadagolása fokozatosan állítható, az égés pedig ilyen körülmények között mindig tökéletes. A „nagy láng/kis láng" típusú égetők hátránya, hogy továbbkapcsolás esetén egy rövid ideig az égésük nem tökéletes.

Az ilyen rendszerek CO-érzékelővel (szén-monoxid-érzékelő) vannak ellátva, amelyek jelzik, ha a füstgázban a szén-monoxid kritikus, veszélyes (30 ppm) szintet ér el.

Nyár folyamán gyakran nincs szükség fűtésre, csak CO_2-adagolásra, az égető ilyenkor csak CO_2-előállítására van bekapcsolva, a hőenergia ilyenkor elvész.

Három lehetőség áll rendelkezésre a hőenergia tárolására:

- a kazán hőmérsékletének emelése 10–15 °C-kal, a kazán ezt követően pufferként viselkedik.
- puffer víztározó alkalmazása. A fölösleges mennyiségű meleg vizet hatalmas tartályokban tárolják. Éjszaka a puffertartály meleg vizét használva fűtik az üvegházat.
- a fölösleges hőmennyiség a fűtési rendszer csöveibe pumpálható (emelve a minimális csőhőmérsékletet). Ebben az esetben a hőenergia hasznosítása nem igazán hatékony.

Amennyiben a CO_2-adagolót olyan időszakban használjuk, amikor nincs szükség fűtésre, a gázégetőt a legalacsonyabb helyzetbe kell állítani. Az égető felszerelhető úgynevezett Carbo-pozícióval. Ez az égőhelyzet elegendő CO_2-ot, ugyanakkor kevés hőt termel. A nagy láng/kis láng típusú égetők alacsony helyzetben is több hőt termelnek. Kis kapacitású hőtároló esetén csak az év rövid időszakában biztosítható CO_2-adagolás. Kezdetben 40 köbméteres hőtárolókat alkalmaztak, ma már Hollandiában 340 köbméteres puffertartályokat használnak hektáronként.

Földgáz égetése során a CO_2-on kívül vízpára is képződik, mely befolyásolja a relatív páratartalmat. Amennyiben a füstgázt kondenzoron keresztül vezetik, a vízpára 70%-a eltávozik, így a relatív páratartalomra gyakorolt hatás minimális. Füstgázkondenzor használata nélkül a relatív páratartalom néhány százalékkal emelkedik.

A CO_2 megfelelő, egyenletes eloszlása érdekében a füstgázt alacsonyan kell bevezetni az üvegházba. Annak ellenére, hogy a CO_2-gáz nehezebb a levegőnél, egy része eltávozik a felső szellőzőnyílásokon. Ez azért történhet meg, mert a gáz hőmérséklete magasabb, így felszáll. A CO_2 távozhat a huzatok révén is, a külső levegőhöz történő keveredéssel.

A jó horizontális eloszlás érdekében az elosztó fóliahurkán nem egyenletesen kell elhelyezkedniük az elosztó lyukaknak (perforációknak), a bevezető elején ritkábban, míg a fóliahurka végén sűrűbben legyenek a perforációk.

Központi CO_2-adagoló esetén előfordulhat, hogy túl magas a képződő CO_2-koncentráció. Erre figyelni kell a mérés során, ugyanis a CO_2 szintje nem emelhető korlátlanul, tekintettel arra, hogy a növényt károsíthatja. (Magas koncentráció esetén először záródnak a légcserenyílások – csökken a transpiráció –, nagyon magas CO_2-szintnél pedig a növényeken perzselések keletkezhetnek.)

6.2. Klímaszabályozás

A hajtatás különböző üvegházakban és fóliák alatt történik, amelyek klímáját szellőztetéssel, fűtéssel, árnyékolással, párásítással tesszük a külső körülményekhez viszonyítva kedvezőbbé a növények számára. A zöldségnövények fejődésére, terméshozamára, a termés minőségére a legnagyobb hatást a besugárzás, a léghőmérséklet, a páratartalom és a szén-dioxid-szint gyakorolja, ezért alapvető érdekünk, hogy ezeknek a klímaelemeknek a szabályzásával előnyös körülményeket biztosítsunk a növényeink számára.

A következőkben, a külső feltételek és a növény igényeinek függvényében, egy hosszú kultúrás paradicsomtermesztést alapul véve tárgyaljuk a „klímastratégiát", amelyet grafikonok segítségével igyekszünk szemléletesebbé, érthetőbbé tenni. A többi zöldségnövény klímaszabályozása is hasonló elvek és törvényszerűségek alapján történik, mint a paradicsomé, különbség csak a hőmérsékleti értékekben és azok ingadozásában van.

A hajtatási idényt – a növény igényének és a külső klímaviszonyok függvényében – termesztési szempontból négy szakaszra célszerű osztani, ami nem egészen esik egybe a naptár szerinti évszakokkal:

- korai vagy téli időszak (januártól-márciusig),
- késő tavaszi, áprilistól május végéig terjedő időszak,
- nyári, júniustól augusztus végéig terjedő időszak és
- késő őszi, szeptembertől novemberig terjedő időszak.

6.2.1. Januártól márciusig terjedő, korai időszakban

Az időszakra jellemző külső körülmények

A figyelembe veendő időjárási tényezők:

- a megvilágítás gyenge, a nappal hossza 8–12 óra,
- a külső hőmérséklet alacsony, a sokéves középhőmérséklet:
  - január: 0,4 °C
  - február: 1,5 °C
  - március: 6,2 °C
- a napsütéses órák száma (havonta):
  - január: 57 óra
  - február: 85 óra
  - március: 146 óra

Belső körülmények

A növények fiatalok, kis lombfelülettel rendelkeznek. Januárban nem magas a termesztőberendezésben a levegő páratartalma, mivel kicsi a lombfelület, és az alacsony külső hőmérséklet miatt a növényház szerkezetén jelentős mennyiségű vízpára kondenzálódik, és így távozik a levegőből. Márciusra már a növényállomány nagyobb, a külső hőmérséklet is enyhébb, így a páraszabályozás is ne-

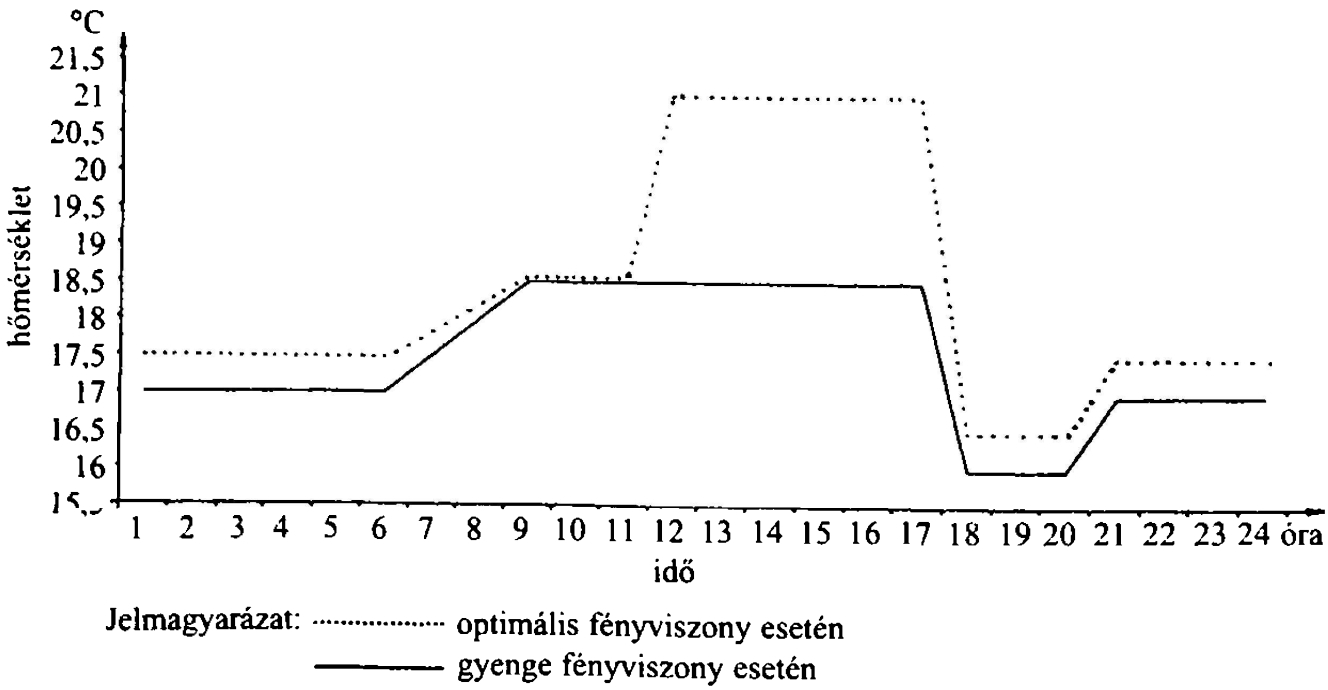
hézkesebb. Sok energiaernyő-használat és kevés szellőztetés jellemzi ezt az időszakot, ami miatt a növények között nincs elég légmozgás, ezért ventilátorok használata célszerű.

Klímastratégia

A kiültetést követő hetek vegetatív szakasza után generatív növekedésnek megfelelő klímát kell teremteni, hogy az első termések biztosan megkötődjenek. Az így kialakuló növényegyensúly (termés-lomb arány) fontos a folyamatos terméskép zés biztosítása érdekében. A különböző zöldségnövények esetében eltérő időtartamú vegetatív szakaszt kell beiktatnunk. A paradicsomnál ez az első virágok megjelenéséig, a korai ültetésű paprikánál a 4–5. emelet virágzásáig, uborkánál a 6–8. levél megjelenéséig tart. A vegetatív növekedés elősegítése érdekében a nappali és az éjszakai hő között minimális különbséget kell tartani. Paradicsomnál lehetőleg 19–20 °C-os, paprikánál és uborkánál 22–24 °C-os hőmérsékletet tartsunk éjjel-nappal.

Ha megvan a kellő lombfelület a terméskép zéshez, a növényeknek „generatív klímát" kell biztosítani, hogy a virágok és a termések fejlődését elősegítsük. Generatív irányítás esetén a nappali és éjszakai hő között jelentős különbséget kell tartani. Minél vegetatívabb a növény, annál nagyobb különbséget kell biztosítani az éjszakai és a nappali hőmérséklet között. A legjobb, ha fény alapján szabályozzuk a hőmérsékletet. Jó fényviszonyok mellett magasabb délutáni és éjszakai hőmérsékletet lehet tartani. Gyenge fényviszonyok mellett alacsony délutáni és éjszakai hőmérséklet, valamint alacsony átlaghőmérséklet legyen. A *96. ábra* a paradicsom fűtési hőmérsékleteit mutatja be, az egyenes vonal a gyenge fényviszonyoknál, a pontozott a jó fényviszonyoknál alkalmazott fűtési stratégiát jelzi.

A korai időszakban javasolt átlaghőmérsékleti értékek. Az optimális átlaghőmérséklet erre az időszakra paradicsomnál 17–18,5 °C, paprikánál, uborkánál 20–21 °C. Jó fényviszonyok mellett magasabb délutáni és éjszakai hőmérsékletet kell tartani, mely



96. ábra. Paradicsom termesztéséhez javasolt fűtési hőmérséklet (január–március)

nagyobb átlaghőmérsékletet eredményez. A növények színe délután sötét kell, hogy legyen. „Ki kell őket fűteni", hogy a zöld részekben ne raktározódjon energia. Alacsonyabb átlaghőmérséklet tartása esetén a növényekben sok feldolgozatlan szénhidrát marad, mely így nem fordítódott növekedésre és termésképződésre. A növény ilyenkor buja fejlődésű, vegetatív növekedés, vastag szár és nagy levél jellemző rá. A hajtáscsúcs csavarodott, a fiatal levélkéken lila elszíneződés látható. Paprikánál az alacsony átlaghőmérséklet generatív növekedést eredményez. Hideg éjszakákon a disszimiláció korlátozott, minden virág megmarad, így felborul a lomb-termés arány. Túl alacsony (paprikánál, uborkánál 17–18 °C-os, míg paradicsomnál 13–14 °C-os) átlaghőmérsékleten megáll a vegetatív szervek fejlődése.

Túl magas átlaghőmérséklet mellett a növény több szénhidrátot éget el, mint amit nappal felhalmozott. A fejlődés lassú, kis levelek képződnek, a virágok közel vannak a hajtáscsúcshoz, gyakori a virág- és terméselrúgás.

Ha jó növényegyensúlyt alakítunk ki, növényeink nem lassulnak le, tavasszal korai termést és erős növényt kapunk. 10 hét alatt 1 °C-kal nagyobb átlaghőmérséklet 1 fürttel több paradicsomot jelent. Paradicsomnál a következők alapján kell a fűtési stratégiát megválasztani:

– a növény fenntartására naponta 100 Joule szükséges,
– minden egyes fürtre további 100 Joule-t kell számolni.

Így 5 fürttel rendelkező paradicsomállománynak naponta 600 Joule fényenergiára van szüksége. Ha ennél kevesebb fény van, akkor alacsonyabb hőmérsékletet kell választani, ha több van, akkor melegebbet kell tartani. Mindig csak az adott nap besugárzását vegyük alapul. Ha hosszabb időn keresztül, több napig nincs meg a kívánt besugárzás, csökkentsük tovább a hőmérsékleteket. Ez fordítva is igaz: egy fényes hét után magasabb hőmérsékletet kell tartanuk, különben a növényeink kövérek, „elnehezültek" lesznek. A fűtést a *32. táblázat* alapján állítsuk be.

32. táblázat. Fűtési hőmérséklet beállítása paradicsomnál a besugárzás alapján (°C)

Időszak	Átlagos besugárzás esetén javasolt alaphőmérséklet	Hőmérséklet-korrekció átlagosnál magasabb besugárzás esetén	
		pillanatnyi besugárzás alapján	besugárzás összege alapján
Előéjszaka	16		+ 0,5
Éjszaka	17		+ 0,5 – +1
Délelőtt	18,5	+ 1	
Délután	19	+ 2	+ 1

Fűtésszabályozás. A fűtési hőmérséklet az általunk kívánt átlaghőmérsékletet jelenti ebben az időszakban. Reggel lassan növeljük a hőmérsékletet a fény függvényében. A gyors hőmérséklet-emelés esetén párakicsapódás keletkezik a terméseken, illetve megnyúlhat a szár és a fürt. A napfelkeltével kezdődően kell emelni a hőmérsékletet 30 percenként 1 °C-kal. A növény megnyúlását hűvös délelőtti hőmérséklettel akadályozhatjuk meg.

Vegetatív fejlődés és kis termésméret esetén „előéjszakát" kell alkalmazni, tehát az esti órákban egy hűvös időszakot kell beiktatni. Ezért naplemente előtt másfél órával 15 percenként 1 °C-kal kell a hőmérsékletet csökkenteni, ami összességében akár 5 °C is lehet. Ilyenkor a délután jól felmelegedett termésekbe kerül az asszimilláták nagy része, a levelekbe, a szárba és a gyökerekbe kevesebb jut. Ez addig alkalmazható, amíg a növény csúcsa nem túl vékony és a bogyók mérete nem túl nagy. Vigyázat, a levélméret is csökken az alacsony „előéjszakai" hőmérséklet mellett. (Az „előéjszaka" az éjszakának az a kezdeti időszaka, amely a naplementétől általában három-négy óra hosszú időtartamú, de tarthat éjfélig, esetleg kora hajnalig is. A generatív klímaszabályzás fő eszköze. Abból a felismerésből született, hogy ha a délutáni magas hőmérsékletből gyors átmenetet képezünk az akár 5 °C hűvösebb éjszakába, ez esetben az asszimilláták a termésekbe vándorolnak, mivel ezek lassabban hűlnek le a vegetatív szerveknél. A megfelelő éjszakai átlaghőmérsékletet az éjszaka további időszakára beállított magasabb hőmérséklettel érik el, így bizosítják a jobb átmenetet a nappali magasabb hőmérsékletre.)

Használjunk növekedési csövet, mert a növény csúcsa messze van az alsó fűtéscsőtől és a nap még nem ad elegendő sugárzó meleget.

A növények növekedésével és a külső hőmérséklet emelkedésével alkalmazzunk minél többször „minimum hőmérsékletet". Hideg idő esetén a csövek egyébként is melegek. Ahogy a lombozat nő, egyre nehezebb a páraszabályozás. A minimum 40 °C-os csőhőmérséklet megfelelő légmozgást és alacsonyabb páratartalmat eredményez a növény körül.

Szellőztetésszabályozás. A szellőztetéssel vigyázzunk, használjunk nagy P-sávokat. A hideg levegő gyorsan lehűti a hajtáscsúcsokat, ez a paradicsomnál az érzékeny fajtákon pl. ezüstlevelűséget okozhat. Márciusig ne nyissuk ki a széloldali ablakokat. Az időszak végén használjunk minimum ablakot, ezzel aktív klímát tudunk kialakítani.

Energiaernyő használata. A vegetatív szakaszban, paprikánál a jó fényáteresztő ernyőket (pl. SLS 10 ULTRA) akár éjjel-nappal is behúzva tarthatjuk. Energiaernyő nélkül hideg éjszakákon tartsunk 1–2 °C-kal magasabb hőmérsékletet, így ellensúlyozzuk az alacsony növényhőmérsékletet, ami az erős kisugárzás miatt alakul ki. Vegetatív habitusú növényeknél, különösen az elő-éjszaka alatt, kerüljük az energiaernyő használatát. Generatív, terhelt növényállomány mellett már naplemente előtt is behúzhatjuk az energiaernyőt. Az energiaernyő alatt a növényhőmérséklet magasabb, mint az energiaernyő által nem takart növények hőmérséklete. Ennek tudatában ernyőhasználat esetén tartsunk alacsonyabb léghőmérsékletet. Az időszak végére le kell árnyékolni a keleti, déli és nyugati oldalfalakat, ezzel védve a szélső növényeket az erős besugárzástól.

CO_2 adagolása. Alkalmazzunk magas szén-dioxid-koncentrációt, ilyenkor kisebb ablaknyitás mellett ezt olcsón megtehetjük. Különösen jó fényviszonyok mellett tartsunk 800–1200 ppm CO_2-ot. Manapság a holland kertészek CO_2 kg/ha/óra értékekben számolnak, 50 kg/ha/óra CO_2 a külső, légköri koncentrációt biztosítja, tehát ilyen érték adagolása mellett napos időben sem esik a CO_2-szint 340 ppm alá. De jó besugárzás mellett 800 ppm az optimális, ehhez azonban 80–100 kg/ha/óra CO_2 adagolására van szükség. Paprikánál vigyázzunk a magas értékekkel, különösen akkor, ha túlterhelt az állományunk. A CO_2 növeli a megkötött virágok számát, így a növényegyensúlyt fel is boríthatja.

6.2.2. Áprilistól május végéig terjedő időszakban

Az időszakra jellemző külső körülmények

A figyelembe veendő időjárási tényezők:

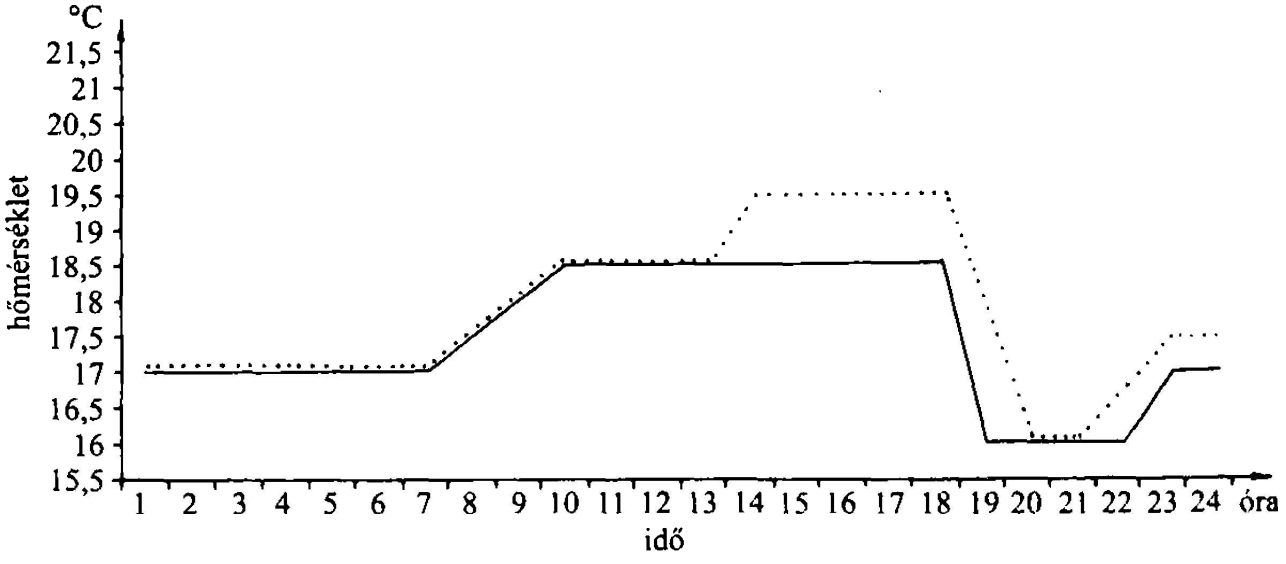
- a fényintenzitás magas, a nappalhossz: 13–15,3 óra,
- az éjszakák még hűvösek lehetnek,
- a hajtatás legkedvezőbb időszaka, sok fény van és nincs nagy meleg,
- a sokéves középhőmérséklet:
  április: 11,5 °C
  május: 16,5 °C
- a napsütéses órák száma (havonta):
  április: 190 óra
  május: 251 óra

Belső körülmények

A korai ültetésű növények maximális terhelésben vannak, különösen az előző időszakban alulfűtöttek és túlterheltek (vékony csúccsal rendelkeznek). Az egyre több szellőztetés miatt a levelek rövidülhetnek. A még hűvös éjszaka segíti az optimális 24 órás átlaghőmérséklet elérését. Az energiaernyőt egyre ritkábban, főként csak az éjszakák második felében használjuk. Esős és borús napokon a páraszabályozás nehéz, sok fűtést igényel. Napsütéses nappalokon délután a páratartalom már alacsony lehet.

Klímastratégia

Enyhe generatív irányítás a klímastratégia alapja. Késői ültetéseknél erős generatív szabályozással el kell kerülni, hogy a növények lelassuljanak, növekedésük vegetatív



97. ábra. Paradicsom termesztéséhez javasolt fűtési hőmérséklet (április–május)

legyen, tekintettel arra, hogy ilyenkor minden körülmény adott a növény számára, a fény már nem minimum tényező.

A növényeket fel kell készíteni a nyári melegre. Ezért fontos a levélméret megtartása, illetve növelése. A korai ültetésű növényeket át kell segíteni a legnagyobb terhelési időszakon, ezért a növényeket nem kell „kifűteni", az asszimilátákból tartalékot kell képezni a meleg, nyári időszakra. Ne tartsunk nagy különbséget az éjszakai és a nappali hőmérséklet között, különösen terhelt növény esetén, így fenntartjuk a nagy levélméretet. Ne használjunk túl magas délutáni hőmérsékletet, de a generatív irányítás még fontos. Ha a növényeink vegetatív habitusúak, inkább az éjszakai hőmérsékletet emeljük. A *97. ábra* a paradicsom hőmérsékleti igényét ábrázolja, az egyenes vonal gyenge fényviszonyoknál, a pontozott pedig a jó fényviszonyoknál alkalmazott fűtési stratégiát jelzi.

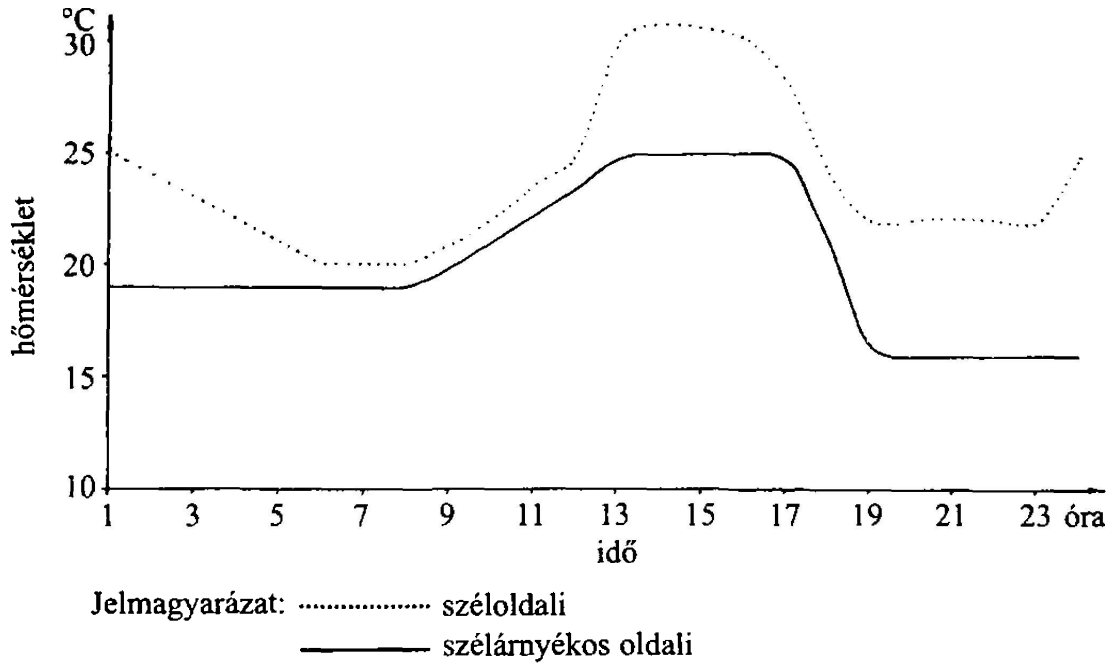
A tavaszi időszakban javasolt átlaghőmérsékletei értékek. Az éjszakai hőmérsékletet csak akkor állítsuk alacsonyra, ha ez a kívánt 24 órás átlaghőmérséklet miatt elengedhetetlen. A lehető legmagasabb éjszakai hőmérséklet tartásával jó levélméretet érünk el. Paradicsomnál cél a 19 °C-os átlaghőmérséklet, a lehető legkisebb éjszakai-nappali hőkülönbséggel. Paprikánál és uborkánál 21–22 °C legyen az időszak átlaghőmérséklete.

Fűtésszabályozás. Elég sugárzó hő jön a napból, ezért az erősebb besugárzás és alacsony páratartalom mellett a minimum csöveket ki kell kapcsolni, a növekedési cső használatát helyezzük előtérbe. A növekedési csövek a növények között kell, hogy helyet foglaljanak, mozgatásuk egyébként is csak nagyon korai ültetés és nagyon hideg tél esetén ajánlott. Az alsó fűtőcső fűtését csak 10 fokos késleltetéssel indítsuk, így biztosítható a jó éréslefutás és elkerülhetjük a túlterhelést. A növekedési cső jól használható a növény reggeli aktivizálására, hiszen a növények között felszálló meleg levegő beindítja a párologtatást. A növény akkor aktív, ha a páratartalom 85% alatt van. Minél korábban aktivizáljuk a növényt, annál hosszabb ideig bírja tartani az üvegház levegőjének páratartalmát délután. Fény hatására ne emeljük a nappali hőmérsékletet, az erős napsugárzás már amúgy is növeli. 65%-os relatív páratartalom alatt, valamint 8 g/m^3 párahiány fölött ne használjunk minimum csövet.

Szellőztetésszabályozás. A szellőztetési hőmérsékletet igazítsuk a fűtési hőmérsékletekhez, tartsunk kis holtsávot közöttük. Használjunk kisebb P- sávokat, szellőztessünk időben, de ne nyissunk korán túl nagyot. A legkisebb P-sávot, tehát a leggyorsabb szellőztetést akkor érjük el, ha a külső hőmérséklet eléri a beállított belső hőmérsékletet. 65%-os relatív páratartalom alatt, valamint 8 g/m^3 párahiány fölött csökkentsük a széloldali szellőztetést. Hasonlóan mérsékeljük a szellőztetést a nap végén. Így kedvezőbb páratartalmat érhetünk el, és a széndioxid adagolás is gazdaságosabb a csukott szellőztető mellett. A *98. ábra* a paradicsom szellőztetésével kapcsolatos hőmérsékleti értékeket mutatja, a szaggatott vonal a széloldali, a folyamatos vonal pedig a szélárnyékos oldalon.

Energiaernyő használata. Energiaernyőre már csak a hajnali, hideg időszakban van szükség, de a vegetatív növekedésű növényeknél ennél is kevesebbet használjuk. Az enyhébb külső hőmérséklet és a nagyobb lombfelület az ernyő alatt fokozott mértékű páraképződést okoz, ezért nyissunk párarést 2 g/m^3 párahiány esetén.

A paprikát május elején, az uborka és a paradicsom kultúrákat pedig május végén árnyékolhatjuk, de csak a déli, délnyugati és nyugati ablakokat. Az árnyékolás szük-



98. ábra. Paradicsomtermesztésben javasolt szellőztetési hőmérséklet tavasszal

séges rossz, ugyanis minden fényre szükség van, csak a túl magas hőmérséklet elkerülése érdekében kell alkalmazni. A lényeg, hogy a nettó fotoszintézis emelkedjen, több cukor maradjon meg a növényben. Ha túl erősen árnyékolunk, kevés fény jut be, a fotoszintézis korlátozott, ha nem árnyékolunk, akkor a képződött többletszénhidrát lehet, hogy a légzésre fog elhasználódni. Ezért jó az a módszer, ha csak a délutáni besugárzást szűrjük, tekintettel arra, hogy ekkor van a legmelegebb, és ilyenkor a legalacsonyabb a páratartalom is.

CO_2 adagolása. Magas besugárzási értékek mellett a szén-dioxid-megkötés is nagyobb, de takarékossági okokból az ablaknyitás esetén a CO_2-adagolást csökkenteni kell. A paprikánál már elég lombfelület van ahhoz, hogy elbírja a nagyobb termésszámot, amit az emelkedett CO_2 segítségével köt meg a növény. Májusban délutánonként előfordulhat, hogy magas hőmérséklet és alacsony páratartalom alakul ki. Amennyiben ez megnövelt CO_2-szinttel párosul – amikor a sztomák csukottabbak – a növények nehezen hűtik magukat, a növényhőmérséklet felszökik. 60%-os relatív páratartalom alatt, valamint 10 g/m^3 párahiány fölött ne használjunk magas CO_2-értékeket. Ilyen esetekben elég, ha csak a külső, természetes CO_2-szintet tartjuk.

6.2.3. Júniustól augusztus végéig terjedő időszakban

Az időszakra jellemző külső körülmények

A figyelembe veendő időjárási tényezők:

- a besugárzás erős, a naphossz: 16–13,5 óra
- az átlaghőmérsékleti értékek több kultúrának magasak:
  - június: 19,7 °C
  - július: 21,6 °C
  - augusztus: 20,9 °C

– a napsütéses órák száma (havonta):
június: 266 óra
július: 295 óra
augusztus: 274 óra

A magas középhőmérsékleti átlagok azt mutatják, hogy szabadföldi termesztésre is alkalmas ez a három hónap, a hajtatóberendezésekben pedig vigyázni kell a túlmelegedésre.

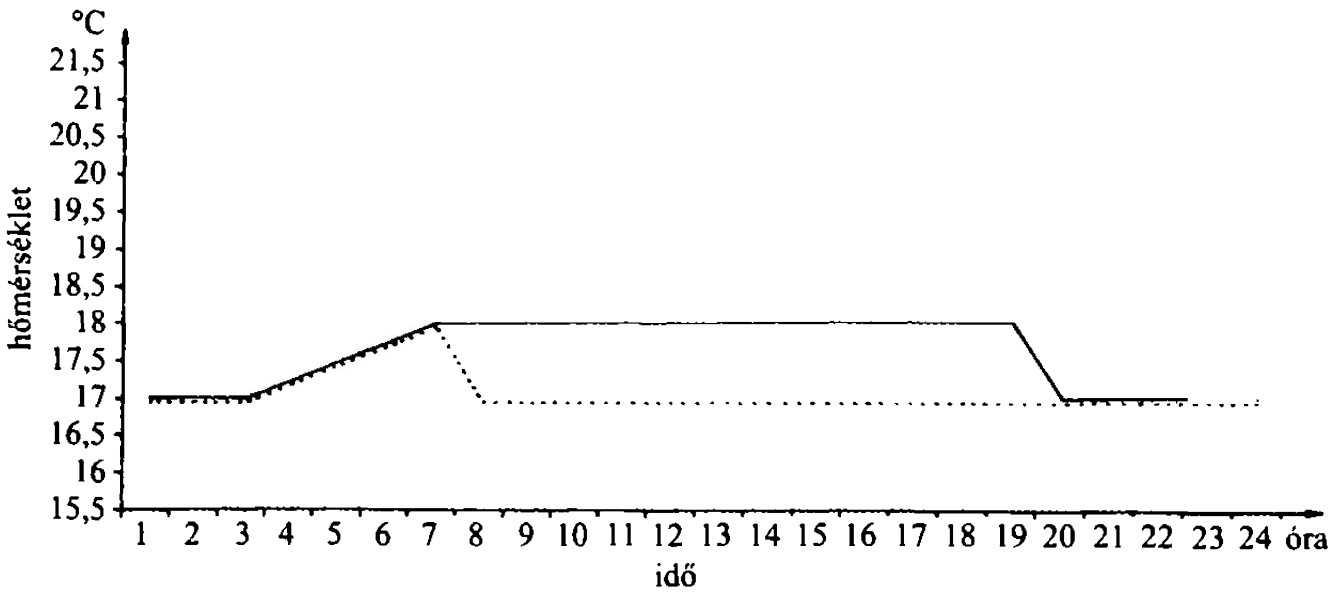
Belső körülmények

A szellőzők szinte éjjel-nappal nyitva vanak. A magas hőmérséklet elkerülése miatt árnyékolnunk kell. Az árnyékoló ernyő nagyon hasznos ebben az időszakban. A fűtés csak a hajnali órákra koncentrálódik. A nagy szellőztető felülettel rendelkező berendezések a legalkalmasabbak ebben az időszakban a hajtatásra. A 24 órás hőmérsékleti átlagok a külső hőmérséklettől függenek.

Klímastratégia

Az időszak célja a folyamatos termésképződés biztosítása, és így a növényegyensúly fenntartása. A növényt vegetatív irányban kell nevelni, hogy ellensúlyozzuk a külső körülmények erős generatív hatását. Vigyáznunk kell, mert a magas hőmérséklet mellett csökken a termésterhelés a növényeken, ha ez egy bizonyos szint alá esik, vegetatív növekedésbe megy át a növény. Tehát nem célszerű lecsípni a virágfürtöt egy alacsony bogyószámmal (< 80 db/m^2) rendelkező paradicsomállományról.

A nyári időszakban javasolt átlaghőmérsékleti értékek. A lehető legalacsonyabb átlaghőmérsékletet kell elérni, a páratartalom szabályozása csak másodlagos. Csak az éjszakai hőmérséklet lehető legalacsonyabban történő tartásával tudunk elfogadható átlagot elérni, azonban ezzel a levélméret tovább csökken. Naplemente után fél órával szellőztetéssel, nagy ablaknyitással csökkentsük a növényház hőmérsékle-



Jelmagyarázat: ..... optimális fényviszony esetén magas külső hőmérséklet
——— gyenge fényviszony esetén alacsony külső hőmérséklet

99. ábra. Paradicsom termesztéséhez javasolt fűtési hőmérséklet (június–augusztus)

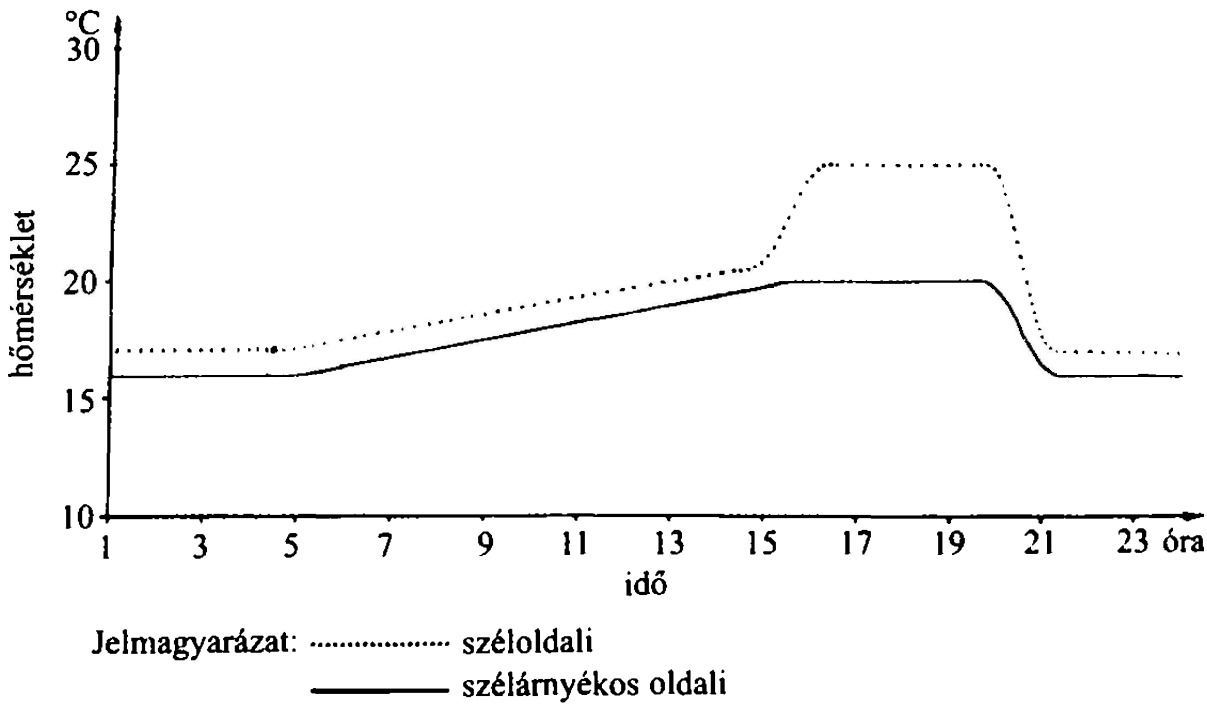
tét. Paradicsomnál 20 °C lenne az optimális átlaghőmérséklet, míg paprikánál, uborkánál ez az érték elérheti maximális besugárzás mellett a 22–23 °C-t.

A *99. ábra* a paradicsom fűtési hőmérsékleti értékeit ismerteti, az egyenes vonal az alacsony külső hőmérsékleti, a pontozott vonal magas külső hőmérsékleti időszak mellett alkalmazott fűtési stratégiát jelzi.

Fűtésszabályozás. Sokan úgy vélekednek, hogy a nyári fűtés még magasabb hőmérsékletet eredményez, de ez nem így van. A hajnali fűtéssel korán aktivizált növény tovább bírja a párát tartani délután, napi 1–2 órával többet fotoszintetizál. A reggeli fűtés nem emeli számottevő mértékben a 24 órás átlaghőmérsékleteket.

Amennyiben fűtésre nincs lehetőség, ventilátor használata, illetve minél nagyobb szellőztetőnyitás szükséges, hogy elősegítsük a növényeken kialakuló kondenzáció, harmat gyors felszáradását. Csak abban az esetben kapcsoljuk ki a növekedési csöveket és használjunk vegetációs fűtést, ha a bogyóterhelés nagyon lecsökken, és a növény növekedése emiatt túl vegetatívvá válna. A növények közé belógatott fűtőcső hatékonyan, kevés energiával aktivizálja a növényeket, de az érést is stimulálja, így csökkentve az esetleg amúgy is alacsony bogyóterhelést.

Szellőztetésszabályozás. Délelőtt minél nagyobb szellőztetéssel lassítsuk a termesztőberendezés felmelegedését, és segítsük elő a növény gyors aktivizálódását, a vízfelvétel és a párologtatás beindulását. Délután a lehető legkorábban csukjuk be a szellőzőket, különösen a széloldali részen, de csak akkor, ha ez már nem jár felmelegedéssel. Az így kialakuló magasabb relatív páratartalom emeli a növényi szövetek turgorát és csökkenti a kalciumhiány kialakulásának kockázatát. A növényhőmérséklet ilyenkor általában alacsonyabb, mint a léghőmérséklet, hiszen a növény intenzíven párologtat, és a csökkenő besugárzás mellett ez nagyobb hűtést jelent. Használjuk ki ezt, és csökkentsük a szellőztetést, azonban ne teljesen zárjunk, mert ha a légnedvesség nagyon megemelkedik, a növény nem tud tovább párologtatni és nem tud tovább hűteni. Ha délután a növényház elveszti a páratartalmat, akkor a légcserenyí-



100. ábra. Paradicsomtermesztésben javasolt szellőztetési hőmérséklet nyáron

lások becsukódnak és a növényhőmérséklet megemelkedik. Így az a furcsa eset állhat fenn, hogy csukjuk az ablakokat, de mégis csökken az üvegházban a hőmérséklet. Az ablak csukásával megemelkedő páratartalom mellett a sztómák jobban kinyílnak, ezzel a párologtatás és vele együtt a hűtés is jobban be tud indulni.

A *100. ábra* a paradicsom esetében javasolt szellőztetési hőmérsékleteket mutatja, a szaggatott vonal a széloldali, a folyamatos vonal a szélárnyékos oldalon.

Általánosságban elmondhatjuk, hogy ezekben a nyári hónapokban törekedni kell minél nagyobb szellőztetőnyitásra, de a szél soha nem mozgathatja a növényeinket. Ezt ilyenkor a szellőztetők szabályozásával, esetleg csukással meg kell akadályozni. Kerülni kell ilyenkor a növények lankadását, a csukás emeli a páratartalmat, és ilyen esetben a magasabb hőmérséklet is elfogadható. Különösen lehűlések, esősebb időszakok utáni első napsütéses napokon kell nagyon figyelni, főként akkor, ha nem fűtünk. Ezeken a napokon a szellőztetőket zártabb állapotban kell tartani, és meg kell akadályozni a növényállomány lankadását. A növényeket csak fokozatosan, több nap alatt szoktassuk hozzá az alacsonyabb páratartalomhoz, és így térjünk vissza a lehető legintenzívebb szellőztetéshez. Ezzel érhetjük el a lehető legalacsonyabb napi átlaghőmérsékletet.

Energiaernyő, árnyékolóernyő használata. Az energiaernyőt ilyenkor már nem használjuk. Az árnyékolás a legfontosabb. A paprika- és az uborkaállományt teljesen le kell árnyékolni, a paradicsomkultúrákat csak részlegesen vagy olyan festékkel, amely több fényt és kevesebb hőt enged át. Ez természetesen függ a termesztőberendezéstől is, a magas, nagy légterű, nagy szellőztetőfelületű házakban kevesebbet, míg az alacsony, elavult berendezésekben többet kell árnyékolni. A fóliák kevesebb árnyékolást kívánnak, mint a hasonló adottságú üvegborítású berendezések.

Augusztusban már semmi esetre se árnyékoljunk. A mészalapú festékek olcsóak, de az esőtől gyorsan lemosódnak, így időjárásfüggők. Vannak nem vízoldékony festékek, ezek jó időjárásállóak, és eltávolításuk a speciális oldószereikkel egyszerű.

CO_2 adagolása. A nyári hónapokban csak a földgázzal fűtő és puffertartállyal rendelkező kertészek tudnak olcsón szén-dioxidot adagolni. A nappal elégetett gáz hőjét tárolják, és másnap hajnali fűtésre használják. A folyékony CO_2-adagolás nagy szellőztetőnyitás és magas hőmérséklet mellett nem gazdaságos, bár a külső (természetes) CO_2-szint tartása kívánatos lenne ilyenkor is.

6.2.4. Szeptembertől novemberig terjedő időszakban

Az időszakra jellemző külső körülmények

A figyelembe veendő időjárási tényezők:

- a besugárzás drasztikusan csökken, a nappalhossz 13–8,1 óra,
- a külső hőmérséklet enyhe,
- az átlaghőmérsékletek több kultúrának alacsonyak:

  szeptember: 16,7 °C
  október: 11,5 °C
  november: 5,5 °C

– a napsütéses órák száma (havonta):
szeptember: 201 óra
október: 155 óra
november: 72 óra

Ebben az időszakban nem szükséges semmiféle árnyékolás, minden fényre szükségünk van.

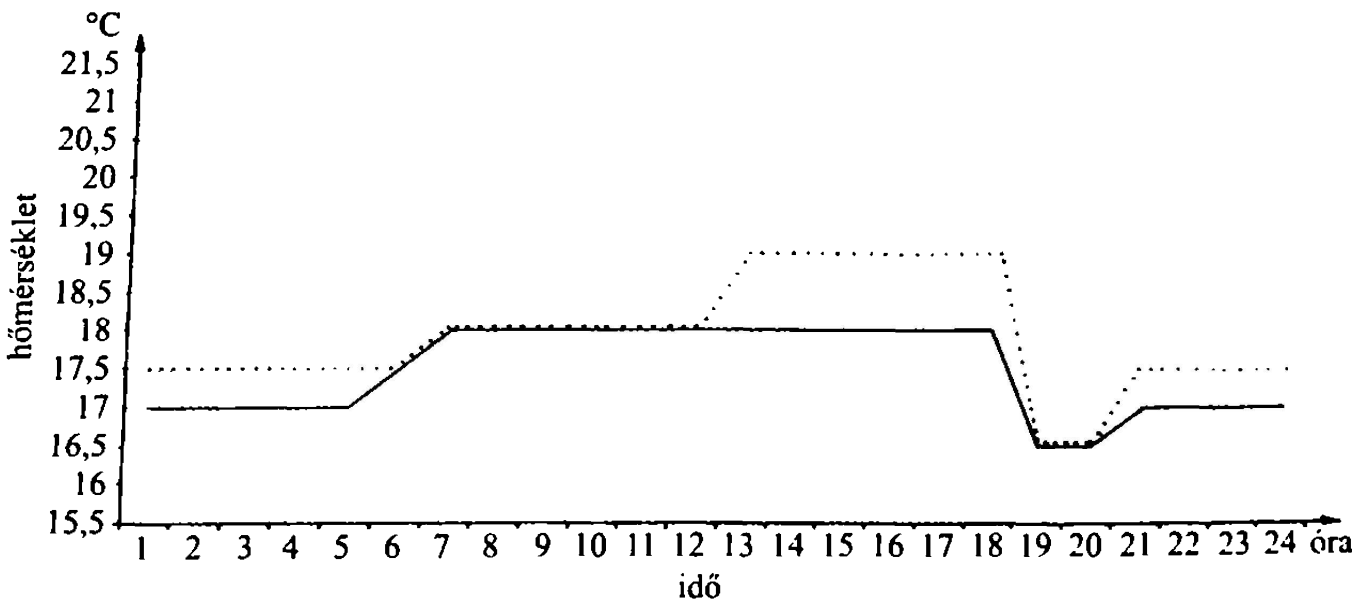
Belső körülmények

A fűtés már nem csak a hajnali időszakban történik, a szellőzők éjszaka zárva vannak. Éjjel az energiaernyő használatára is szükség van, a páraszabályozás nehéz, különösen esős időben.

Klímastratégia

A stratégia célja, hogy a növények generatív irányításával ellensúlyozzuk az időjárás vegetatív hatását, így ősszel is biztosítható a nagyobb termésmennyiség. A hajtáscsúcsok elcsípése után erősebb generatív klímát biztosíthatunk, mivel már nem kell a folyamatos növekedésre és szárvastagságra energiát fordítanunk, ilyenkor minden energiát a termésre koncentrálhatunk. A több fény hatására már a délutáni órákban lehet fűtéssel növelni a léghőmérsékletet.

A növénytermelte energiát minden nap ki kell használni, „ki kell fűteni", éjszakába a növények sötét levelekkel kell, hogy menjenek. A növény nem halmozhat fel energiát, nem maradhat olyan energia a növényben, amit nem a növekedésre, illetve a termésre fordított, ellenkező esetben ez a vegetatív növekedés kialakulásával jár, ami az össztermés és a fejlődési sebesség csökkenését vonja maga után. „Előéjszakát" lehet alkalmazni, amelynek hőmérsékletét a visszacsípés után még tovább lehet csökkenteni, paradicsomnál akár 14 °C-ig is, ami jelentős termésnövekedést idézhet elő. A *101. ábra* a paradicsom esetében javasolt fűtési hőmérsékletet is-



101. ábra. Paradicsom termesztéséhez javasolt fűtési hőmérséklet (szeptember–november)

merteti, az egyenes vonal a gyenge fényviszonyok, a pontozott vonal a jó fényviszonyok esetében alkalmazott fűtési stratégiát jelzi.

Az őszi időszakban javasolt átlaghőmérsékleti értékek. Ebben az időszakban már újból mi irányítjuk az átlaghőmérsékletek alakulását, ami megkönnyíti a dolgunkat, ugyanakkor sajnos jelentkeznek a fűtési költségek. Igyekezzünk a délutáni ablakcsukással, a nap energiájából minél többet hasznosítani. Paradicsomnál 18,5 °C, uborkánál és paprikánál pedig 20–21 °C az optimális átlaghőmérséklet. Ha az utolsó bogyók is megfelelő méretűek, az átlaghőmérsékleteket tovább növelhetjük 0,5–1 °C-kal.

Fűtésszabályozás. A teljes nappali időszakban minimális növekedési cső hőmérsékletet (35–40 °C) is tarthatunk, különösen október és november hónapokban. Ez gyors és lendületes fejlődést és éréslefutást eredményez, továbbá így kevesebb ablaknyitás mellett, aktív klímát teremtünk.

Szellőztetésszabályozás. Már a nap elején is az alacsonyabb páratartalom miatt a szél felőli szellőztetőket teljesen behúzhatjuk, ugyanis az ezzel járó melegedés nem okoz nagy átlaghőmérséklet-emelkedést. A teljes délelőtti időszakban „minimális szellőztetési hőmérsékletet" is tarthatunk, ami segíti az aktív klíma kialakulását.

Energiaernyő használata. Igyekezzünk az energiaernyő becsukását a javasolt előéjszakai hőmérsékletek elérése utánra időzíteni. Így a növényhőmérséklet alacsonyabb lesz, mintha ernyő alatt lett volna, ennek következtében a generatív hatás még nagyobb. A jobb páratartalom elérése érdekében a párarést folyamatosan hagyjuk nyitva, csak ha a külső hőmérséklet fagypont alá esik, akkor zárjuk be teljesen. Ez esetben a termesztőberendezésen kialakuló pára-kicsapódás amúgy is elvonja a levegő páráját.

CO_2 adagolása. A szellőztetők zártabbak, tehát a téli-tavaszi időszakhoz hasonlóan ilyenkor is fontos a CO_2 adagolása. Ha nem adagolunk szén-dioxidot, nyitni kell az ablakokat, ellenkező esetben a belső érték gyorsan lezuhan, akár a külső szén-dioxid-koncentráció felére, 200 ppm-re is. Ez olyan hatású, mintha azon a napon borús lett volna az idő. Nyitottabb szellőztetőkkel többet kell fűteni, vagyis a széndioxid adagolásával fűtési energiát spórolhatunk.

6.3. Irodalom

Nederhoff, E. (1996): The A to Z guide for using CO_2. HortResarch Publication, Auckland, New Zealand.

Priva Info (2004): Getting started with Enviromental Control. Hollandia. www.priva.ca/newsletter/privainfo.htm

Timmerman, G. J., Kamp, P. G. H. (2003): Computerised Enviromnmental Control in Greenhouses. PTC, The Netherlands.

7. Öntözés és tápoldatozás

A talaj nélküli termesztésben a termőközeg tápanyagtartalmát mesterséges úton, ásványi anyagokkal, trágyákkal biztosítjuk. Tekintettel arra, hogy az ilyen célra használt közegek tápanyagot nem vagy csak minimális mennyiségben tartalmaznak, tápanyag-ellátottság szempontjából oligotrof, azaz inert anyagoknak tekinthetők. Az ilyen rendszerek használata sok szempontból előnyös, de bizonyos hátrányokkal is kell számolni. Kétségtelenül kedvező, hogy az inert közegek tápanyagtartalmát pontosabban tudjuk szabályozni, ismert, hogy mit vittünk be, mi van benne, ezért a rendszer szabályozása – tápanyag-ellátás szempontjából – jelentős mértékben leegyszerűsödik. Hátránynak mondható azonban, hogy a pufferhatás (kémhatás-kiegyenlítés) kevésbé érvényesül, a tápanyag-ellátási hibákat a növény azonnal jelzi.

7.1. Tápoldatozáshoz használt műtrágyák és vegyszerek

A talaj nélküli termesztésben a tápanyag-utánpótlás többnyire speciális, úgynevezett tápoldatozó, vízben maradék nélkül oldódó műtrágyákkal és kémiai anyagokkal (tápsókkal) történik. A hagyományosnak számító, jelentős üledékkel oldódó műtrágyákat az induló tápanyagszint beállításához a szabadföldi termesztés mellett a földkeverékes termesztésnél, a palántanevelés során és a konténeres termesztésben egyaránt használják.

A tápoldatozó műtrágyák összetétele, hatásmechanizmusa, kémiai és fizikai tulajdonságai számos tekintetben hasonlítanak a szántóföldi műtrágyákhoz, de néhány vonatkozásban azoktól el is térnek:

- gyakorlatilag oldhatatlan anyagot (üledéket) nem tartalmaznak, ezért megfelelő minőségű vízben maradék nélkül oldódnak,
- kémiailag tiszta anyagok (technikai tisztaság),
- idegen ionokat nem tartalmaznak, ezért elektromos vezetőképességük alacsonyabb,
- kloridot és nátriumot nem vagy csak minimális mennyiségben tartalmaznak (kivéve KCl, $Na_2MoO_4 \cdot H_2O$),
- forgalmazásuk csak kiszerelt, speciális, vízszigetelő csomagolásban történik,
- árfekvésük lényegesen magasabb, mint a szántóföldi műtrágyáké.

A tápoldatozáshoz használt műtrágyákat csoportosíthatjuk halmazállapotuk, összetételük, illetve a felvehetőségük alapján.

Halmazállapotukat tekintve megkülönböztetünk szilárd, cseppfolyós és légnemű műtrágyákat (anyagokat). A szilárd (zsákos) kiszerelés általánosabb, elterjedtebb, bizonyos szempontokból a kezelése, tárolása is egyszerűbb. Hátránya, hogy bemérése, felhasználása nem gépesíthető, nem automatizálható, ebből adódóan körülményesebb az alkalmazás, több kézimunkaerőt igényel. Ezzel szemben az oldatok és a folyékony műtrágyák a tartályokból vagy a tankerekből szivattyúk segítségével egyszerűen lefejthetők, bekeverésük, hígításuk teljesen gépesíthető, sőt automatizálható. Ugyanakkor a folyékony műtrágyák kétségtelen hátránya a használatukhoz szükséges drágább infrastruktúra, ami a szállításból, a tárolásból és a bekeveréshez szükséges vezetékekből, savszivatytyúkból, az ehhez kapcsolódó műszerekből, mikroprocesszorokból, számítógépekből áll. A korszerűbb gazdaságokban ez utóbbiak jelentősége egyre nagyobb. A folyékony műtrágyák tápanyag-koncentrációja általában alacsonyabb, mint a szilárd műtrágyáké.

Légnemű tápanyagforrásnak számít a mesterséges szén-dioxid (CO_2), ami a talaj nélküli termesztésben is – ahol a szerves anyagok bomlásából nincs szén-dioxid-utánpótlás – elengedhetetlen. A CO_2-trágyázást többnyire cseppfolyós, palackos szén-dioxidból közvetlen bevezetéssel oldják meg, de ismert az üvegházakban és a fóliák alatt a szárazjég kihelyezése vagy a könnyű, kénmentes tüzelőanyagok, pl. propán-bután gáz elégetése is.

Összetétel szerinti csoportosításuk megegyezik a szántóföldi műtrágyáknál is alkalmazott osztályozással:

- egyszerű (monoműtrágyák) – azaz egy vagy két hatóanyagot tartalmazók *(33. táblázat)*,
- összetett műtrágyák – több hatóanyagot tartalmaznak,
- komplexek – valamennyi növényi tápanyagot tartalmazzák *(34. táblázat)*.

A tápoldatozó komplex és összetett műtrágyák használata a vízkultúrás hajtatásban az utóbbi években egyre inkább visszaszorul, ezeket nagyobb mennyiségben inkább eredeti talajon történő termesztésben alkalmazzák. A talaj nélküli zöldség- és dísznövénytermesztésben a növény igényéhez és az öntözővíz minőségéhez igazodó pontosabb tápoldat-beállítás miatt az egyedi vagy monoműtrágya készítmények használata került előtérbe, ami ráadásul 15–20%-kal olcsóbb is.

Külön csoportot képeznek a tápsók, igazán éles határ köztük és a műtrágyák között nem húzható. Azokat az egy, ritkán két növényi tápelemet tartalmazó technikai tisztaságú készítményeket soroljuk ide, amelyek általában mezo- vagy mikroelemet tartalmaznak. Korábban ezek beszerzése vegyszerboltokban történt, ma már a műtrágya-kereskedésekben is megvásárolhatók.

A rögtön hasznosuló, gyorsan felvehető műtrágyákkal (immediately soluble fertilizers, ISF) ellentétben az úgynevezett lassan oldódó vagy retardált hatású műtrágyák (slow release fertilizers, SRF) speciális csoportot képeznek. Ezek lassan, fokozatosan válnak a növények számára felvehetővé. Hatásmechanizmusuk alapján további két különböző műtrágyacsalád sorolható ide: a lassan bomló vagy lassú lebomlású műtrágyák (SRF; pl. urea – karbamid –származékok: Plantosan 4 D; Buviplant A) és a szabályozott tápanyag-leadású műtrágyák (controlled release fertilizers, CRF – pl. Osmocote család). A palántanevelésben a tőzegalapú földkockákhoz, konténerföldekhez széles körben alkalmazott készítmények (pl. Peat Mix; PG mix) átmenetet képez-

33. táblázat. A talaj nélküli termesztésben használatos egy vagy két hatóanyagot tartalmazó műtrágyák, vegyületek

Műtrágya megnevezése	Nitrogén (N)	Foszfor (P_2O_5)	Kálium (K_2O)	Kén (S)	Egyéb tápelem	Kémiai összetétel	Molekula-tömeg (g/mol)
	hatóanyag (%)						
Ammónium-nitrát	34	–	–	–	–	NH_4NO_3	80
Ammónium-szulfát	20,5	–	–	24	–	$(NH_4)_2SO_4$	132,2
Kálium-szulfát	–	–	50	18	–	K_2SO_4	174,3
Kálium-nitrát	13	–	46	–	–	KNO_3	101,1
Magnézium-nitrát	11	–	–	–	9,5 (MgO)	$Mg(NO_3)_2$*×*$6H_2O$	256,3
Magnézium-szulfát	–	–	–	13	16 (MgO)	$MgSO_4$*×*$7H_2O$	246,3
Kalcium-nitrát	15	–	–	–	19-25 (CaO)	$5[Ca(NO_3)_2$*×*$2H_2O] + NH_4NO_3$	1080,5
Salétromsav (100%)	22	–	–	–	–	HNO_3	63
Monokálium-foszfát	–	23	34,4	–	–	KH_2PO_4	136,1
Foszforsav (85%)	–	10,4	–	–	–	H_3PO_4	98
Kálium-klorid	–	–	40–60	–	–	KCl	74,55
Mangán-szulfát	–	–	–	–	32 (Mn)	$MnSO_4$*×*H_2O	169
Cink-szulfát	–	–	–	–	23(Zn)	$ZnSO_4$*×*$7H_2O$	287,5
Réz-szulfát	–	–	–	–	25 (Cu)	$CuSO_4$*×*$5H_2O$	249,7
Bórax	–	–	–	–	11 (B)	Na_2B_4O7 *×*$10H_2O$	381,2
Nátrium-molibdenát	–	–	–	–	40 (Mo)	Na_2MoO_4*×*H_2O	241,9
Vas EDTA 13% Fe	–	–	–	–	13 (Fe)	–	430
Vas DTPA 6% Fe	–	–	–	–	6 (Fe)	–	932
Vas EDDHA 5% Fe	–	–	–	–	5 (Fe)	–	1118

34. táblázat. A talaj nélküli termesztésben, tápoldatozáshoz használatos komplex (teljes értékű) műtrágyák

Műtrágya neve	Hatóanyag-tartalom (%)												
	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	Fe	S	B	Mn	Zn	Mo	Cu	Co/Na
Alkrisal	18	5	21		0,6	X		X	X	X		X	
Buvifer	14	7	21		0,96	X		X	X	X		X	
Kemira Ferticare műtrágyacsalád	4–40	0–50	0–38	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X Co
Poly-feed műtrágyacsalád	0–23	5–52	5–40		0–3	X		X	X	X	X	X	
Norsk Hydro Krystalon műtrágyacsalád	8–25	5–40	6–36	0,14	0,3–6	X	X	X	X	X	X	X	
Scotts vízben oldódó műtrágyacsalád (Universol, Peters excel, Peters Professional stb.)	4–32	0–52	5–43	0–16	0–6	X		X	X	X	X	X	
Magmix folyékony műtrágyacsalád	3–10		5–10	0,42–1,68	0,8–3,52	X		X	X	X	X	X	
Volldünger	14	7	21		1	X		X	X	X		X	
Agriplant műtrágyacsalád	8–20	5–40	10–25		2–3	X		X	X	X	X	X	
Azomac	10			10	4								
Damisol műtrágyacsalád	6	0,7	5		0,04	X		X	X	X	X	X	
Fitohorm komplex műtrágyacsalád	4–15	4–50	6–40	0–7	0–6,4	X		X	X	X	X	X	
Flory műtrágyacsalád	8–20	5–16	10–25		2–4		X	X	X	X		X	
Genezis – Péti Mix Komplex Plusz műtrágyák	8–27	7–30	11–23			X	X	X	X	X	X	X	

A 34. táblázat folytatása

Műtrágya neve	Hatóanyag-tartalom (%)												
	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	Fe	S	B	Mn	Zn	Mo	Cu	Co/Na
Megasol NPK műtrágya-család	3,5–18	5–30	15–40			X		X	X	X		X	
Mikramid	45				0,05	X		X	X	X	X	X	
Multi K műtrágyacsalád	12–13		42–46		0–2	X		X	X	X	X	X	
Norsk Hydro Albatros termékcsalád	7–21	4–52	10–35	0,1–0,14	0–3,0	X	X	X	X	X	X	X	
NPK Nutrisi mikroelemes komplex műtrágya	0–46	0–30	0–46		0–4	X		X	X	X	X	X	
Plantaaktív tápsó termék-család	3–24	0–18	10–42		2–5	X		X	X	X	X	X	
Retrosal műtrágyacsalád	0–10	0–15	0–16	X	X	X			X	X	X		
Solaris műtrágyacsalád	8–38	5–11	5,5–27	X	X	X	X		X				
Valagro vízben oldható trágyák	3–25	5–40	6–37		X	X		X	X	X	X	X	
Voligop műtrágyacsalád	16,3–41,1	0,2–0,5	0,1–0,2	X	X	X		X	X	X	X	X	X

nek az ISF és az SRF típusú műtrágyák között – akár lassan oldódó műtrágyáknak (slowly soluble fertilizers, SSF – pl.) is nevezhetnénk. Oldódásuk, ezáltal a növényi felvételük különböző fizikai és kémiai eljárásokkal (pl. tablettázással, műgyanták bekeverésével, speciális tápanyagformák kialakításával) mesterségesen lassított vagy ahogy azt szaknyelven mondják: retardált.

A vízkultúrás, agregátpónikás és ködkultúrás rendszerekben ezek nem használatosak, de földkeverékekben, konténeres, valamint cserepes kultúrákban – zöldség- és dísznövénytermesztésben, faiskolai termesztében, szőlő szaporítóanyag előállításában stb. – egyre nagyobb mennyiségben kerülnek retardált (CRF, az SRF, de az SSF típusú) műtrágyák is felhasználásra.

Ennek ellenére a felhasználásuk aránya csekély, a hagyományos műtrágyáknak mindössze 0,2–0,3%-át teszik ki.

A retardált műtrágyák lebomlási ideje nagy pontossággal szabályozható, oldódásuk üteme függ a talaj hőmérsékletétől, nedvességtartalmától, a tápanyag-koncentrációtól vagy egyszerűen csak a talajba munkálástól eltelt időtől. Mivel használatukkal a tápanyag-kimosódás minimálisra csökkenthető, alkalmazásuk környezetvédelmi szempontokból is indokolt.

7.2. A tápoldatkészítés általános szabályai, számítások

A műtrágyamennyiség kiszámítását két részre bonthatjuk. Az első lépésben a makroelemeket pótló műtrágyák meghatározása történik. A számolást megnehezíti, hogy a tápoldat készítéséhez tervezett műtrágyák gyakran nem egyetlen, hanem két, ritkán több tápelemet is tartalmaznak. Például amennyiben a káliumszint növelése érdekében KNO_3-ot adunk a keverékbe, a nitrát mennyiségét is számításba kell venni. A számolás második részében a mikroelemek mennyiségének meghatározása történik. Ezek kiszámítása valamivel egyszerűbb, tekintettel arra, hogy a legtöbb ilyen só csak egyetlen tápelemet tartalmaz, illetve a tápsók egyéb komponenseinek mennyisége elhanyagolható.

A tápoldatkészítés során használatos műtrágyákat a *33. táblázat* tartalmazza, amelyben a kémiai összetétel mellett a molekulatömeget is feltüntettük. (A vas-kelátok és a kalcium-nitrátok molekulatömege becsült adat. A vas-kelátok molekulatömegét a vaskoncentráció alapján kalkulálják. A kalcium-nitrát műtrágya kristályvizet és ammónium-nitrátot is tartalmaz. A molekula formája $5[Ca(NO_3)_2 \cdot 2H_2O] + NH_4NO_3$, a molekula tömege 1080,5 g/mol, tehát 1 mol kalcium-nitrát műtrágya kémiailag 5 mol Ca-t, 11 mol NO_3^--ot és 1 mol NH_4^+-ot tartalmaz. A savakat ugyan tiszta kémiai formában adagoljuk, de figyelembe kell venni azt is, hogy nem 100%-os töménységűek, hanem hígabbak. A megfelelő savmennyiséget akkor kapjuk meg, ha a recept szerint ajánlott mennyiséget elosztjuk a savkoncentráció százalékos arányának századrészével.

A makroelemek számolásának gyakorlati példáját mutatja be a *35. táblázat*. Ebben a példában olyan elméleti, tiszta öntözővizet vettünk alapul, mely semmilyen tápanyagot nem tartalmaz, ebből adódóan a számítást nem bonyolítja. A tervezett

35. táblázat. Tápoldatszámítás sémája, az öntözővíz iontartalmának korrekciója nélkül

Műtrágya (mmol/l)		Standard tápoldat összetétele (mmol/l)						
		NO_3^-	$H_2PO_4^-$	SO_4^{2-}	NH_4^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
		11,75	1,25	1,0	1,0	5,5	3,25	1,0
Monokálium-foszfát (KH_2PO_4)	1,25		1,25			1,25		
Kalcium-nitrát ($Ca(NO_3)_2$)	0,65	7,15			0,65		3,25	
Ammónium-nitrát (NH_4NO_3)	0,35	0,35			0,35			
Kálium-nitrát (KNO_3)	4,25	4,25				4,25		
Magnézium-szulfát ($MgSO_4$)	1,0			1,0				1,0

standard oldat összetétele a következő, amelyhez a szükséges tápsómennyiséget kell kiszámolni:

NO_3^-	11,75 mmol/l	Fe	10 µmol/l
$H_2PO_4^-$	1,25 mmol/l	Mn	10 µmol/l
SO_4^{2-}	1,0 mmol/l	Zn	4 µmol/l
NH_4^+	1,0 mmol/l	B	20 µmol/l
K^+	5,5 mmol/l	Cu	0,5 µmol/l
Ca^{2+}	3,25 mmol/l	Mo	0,5 µmol/l
Mg^{2+}	1,0 mmol/l		

A *35. táblázatban* számolt műtrágyamennyiség könnyen átszámolható kész tápoldatra vagy 100-szoros töménységű törzsoldatra. Például a monokálium-foszfát mennyiségének meghatározása: koncentráció × molekulatömeg = 1,25 × 136,1 =170 mg/l. Az eredményeket a *36. táblázat* mutatja be. Az *37. táblázat* a fent jelzett standard tápoldathoz szükséges mikroelem- tartalmú vegyületek mennyiségét tartalmazza.

A törzsoldat, illetve a tápoldat mikroelemeket tartalmazó vegyületeire vonatkozó mennyiségeket az alábbiak szerint kapjuk meg:

10 µmol/l Fe = 10 × 932 µg/l; 6%-os Fe-DTPA komplexből számolva = 9,32 mg/l

A 100-szoros koncentrációjú törzsoldat m^3-e tartalmaz: $9{,}32 \times 10^6 \times 10^2 \times 10^{-6} =$ = 932 g/m^3 Fe-DTPA komplexet.

Hasonló módszer alkalmazható a bór számolása során is. 1 mol borax 4 mol bórt tartalmaz, azaz 20 µmol/l bór = 0,25 × 20 × 381,2 µg/l borax vagyis 1,91 mg/l borax.

36. táblázat. A tápoldat és a 100× törzsoldat 35. táblázat alapján számított makroelem-tartalma

Műtrágya	Kész tápoldat (mg/l)	Törzsoldat (kg/m^3)
Monokálium-foszfát	170	17,0
Kalcium-nitrát	702	70,2
Ammónium-nitrát	28	2,8
Kálium-nitrát	430	43,0
Magnézium-szulfát	246	24,6

37. táblázat. A tápoldathoz és a 100× törzsoldathoz szükséges mikroelem tartalmú vegyületek

Adagolás (µmol/l)	Műtrágya	Kész tápoldat (mg/l)	Törzsoldat (g/m^3)
10 Fe	Vas-kelát (6%)	9,32	932
10 Mn	Mangán-szulfát	1,69	169
4 Zn	Cink-szulfát (23%)	1,15	115
20 B	Borax	1,91	191
0,5 Cu	Réz-szulfát	0,12	12
0,5 Mo	Natrium-molibdenát	0,12	12

Gyakran előfordul, hogy a tápoldat számításánál a hidrokarbonát-, a kalcium-, a magnéziumtartalom miatt korrekciós számítást kell alkalmazni, ugyanis a különböző típusú vizek gyakran tartalmazzák ezeket az ionokat. A HCO_3^- semlegesítésére azonos mennyiségű egyértékű savat, végső soron H_3O^+-t kell az oldathoz adni. Gyakran előfordul, hogy amikor a víz HCO_3^--ot tartalmaz, ezzel együtt kalcium és magnézium is jelen van, ezért ennyivel csökkenthető a standard oldatban a kalcium- és magnéziumionok pótlása. A *38. táblázatban* egy erre vonatkozó tápoldatszámításra találhatunk példát. A számításhoz egy, a hazai körülmények között átlagos, 6 mmol/l HCO_3^-, 2 mmol/l Ca^{2+} és 1 mmol/l Mg^{2+} iontartalmú kútvizet vettünk alapul.

A standard tápoldat összetétele:

NO_3^-	13,5 mmol/l	K^+	7,0 mmol/l
$H_2PO_4^-$	1,5 mmol/l	Ca^{2+}	4,25 mmol/l
SO_4^{2-}	2,5 mmol/l	Mg^{2+}	1,5 mmol/l
NH_4^+	1,5 mmol/l		

38. táblázat. Tápoldatszámítás sémája 6 mmol/l HCO_3, 2 mmol/l Ca^{2+} és 1 mmol/l Mg^{2+} tartalmú kútvíz esetén

		Tápoldat összetétele (mmol/l)							
		NO_3^-	$H_2PO_4^{2-}$	SO_4^{2-}	H_3O	NH_4^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
		13,5	1,5	2,5		1,5	7,0	4,25	1,5
Korrekciók					+6,0			–2,0	–1,0
Számolt összetétel (mmol/l)									
Műtrágyák (mmol/l)		13,5	1,5	2,5	6,0	1,5	7,0	2,25	0,5
Monokálium-foszfát (KH_2PO_4)	1,5		1,5				1,5		
Salétromsav (HNO_3)	6	6			6,0				
Kálcium-nitrát ($Ca(NO_3)_2$)	0,45	4,95				0,45		2,25	
Ammónium-nitrát (NH_4NO_3)	1,05	1,05				1,05			
Kálium-nitrát (KNO_3)	1,5	1,50					1,5		
Kálium-szulfát (K_2SO_4)	2,0			2,0			4,0		
Magnézium-szulfát ($MgSO_4$)	0,5			0,5					0,5

39. táblázat. Kész tápoldatra és 100x koncentrációjú törzsoldatra számított műtrágya mennyiség (38. táblázat alapján számítva)

Műtrágya	Kész oldat (mg/l)	Törzsoldat (kg/m^3)
Monokálium-foszfát	204	20,4
Salétromsav (58%)	652	65,2
Kalcium-nitrát	486	48,6
Ammónium-nitrát	84	8,4
Kálium-nitrát	152	15,2
Kálium-szulfát	349	34,9
Magnézium-szulfát	123	12,3

A *38. táblázatban* található eredményeket átszámoltuk kész oldatra, illetve 100-szoros mennyiségű törzsoldatra, ezeket az értékeket a *39. táblázat* mutatja be (58%-os salétromsavoldatot használva, a 0,58-as osztó alkalmazandó).

7.3. Tápoldatozó rendszerek

A tápoldatozó rendszereket a fölös tápoldat elvezetése alapján nyílt és zárt rendszerekre osztjuk. A nyílt rendszerekben a tápoldat a gyökérközegen átvezetve, drén formájában elfolyik, nem hasznosítják újból. A zárt rendszereknél a tápoldat a tömény-ség korrigálása, esetleg fertőtlenítés után visszakerül a rendszerbe, majd ismételten a gyökérközegbe juttatják.

Nyílt rendszereknél a számításokat standard tápoldatreceptekre és a gyökérkörnyezetben kívánatos célértékekre alapozzák *(40. táblázat).* A standard tápanyagoldat adja a gyökér környezetében a célértékeket, 30%-os drént feltételezve. A kutatások során a termés mennyisége és minősége szempontjából ezeket a célértékeket találták standard helyzetben optimálisnak. A különböző kultúrákra a standard tápoldat összetételét és a célértéket a gyökérkörnyezetben a *41. táblázat* tartalmazza. A gyökérkörnyezet célértékei különböző EC-értékek esetén összehasonlítva szerepelnek: ez adja az összehasonlító, korrigált EC (EC_c) értéket. Ezt az EC_c a Na^+ és Cl^- nélküli makroelemek kiszámításakor alkalmazzák.

A gyökérkörnyezet elemzése során figyelembe kell venni az EC és az EC_c közötti különbséget, ugyanis az egyes elemek koncentrációját az aktuális EC-nek megfelelően korrigálva kell kiszámolni. Tehát a tápanyagokból kialakuló EC (= EC_t) az aktuális EC (= EC_a) és a Na^+, illetve Cl^- koncentrációja alapján számítható ki.

EC_c = korrigált, összehasonlító EC a gyökér környezetében, Na^+ és Cl^- nélkül, mS/cm egységben megadva,

EC_a = a gyökér környezetben kapott EC érték, mS/cm egységben,

EC_t = a tápanyagokból adódó EC a gyökér környezetében, melyet a következő módon számolunk:

$EC_t = EC_a - (0{,}1 \times Na^+ \# Cl^-)$,

ahol a $Na^+ \# Cl^-$ = a Na^+ vagy Cl^- koncentráció a gyökér környezetében.

40. táblázat. N[illegible] nd ze[illegible] tö[illegible] ó ta[illegible] old tsza[illegible] tás IV

Elem	Standard	Cél	Gyökér környezet	Gyökér környezet korrekció	Korrigált ionok	Korrigált EC	Kívánt EC	Öntözővíz	Korrigált tápoldat	Ionegyensúly összesen
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
EC	2,8	3,7	5,2			2,8	2,6		2,6	2,6
pH		5,5	7							
NH_4^+	1,2	0,1	0,1		+0,6	1,8	1,8		1,80	1,8
K^+	9,5	8	6,2	5,46	+2	11,5	10,68		10,68	10,6
Na^+			4,9							
Ca_2^+	5,4	10	12,1	10,65	–0,125	5,275	4,9	1,0	3,90	3,9
Mg_2^+	2,4	4,5	7,5	6,6	–0,625	1,775	1,65	0,25	1,4	1,4
NO_3^-	16	23	17,1	15,05	+1,5	17,5	16,25		16,26	17,0
Cl^-			9,7							
SO_4^{2-}	4,4	6,8	11	9,68	–1	3,4	3,16	0,75	2,41	2,7
HCO_3^-			0,5					1,00		
$H_2PO_4^-$	1,5	1	0,75	0,66	+0,25	1,75	1,63		1,63	1,6
H_3O^+								–1,00	1,0	1,0
Fe	15	15	26,3	26,3	–25%	11	11		11,0	11,0
Mn	10	7	9,3	9,3		10	10		10,0	10,0
Zn	5	7	9,9	9,9		5	5		5,0	5,0
B	30	50	5	5	+50%	45	45	5,0	40,0	40,0
Cu	0,75	0,7	1,2	1,2		0,75	0,75		0,75	0,8
Mo	0,5	0,5	1,1	1,1		0,5	0,5		0,50	0,5

Jelölés: 1. Az EC mS/cm-ben, a makroelemek mmol/l-ben, a mikroelemek µmol/l-ben vannak megadva; *2.* Standard tápoldat nyílt rendszerre paradicsom növényre; *3.* Célérték a növény gyökér környezetére, ECc; *4.* A gyökér környezetéből vett minta analízis eredménye; *5.* A gyökér környezet elemzése alapján történő korrekció, EC-re és Na^+-ra, Cl-ra. A korrekció: 3,7/(5,2 – (0,1 × 9,7)) = 0,88. A mikroelemek és az NH4+ nem korrigáltak. (5) = (4) × 0,88; *6.* A standard tápoldat korrekciója a gyökér környezet analízise és a növény fenológiai állapota alapján. Ebben a példában a két korrekciót egy lépésben végezzük el. Ez esetben a paradicsom növényen a nyolcadik fürt virágzik, ezért több kálium, kevesebb kalcium és magnézium kell a tápoldatba. A fenológiai fázis miatti korrekciók: K + 0,5; Ca – 0,125 és Mg – 0,125. A fenológiai fázisnak a vonatkozó korrekciókkal együtt ismertnek kell lennie. Ebben az oszlopban a korrekció többi része a gyökér környezet elemzése alapján történik. Korrekció történik NH_4^+-re is, a gyökér környezet pH-ja, HCO_3^- és NH_4^+-tartalma alapján. Jelen példában a pH túl magas, ezért az NH_4^+-ot 0,6-del növeltük. *7.* (7)=(2)-(6); *8.* Korrekcó kívánt EC-re (8) = (7)×2,6/2,8, NH_4^+ és a mikroelemek+ nem korrigáltak; *9.* Öntözővíz elemeinek koncentrációi; $H_3O^+ = HCO_3^-$; *10.* (10) = (8) – (9); *11.* Kationok és anionok összegének egyensúlyára vonatkozó ionegyensúly korrekció. A kationok és az anionok is változtathatóak. A kationok és anionok közötti aránynak változatlanul kell maradnia. Az NH_4^+ és a $H_2PO_4^-$ sosem változik. Ez az utolsó igazítás a számításban.

41. táblázat. Zárt és nyílt rendszerekre vonatkozó tápoldat-összetétel, valamint célértékek a gyökér környezetében (Research Station for Floriculture and Glasshouse Vegetables Naaldwijk adatai alapján)

Paraméter	Palánta-nevelés kőzet-gyapoton		Paprika			Paradicsom			Uborka			Sárgadinnye			Tojásgyümölcs			Saláta, recirkuláló vízben		Szamóca, recirkuláló vízben	
	Z	GY	Z	NY	GY	Z	NY	GY	Z	NY	GY	Z	NY	GY	Z	NY	GY	Z	GY	Z	GY
EC, mS/cm	2,4	2,5	1,6	2,1	2,7	1,6	2,6	3,7	1,7	2,2	2,7	1,5	2,2	2,2	1,7	2,1	2,7	2,6	2,5	1,5	2
pH		5,5			6,2			5,5			5,2			5,5			5,5		5,5		
NH_4, mmol/l	1,25	0,1	0,5	0,5	0,1	1	1,2	0,1	1	1,25	0,1	1	1,25	0,1	1	1,5	0,1	1,25	0,1	0,5	0,1
K, mmol/l	6,75	6,5	5,75	6,75	5	6,5	9,5	8	6,5	8	8	6,5	8	7	6,5	6,75	6,2	11	6	5,25	5
Na, mmol/l		<5			<8			<8			<8			<8			<6		<8		<4
Ca, mmol/l	4,5	6	3,5	5	8,5	2,75	5,4	10	2,75	4	6,5	2,75	4	7	2,25	3,25	6,2	4,5	7	2,75	4,5
Mg, mmol/l	3	3	1,125	1,5	3	1	2,4	4,5	1	1,38	3	1	1,375	2,5	1,5	2,5	4,5	1	1,5	1,125	2
NO_3, mmol/l	16,75	18	12,5	15,5	17	10,75	16	23	11,75	16	18	11,75	16	20	11,75	15,5	20	19	19	10	12
Cl, mmol/l		<5,0			<12			<12			<1,0			<10			<6		<10		<4
SO_4, mmol/l	2,5	2,5	1	1,75	3	1,5	4,4	6,8	1	1,375	3,5	1	1,375	3,5	1,125	1,5	3	1,125	2	1,125	2,5
HCO_3, mmol/l		<1,0			<1			<1			<1,0			<1.0			<1		<1		<1
H_2PO_4, mmol/l	1,25	1,5	1	1,25	1,2	1,25	1,5	1	1,25	1,25	0,9	1,25	1,25	0,8	1	1,25	0,9	2	1	1,25	0,7
Si, mmol/l									0,75*	0,75*	0,6*							0,5	0,5		
Fe, µmol/l	25	35	15	15	15	15	15	25	15	15	25	15	15	25	15	15	25	40	40	20	35
Mn, µmol/l	10	5	10	10	5	10	10	7	10	10	7	8	10	5	10	10	7	**	1	10	7
Zn, µmol/l	5	7	4	5	7	4	5	7	5	5	7	4	5	7	5	5	7	4	5	4	7
B, µmol/l	35	50	25	30	80	20	30	50	25	25	50	25	25	50	25	35	80	30	50	20	20
Cu, µmol/l	1	0,7	0,75	0,75	0,7	0,75	0,75	0,7	0,75	0,75	1,5	0,75	0,75	1	0,75	0,75	0,7	0,75	1	0,75	0,7
Mo, µmol/l	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Z = Zárt tápoldatozási rendszerben, NY = Nyílt tápoldatozási rendszerben, GY = Célérték a gyökérkörnyezetben

* választható, ** kőzetgyapotkocka esetén nem szükséges Mn, más közegekben 5 µmol/l ajánlott

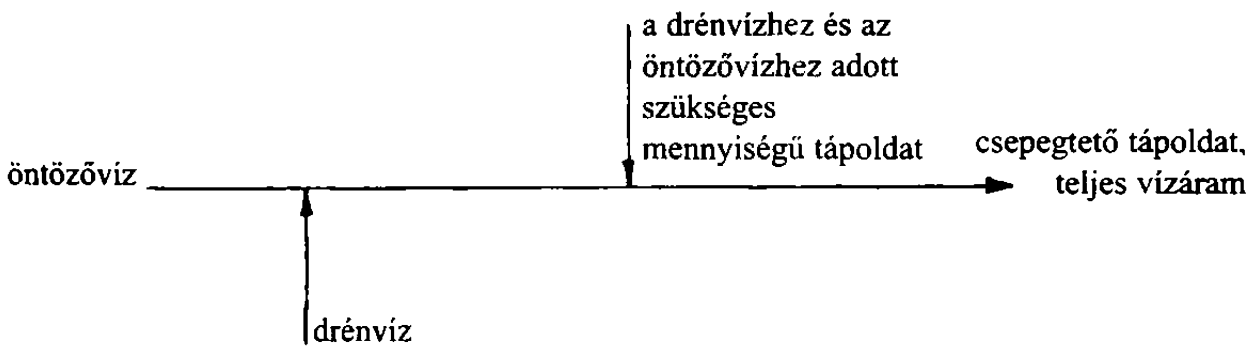
Amennyiben $Na^+ > Cl^-$, akkor ez a Na^+ koncentráció. Ha $Cl^- > Na^+$, akkor ez a Cl^- koncentráció, minden esetben mmol/l-ben kifejezve..

A növény bizonyos fenológiai szakaszaiban a standard oldat összetétele is változik. Erre azért van szükség, mert a fejlődés során a növény tápanyagigénye is változik, ráadásul az egyes szakaszokban az optimálisnak tekinthető tápoldat-koncentráció is eltérő.

Sok esetben az oldat kívánt EC-értéke eltér a standard oldat EC-értékétől. Ezekben az esetekben a készítendő oldat EC-értékét újra kell számolni a standard helyett a kívánatos EC-re.

A standard oldat adaptálását követően előfordulhat, hogy a kationok és az anionok mennyisége eltérő (mgeé/l egységben számolva). Ilyenkor úgy kell változtatni a kationok és anionok mennyiségét, hogy azok összege egyforma legyen. Ezen számítások során az NH_4^+ és $H_2PO_4^-$ mennyiségét nem kell figyelembe venni, így a kationok és anionok aránya nem változik. A *40. táblázatban* egy erre vonatkozó példát kívánunk bemutatni.

A *zárt tápoldatozó* rendszer alapelve: „csepegtető oldat mínusz a drénvíz". A szükséges összetételű oldat térfogata az extra drénvíz mennyiségével lesz korrigálva. A kiszámolt oldatot a teljes vízáramhoz, azaz a drénvíz és az öntözővíz keverékéhez adják *(102. ábra)*.



102. ábra. A drénvíz korrigálásának elve zárt rendszerű termesztésnél

Hollandiában az 1990-es évek eleje óta kötelezően használják ezt a tápoldatozási formát. Ennél az eljárásnál a drénvíz nem hagyhatja el a rendszert. A hollandok a kiterjedt csatornahálózatuk védelme és a világszínvonalon is jelentős termőfelületük miatt hozták ezt a rendelkezést. A termőközegen átszivárgó drénvíz a tápanyagok mellett algákat, baktériumokat, gombákat, növényi maradványokat is tartalmaz, ezért az összegyűjtés után szűrni kell. Ehhez általában homokszűrőket alkalmaznak. A drénvíz fertőtlenítését hőkezeléssel és UV-lámpás bevilágítással végzik. A hőkezelés tekinthető a legbiztonságosabb fertőtlenítési eljárásnak. Különösen a szerves anyagú közegeken ajánlott, hiszen a kioldódó szerves kolloidok akadályozzák az UV-fény hatását. Az így kezelt drénvizet hozzákeverik a tiszta vízhez, majd az öntözőgép annyi friss tápoldatot kever a drénvíz és a tiszta víz elegyéhez, amennyi a kívánt EC eléréséhez szükséges.

A zárt rendszerben használt öntözővízzel szemben magas minőségi követelményeket támasztunk. Az öntözővíz tápelemtartalma egyetlen tápelem esetében sem haladhatja meg a kultúra maximális tápanyagfelvételét. A zárt rendszerben felhasznált öntözővíz nátriumtartalma nem haladhatja meg paprikánál a 0,2 mmol/l, paradicsom esetében pedig a 0,7 mmol/l értéket. A zárt rendszer vizében paprikánál a klór nem

lehet magasabb, mint 0,4 mmol/l, paradicsomnál pedig 0,9 mmol/l érték. Zárt rendszer esetén öntözésre legalkalmasabb az esővíz vagy a tisztított víz. Alacsony sótartalmú vízzel lehet csak elkerülni, hogy a ballasztionok (melyek nem növényi tápanyagok, mint pl. a nátrium) felhalmozódjanak a rendszerben. Jól működő zárt rendszerben egyensúly áll fenn a tápanyag adagolása és a tápanyag felvétele között. A zárt rendszer a gyakorlatban nem mindig teljesen zárt. Ha baj van a növekedéssel, nyílt rendszernek megfelelően is működtethető. Új ültetés során szintén kiengedik az előző kultúra után visszamaradt oldatot, ezzel biztosítják a 100%-os fertőzésmentes indulást. Egy évben átlagosan két hét alatt keletkező drénvizet engednek el, de ennek az elhelyezéséért szennyvízdíjat kötelesek fizetni.

Zárt rendszerben a tápanyag adagolása bonyolultabb, mint nyílt rendszereknél. A gyökérkörnyezet tápanyagtartalmát általában háromhetente vizsgáltatják, és a korrekciót ez alapján végzik el. Azok a tápelemek, melyeket a növény nem vett fel, gyorsan felhalmozódhatnak a rendszerben. Nyílt rendszerben, ha a gyökérkörnyezet tápanyagtartalmában komoly aránytalanság jelentkezne, nagyarányú drénnel gyorsan meg lehet szabadulni a káros sóktól. Zárt rendszerben gyakori drénvízelemzésekkel és az ezekre alapozott kisebb korrekciókkal szükséges elejét venni a nagyobb eltérések kialakulásának.

7.4. Tápoldatok összetétele és töménysége

A növények tápanyagigénye a különböző fenológiai fázisokban és környezeti tényezőktől függően eltérő. A talaj nélküli hajtatásnál könnyebben követhetjük ezeket a változó igényeket. A gyökérzóna tápanyagtartalmának rendszeres ellenőrzése mellett standard recepteket rendelünk a különböző fenológiai fázisokhoz *(42. táblázat)*.

42. táblázat. A talaj nélküli hajtatásban használatos standard receptek célja és tápanyagtartalma

Recept megnevezése	Tápoldatozás célja	Eltérés a standard tápanyagtartalomtól
Feltöltő	Termőközeg tápanyaggal történő feltöltése	+Ca, +Mg, +B, –K paprika, uborka esetén +NO_3 paradicsom esetén +SO_4, –NH_4
Induló	Vegetatív növekedés elősegítése	+Ca, +Mg, +NO_3, –K
Standard (alap)	Folyamatos növekedés és termésképzés fenntartása	
Nagy termés terhelés	Elegendő kálium biztosítása a nagy termés terheléshez	–Ca, +K paprika, uborka esetén +NO_3 paradicsom esetén –Mg,
Téli standard (téli alap)	Magasabb EC a fényszegény és hűvös időszak vegetatív impulzusának ellensúlyozására	
Nyári standard (nyári alap)	Alacsony EC a nyári generatív tényezők ellensúlyozására, csúcsfoltosság megakadályozása	+Ca, –K, –NH_4

A talaj nélküli termesztés indításának sikere a termesztőközeg megfelelő tápanyagokkal való feltöltésén múlik, különösen egy új közeg bevezetésénél kell erre figyelni. A szerves eredetű termesztőközegek, mint például a kókuszrost, hónapokig képesek elnyelni a kalcium- és a magnéziumsókat, ezért nagyon fontos ezek előzetes feltöltése az említett tápelemekkel. Használt közegek feltöltésére a közegek laboratóriumi vizsgálata alapján készített feltöltő receptet, ennek hiányában az induló receptet használhatjuk. A termesztés első négy-hat hetében a növényeink vegetatív növekedését kell elősegíteni a kalcium, magnézium és a nitrát-nitrogén megemelt, induló recept szerinti adagolásával. A folyamatos növekedést és termésképzés egyensúlyát a standard vagy ún. alapreceptekkel érjük el. Ha a termesztés során nagy terméshelés alakul ki, emelt káliumadagolás szükséges, hogy a termések által kivont tápanyagot pótoljuk. Nyáron, mikor magas a hőmérséklet és alacsony a páratartalom, a növények tápanyagfelvétele is megváltozik. Az intenzív vízfelvétel és párologtatás miatt kevesebb káliummal is jó ellátottságot lehet biztosítani, így egyben az antagonista kalcium felvételét is elősegíthetjük. A nyári standard recept emelt kalcium- és csökkentett káliumszintje a növények környezeti tényezők miatt megváltozott tápanyagigényét elégíti ki.

A recepteket mindig egy bizonyos EC-re írják. Például egy téli ültetésű paradicsom standard receptjeihez különböző EC-értékek az irányadóak *(43. táblázat)*.

A tápoldat sótartalma nagymértékben befolyásolja a termés minőségét (ízét). Míg paradicsomnál a sótartalom (EC) növekedésével az össztermés és az átlagos bogyóméret csökken, addig a minőségi mutatók (az íz, a beltartalmi értékek) javulnak. Szignifikánsan nő a C-vitamin-tartalom, a likopin- és a béta-karotintartalom, valamint a sótartalom. A minőséggel kapcsolatos egyre nagyobb elvárások miatt elképzelhető, hogy az utóbbi 15 év tendenciáját követve tovább fog nőni a paradicsom optimálisnak tartott EC-értéke. Az első ilyen növekedés a nyolcvanas évek végén, kilencvenes évek elején történt, amikor a németek nem akarták megvenni a holland „vízízű" hidrokultúrás paradicsomokat.

Általánosságban elmondhatjuk, hogy minél erősebb a fényintenzitás, a növény annál több vizet vesz fel a turgor fenntartásának érdekében, és kevesebb tápanyagot.

43. táblázat. Téli ültetésű paradicsom standard receptjeinek EC-értékei

Recept neve	EC (mS/cm)
Feltöltő	4,0
Első fürtig	3,5
1–3. fürt	3,0
3–5. fürt	3,0
5–10. fürt	2,9
10–12. fürt	2,8
12< fürt	2,7
Nyári stand, 12< fürt	2,6

44. táblázat. A paradicsom és a paprika esetében javasolt EC (mS/cm) értékek a termesztési időszak függvényében

Időszak	Paradicsom	Paprika
December	3,5	3,0
Január	3,2	2,5
Február	3,1	2,4
Március	3,0	2,3
Április	2,9	2,2
Május	2,8	2,2
Június	2,6	2,1
Július	2,6	2,1
Augusztus	2,7	2,2
Szeptember	2,8	2,3
Október	3,0	2,3
November	3,0	2,4

Persze ez nem jelenti azt, hogy nyáron kevesebb tápanyagot kell adni a növénynek, hiszen hígabb tápoldattal sokkal többet öntözünk ebben az időszakban. A tápoldatok töménységének (EC) besugárzásfüggő ingadozása lehet évi, a különböző évszakok összbesugárzásához igazodóan *(44. táblázat)*, de lehet napi is, ami a fényerősség alapján csökkentett, illetve növelt EC-értéket jelent.

A *45. táblázat* a paprika és paradicsom esetében a tápoldat EC-értékének napi alakulására mutat be egy példát. A paradicsom esetében 400 W/m^2 fényerősségnél az induló EC 3 mS/cm, paprika esetében ugyanez 2,5 mS/cm. Az EC-csökkentés 400 W/m^2

45. táblázat. A paradicsom és paprika tápoldat töménységének napi ingadozása

Fényintenzitás (W/m^2)	EC értéke paradicsomnál (mS/cm)	EC értéke paprikánál (mS/cm)
200	3	2,5
400	3	2,5
500	2,8	2,3
600	2,6	2,1
700	2,6	2,1
900	2,6	2,1
500	2,8	2,3
600	2,6	2,1
400	3	2,5
500	2,8	2,3
300	3	2,5

besugárzásnál kezdődik és 600 W/m^2 besugárzásig tart, az EC-csökkentés mértéke összesen 0,4 mS/cm (400 W/m^2 és 600 W/m^2 besugárzások között).

Az EC nagy napi ingadozása tápanyag-felvételi, illetőleg ebből adódóan minőségi problémákat okozhat, különösen akkor, ha a nyári meleg napok délutánján a magas közeghőmérséklet alacsony EC-értékekkel kombinálódik. Jobb tehát, ha a tápoldat évi EC-ingadozása mellett *(44. táblázat)* kisebb mértékben alkalmazzuk a napi EC-eltérést is. Sokszor látni a paradicsomállományokban kisárgult csúcsú töveket, ennek általában a közeg EC hirtelen csökkenése az oka. A növény tápanyagfelvétele egy fokozatosan, lassan csökkenő EC-jű közegben nem borul fel. Ha a téli legmagasabb EC után több hónap alatt, apró lépésekkel érjük el a nyári legalacsonyabb értékeket, a csökkenéssel folyamatosan vegetatív impulzust adunk a növényeknek. A növényben töményebb oldat található, így könnyebben veszi fel a híguló tápoldatból a tápanyagokat. Ősszel a lassan növekvő EC generatív impulzust ad, ami ellensúlyozza a rövidülő nappalok vegetatív hatását.

7.5. A tápoldat-bekeverés általános szabályai

A tápoldat előkészítése során a műtrágyákat két különböző tartályba kell adagolni, ezeket „A" és „B" tartályoknak nevezzük. A műtrágyák tökéletes oldatba jutása és érvényesülése érdekében alapszabály, hogy az „A" tartály nem tartalmazhat foszfátokat és szulfátokat, míg a „B" tartályba nem kerülhet kalciumtartalmú műtrágya. Ezzel a rosszul oldódó kalcium-foszfát és kalcium-szulfát keletkezését és kicsapódását előzhetjük meg. A vas-kelát tartalmú műtrágyákat az „A" tartályba célszerű adagolni. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy a Fe-EDDHA kicsapódik, amennyiben a pH< 3, a Fe-DTPA pedig pH < 1 esetén válhat ki. Ez tehát azt is jelenti, hogy az „A" tartályba kerülő sav mennyisége nem léphet át bizonyos határt. Amennyiben a mikroelem műtrágyákból külön koncentrált törzsoldat készül, akkor a pH-t is mindenképp figyelembe kell venni. A bórax növeli a pH-t, ez pedig a mangán-hidroxid kicsapódásához vezethet.

A műtrágyák bekeverését célszerű már az előzőleg félig vízzel feltöltött törzsoldattartályokban megkezdeni. A műtrágya komponensek berakása közben a vizet folyamatosan adagoljuk. A savakat a legvégén, a törzsoldattartály kb. 90%-os telítettségénél keverjük bele. A pH beállítására használt sav (legtöbbször salétromsav) 30–50%-át érdemes külön, egy savtartályba rakni. Így a gép üzembiztosabb, jobban elviseli az EC ingadozásait. Ha az összes sav belekerülne a tartályba, akkor egy EC = 2,5 mS/cm értékre írt receptnél az EC = 3 mS/cm értékre változása mellett a pH < 5 tartományba kerülhetne. A műtrágyák előkészítése és adagolása során egyidőben mindig csak az egyik tartállyal foglalkozzunk, így elkerülhetjük az „A" és „B" tartályokhoz tartozó műtrágyák összekeverését. Ha a tartályok alján fehér csapadék – legtöbbször gipsz - keletkezik, ez biztos jele annak, hogy elrontottunk valamit. Ilyen esetben újra kell kezdeni a bekeverést, a tartály teljes tartalmát ki kell cserélni. A törzsoldattartályokat célszerű lefedni, különösen az „A" tartály esetén fontos a fény kizárása, ami a vas-kelát bomlását, egyes ionok (pl. nitrát) átalakulását segítheti. Az „A" tartályba a nitrátokat és a vasat rakjuk, míg a „B" tartály-

ba a szulfátok, a foszfátok, valamint a kálium-nitrát kerül, így a két tartály töménysége kiegyenlíthető. A „C" tartályban a savakat (savtartály) vagy igény esetén a lúgokat helyezhetjük el. A műtrágyák keverhetőségére vonatkozó információkat a *46. táblázat* foglalja össze.

46. táblázat. A műtrágyák és tápsók keverhetősége

	AN	AS	CAN	MAP	SOP	MOP
Ammónium-nitrát (AN)	–	C	C	C	C	C
Ammónium-szulfát (AS)	C	–	X	–	C	C
Kalcium-nitrát (CAN)	C	X	–	X	X	C
Monoammónium-foszfát (MAP)	C	C	X	–	C	C
Kálium-szulfát (SOP)	C	C	X	C	–	C
Kálium-klorid (MOP)	C	C	C	C	C	–
Magnézium-szulfát	C	C	X	C	C	C
Kálium-nitrát (KN)	C	L	C	C	C	–

C: kompatibilis, keverhető
L: korlátozott keverhetőség
X: nem keverhetők

Ha első alkalommal készítünk egy receptet, a bekeverés után a törzsoldat EC- és pH-értékét ellenőrizni kell. Ez azt jelenti, hogy az A, illetve B törzsoldat tartályokból kiveszünk 100–100 ml-t, és azt 10 l öntözővízbe rakjuk. Az így elkészült oldat EC-jét lemérve, megközelítően az előre jelzett EC-értéket kell kapnunk. A tápoldat pH-ja természetesen később áll be, hiszen a savtartályból is szív a gép savat. Ha az ellenőrzéskor mért pH-érték 6–6,5 között van, akkor az öntözőgépnek kevesebb savat kell a savtartályból szívnia, a kívánt pH elérése érdekében. Az így kapott receptadatokat sok öntözőgéptípusnál be kell írni, hogy a gép számolni tudja a recept és a kívánt EC esetleges eltéréseit *(47. táblázat)*.

A táblázat második sora jelzi a bekevert tápoldat EC- és pH-adatait, valamint a kiinduló öntözővíz EC-értékét. Minél jobban eltér a recept és a kívánt EC-érték, annál nehezebb az öntözőgép pontos üzemeltetése. Ha a kívánt EC jóval alacsonyabb mint a recepté, akkor több sav, amennyiben a kívánt EC magasabb, akkor pedig kevesebb sav szükséges az optimális pH elérése érdekében.

47. táblázat. Az öntözőgép beállításához szükséges tápoldatadatok

		Víz	EC	pH
1	Túl magas riasztási értékek		3,2	6,2
2	Tápoldat recept értékek	0,7	2,7	6,3
3	Kívánt értékek		2,6	5,5
4	Túl alacsony riasztási értékek		2,0	5,0

48. táblázat. Az ammónium-nitrát és a vas-kelát adagolása a közeg pH függvényében

Közegben mért pH	NH_4NO_3 adagolás 1000 l-hez		Tápoldat pH-ja	Vas-kelát adagolás
	Paprika	Paradicsom és uborka		
>5	nincs	nincs	6	vas-kelát (DPTA)
5–5,5	nincs	½ standard	5,5	vas-kelát (DPTA)
5,5–6	nincs	standard	5,5	vas-kelát (DPTA)
6–6,3	nincs	standard + 1,5 kg	5,5	vas-kelát (DPTA)
6,3–6,5	standard + 1,5 kg	standard + 3 kg	5,3	75% DPTA + 25% EDDHA
6,5–7,0	standard + 3 kg	standard + 4,5 kg	5	50% DPTA + 50% EDDHA
7<	standard + 4,5 kg	standard + 6 kg	5	vas-kelát (EDDHA)

A termesztőközegek pH-ja alapvetően befolyásolja a tápanyagok felvételét és ezen keresztül az össztermést. Ezért nagyon fontos, hogy a közeg kémhatását rendszeresen monitorozzuk és minden bekeverés előtt döntést hozzunk a *48. táblázat* szerint a tápoldat pH-értékének módosításáról.

Az ammónium-nitrát savanyító hatását a növény ammóniumion felvételével egyidejűleg leadott hidrogénionok okozzák. Minél több egy közegben a hidrogénion, az annál savasabb. Tudni kell, hogy az ammóniumion a paprikánál és a paradicsomnál csúcsfoltosságot, azaz kalciumhiányt okozhat. Ezért májustól szeptemberig óvatosan bánjunk az adagolásával, érzékeny kultúráknál (paprika, fürtös paradicsom fajták) kerüljük el a használatát. Minden alkalommal célszerű a tápoldatunk pH-ját ellenőrizni, és először a savazást pontosan beállítani, majd csak ezt követően történjen az ammónium-nitrát adagolása. Gyakran előfordul, hogy a gép által kiadott 5,5-ös pH pár óra állás után 5,8–6 pH-ra emelkedik, aminek az a magyarázata, hogy a magyarországi vizek jellemzően magas hidrokarbonát-tartalmúak. Így gyakran előfordul, hogy a tökéletlen hidrokarbonát lebomlás miatt a közeg pH-ja megemelkedik. Legjobb, ha 5 mmol/l hidrokarbonát szint felett elősavazást iktatunk be úgy, hogy a kútból kijövő vízhez Venturi-elven salétromsavat adagolunk, mielőtt azt letárolnánk a napi víztartályba. Így az öntözővíz pH-ját 6–6,5 értékek közé állítjuk be. A gépnek ezek után már könnyű dolga van, és a megmaradó hidrokarbonátot teljesen le tudja bontani. Az elősavazott vizet ne tároljuk hosszú ideig, több napon keresztül, mert a levegőből is vehet fel hidrokarbonátokat (egyensúly alakul ki a víz és a fölötte lévő levegő hidrokarbonát-tartalma között), ami a pH emelkedéséhez vezethet.

A csepegtetőtesteknek a jó, dugulásmentes működése is összefüggésben van a tápoldat kémhatásával. Ha megvizsgáljuk, hogy mi okozza a csepegtetőtest dugulását, megállapíthatjuk, hogy részben szerves anyagok (baktériumok, algák, gombák), másrészt szervetlen sók (pl. kalcium-foszfátok, kalcium-karbonát, vas-foszfátok, vas-oxidok, valamint magnézium-foszfátok) a kiváltó okok. Magas kémhatás esetén kalcium- és magnézium-foszfátok kiválásával kell számolni. A csepegtetők dugulását azonban szerves anyagok is előidézhetik. Fénynek kitett víztartályokban az algák gyorsan elszaporodnak, és az öntözőgép szűrőit eldugítják. Meleg időben az öntözőrendszer sötét csöveiben, valamint a csepegtetőtestekben gombák és bak-

tériumok szaporodhatnak fel, ami az oldat csökkenő oxigéntartalmát, illetve a csepegtetők dugulását okozhatja. Ha meg akarjuk akadályozni, hogy az öntözőrendszerünkben algák, baktériumok és gombák elszaporodjanak, olyan hidrogén-peroxid alapú készítményeket kell adagolnunk, mint pl. **Recyclin®** és az **Anti-block organic®**. Akkor adagoljuk ezeket a termékeket helyesen, ha a csepegtetőrendszer végénél, az utolsó növénynél is 30 ppm hidrogén-peroxidot mérünk (ehhez beszerezhető hidrogén-peroxid tesztcsík). Különösen meleg időben kell az adagolásra figyelni, sokszor az előírt dózis többszöröse sem elegendő a 30 ppm-es szint tartásához. Általánosságban elmondhatjuk, hogy 125 ml 35 %-os hidrogén-peroxid, illetve 125 ml 14 %-os hangyasav kell 1 m^3 öntözővízbe.

7.6. Irodalom

Balázs S. (2000): Zöldséghajtatás kézikönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Böhme, M. (1990): A vízkultúrás zöldségtermesztés tapasztalatai Németországban különféle gyökérrögzítő anyagok használata esetén. Hajtatás korai termesztés. 21(3): 10–13.

Göhler, H. – Molitor, H. (2002): Erdlose Kulturverfahren im Gartenbau. Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart.

Horinka T. (1997): Tápoldatozás a kertészeti termesztésben. Kemira Kft., Hódmezővásárhely.

Loch J. – Nosticzius Á. (1992): Agrokémia és növényvédelmi kémia. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

Ombódi A. (2003): Néhány tudnivaló a retardált műtrágyákról. Agrárágazat. 4(7): 22–27.

Ombódi A. – Kassai T. (2002): Lassú lebomlású és szabályozott tápanyagleadású műtrágyák használata a zöldségfélék palántanevelésében. Agrárágazat. 3(2): 70–72.

Savvas, D. – Passam, H. (2002): Hydroponic production of vegetables and ornamentals. Embryo Publications, Athens.

Terbe I. – Slezák K. (szerk.) (1998): Zöldség, dísznövény és szamóca tápoldatos és vízkultúrás termesztési tanfolyam. Szentes, 1998. november 2. 5. és 9. (Jegyzet a tanfolyami hallgatók részére.)

Terbe I. (2006): Az étkezési paprika (Capsicum annuum L.) tápanyagigénye és tápanyagellátása. MTA Doktori Értekezés. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest.

ONOZO AGRO Kft.

MŰTRÁGYA, NÖVÉNYVÉDŐ SZER, AGROFÓLIA

NAGYKERESKEDELEM

Kistelek onozoagro@onozoagro.hu **62/597-111**

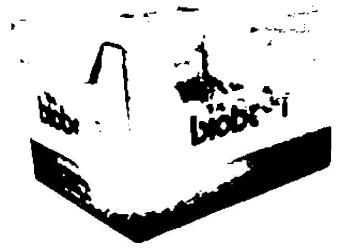
Kertészeti és egyéb **Műtrágyák**
(Káliumnitrát, Kalciumnitrát, Keserűsó, Mono-Kálium-Foszfát stb.)
Fóliák (**TVK**-s sátor, **Agryl** fátyol stb.)
Növényvédőszerek
széles választékával, kedvező árakkal,
szaktanácsadással, kiszállítással
állunk az Ön rendelkezésére.

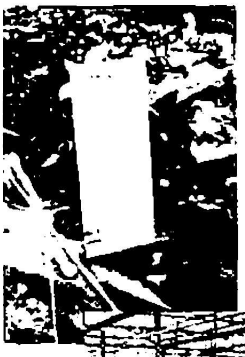
Termékeinket keresse az üzleteinkben:

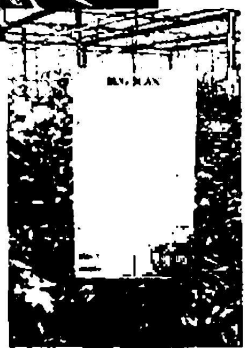
KISTELEK, Agrodiszkont Kossuth u. 88.	**62/258-311**
BALÁSTYA, Kertészeti bolt Széchenyi u. 16. (Hotel Orchidea mellett)	**62/278-388**
BAKS, Iparcikk bolt Fő út 96.	**62/269-062**
ÜLLÉS, Gazdabolt Felszabadulás út 26.	**62/282-121**

biobest
BIOLOGICAL SYSTEMS

Poszméhes beporzás és biológiai növényvédelem segítségünkkel!







Különböző kultúrákban, hazai viszonyokra kidolgozva, helyszíni szaktanácsadással, nemzetközi szaktanácsadói háttérrel, és több mint tíz éves szakmai tapasztalattal állunk rendelkezésre !

Laboratóriumi szolgáltatások!
Talaj-, közeg-, vízvizsgálat
és tápanyag-utánpótlási tanácsok.

Árpád Biokontroll 2003 Kft.
H–6600 Szentes, Apponyi tér 12.
Telephely: Szentes, Szentlászló Kertészet
Tel./Fax: 63/561-476
Mob.: 30/2067-148; 30/269-7710;
30/415-8089
E-mail:szaktan@arpad.hu
Website:www.arpadbiokontroll.hu

Cultilène®

A complete and innovative productline

Cultilène
Exact
X-fibre
MaXXima

Cultilène
Caldéra
Exact Flora
X-fibre Rose

Cultilène
HR
PlantComfort
Donut Block
252 Plugtray

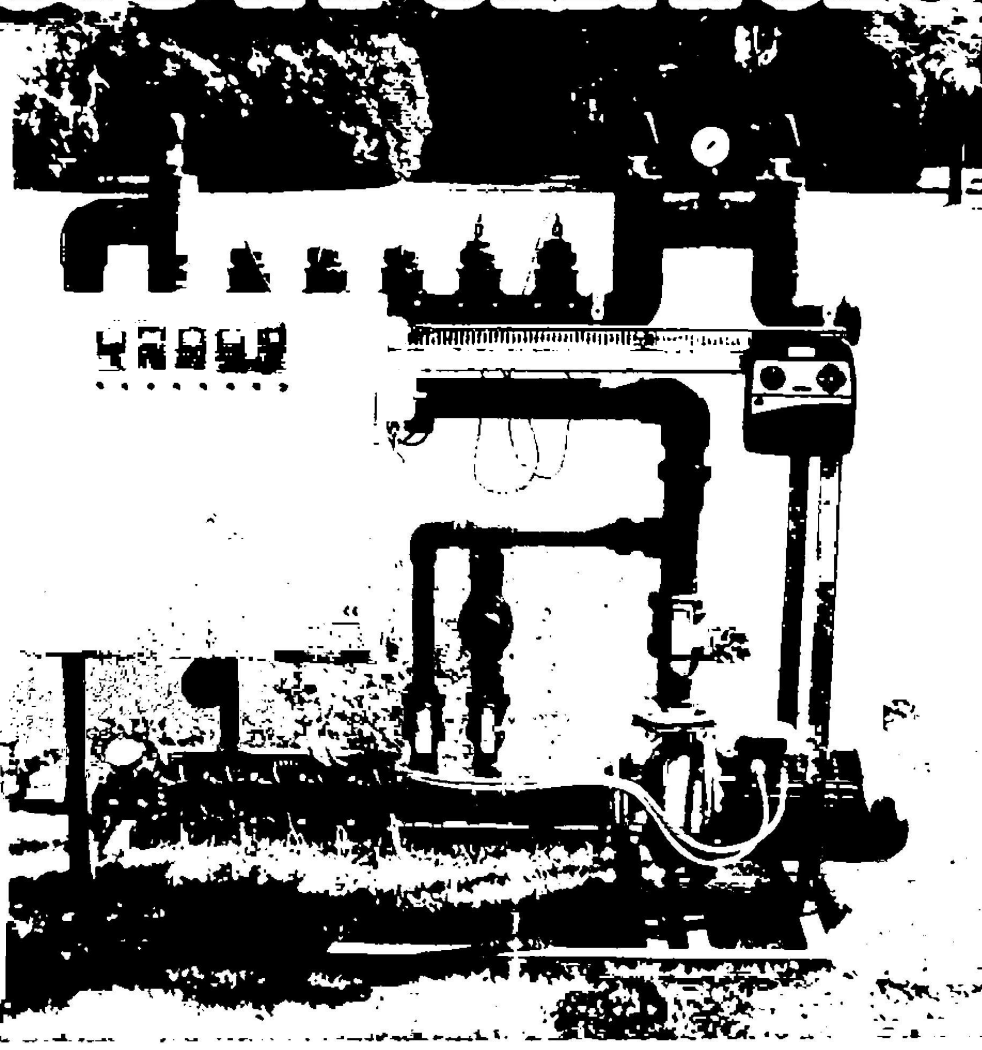
Cultilène
HH2-meter
Spider

Saint-Gobain Cultilène B.V.
Zeusstraat, 2
5048 CA Tilburg
The Netherlands
Tel. : +31 (0)13-578 00 57
Fax. : +31 (0)13->78 00 58
Website: www. ul ilene.com
E-mail: info@cultilene.nl

Cultilène B.V. is part of Isover Saint-Gobain
SAINT-GOBAIN CULTILENE

Cultilène The most versatile company in substrate technology.

KELE TÍPUSÚ TÁPOLDATOZÓK



Berendezéseinket a termesztő felület és a megrendelő igényeihez alkalmazkodva készítjük. (100 - 1200 l/perc)
Típusaink között megtalálhatóak az egyrű tápoldatozók is, melyek megbízhatóan kijuttatják a növények számára előírt tápanyag és vízmennyiséget.
Telepítésük kis területen is gazdaságos.
Bővebb információ:
ifj. Kele László,
Kiskunfélegyháza, XI. ker. 10.
Tel.: 06/70/315-26-96, 76/712-916

Tápoldatozás: Egyszerűen és gazdaságosan – ahogy a profik

Bepler der Gartenbau-profi

2310 Szigetszentmiklós
Gyártelep, 0298/104 hrsz.

Üzletkötők:
Kelet-Magyarország – *Laluska Zsolt:* 30/689-1268
Nyugat-Magyarország – *Filipinyi Gergely:* 30/952-3188
Gaál Győző: 30/914-5817

GAZDASÁGOS TÁPOLDATOZÁS KORSZERŰ KERTÉSZETI MŰTRÁGYÁKKAL.

MONO MŰTRÁGYÁK SZÉLES VÁLASZTÉKA
MIKROELEMES KOMPLEX NPK KERTÉSZETI MŰTRÁGYÁK MELLETT NÖVÉNYVÉDŐSZEREK TELJES VÁLASZTÉKA KAPHATÓ
VEVŐK RÉSZÉRE SZAKTANÁCSADÁS
TEL.: 30/249-1001
KERTESZET1@ZEPHYRKFT.HU WWW.ZEPHYRKFT.HU
IFJ. BÉLAI GYULA KERTÉSZ- ÉS NÖVÉNYVÉDEMI SZAKMÉRNÖK

FitoHorm®

A *FITOHORM Kft.* Magyarország egyik legnagyobb oldatműtrágya gyártója és forgalmazója. Termékeinkkel a legszélesebb műtrágya választékot kínáljuk a növénytermesztők számára, melyekkel maximálisan kielégítik kultúrnövényeink tápanyagigényeit. Az okszerű tápanyag-gazdálkodási technológia kiválasztása és a *FitoHorm* termékek szakszerű használata hozamnövelő és minőségjavító tényezők, amivel mi is hozzájárulunk a gazdálkodás sikerehez.

FitoHorm termékek zöldségtermesztésben	Lombtrágyázásra (l/ha, kg/ha)	Tápoldatozásra (ml/100l)	Kijuttatás
Több hatóanyagú oldatműtrágyák			
Euro-Öko Zöldség	4	100–200	Intenzív hajtásnövekedés idején és terméskötődéskor állománykezelésre, a növényvédelmi munkákkal együtt
Standard EK	5	100–200	
Makrosol	3	50–150	
MikroMax	3	100–300	
MaFosz	0,5–1,5	100–150	Gyökeresedés kezdetén és virágzás előtt 3-4 alkalommal
Ca Plusz	0,5–1,5	150–250	Virágzás kezdetétől 10 naponként a tenyészidőszakban
KáliVas	2	200	Vashiány megelőzésére és megszüntetésére
Monoelemes oldatműtrágyák			
Polybór 140 (14%-os bór-koncentrátum)	1–2	50	Virágzás előtt 2-3 alkalommal és termeskötődéskor állománykezelésre
FH 14 N (nitrogénoldat) FH 24 Mg (magnéziumoldat) FH 30 P (foszforoldat) FH 32 S (kénoldat) FH 39 K (káliumoldat) FH 40 Ca (kalciumoldat) FH 54 Mn (mangánoldat) FH 55 Fe (vasoldat) FH 63 Cu (rézoldat) FH 65 Zn (cinkoldat)	2–6	100–200	Adott zöldségkultúráknál a növények számára legfontosabb monoelemeket a hiánytünetek megelőzésére, valamint megszüntetésére javasoljuk kijuttatni.

Információ:
FITOHORM KFT.
Telephely: 6500 Baja, Keleti körút (Ipartelepi út)
Telefon: 79/321-244, Fax:79/424-378
Levélcím: 6500 Baja, Munkás u. 14.
E-mail: fitohorm@emitelnet.hu • Internet: www.fitohorm.hu

Területi képviselők:
Takácsné Csereklyei Katalin (Észak-Dunántúl) 30/525-1434
Keresztes Zoltán (Dél-Dunántúl) 30/635-3275
Bartha Izabella (Duna-Tisza köze) 30/338-4835
Mars Éva (Tiszántúl) 30/338-4838

8. Talaj nélküli termesztés

8.1. Palántanevelés közegeken

A palántanevelés legfontosabb célja az, hogy életerős, jól fejlett és edzett palántákat kapjunk, illetve csak ilyenek kiültetésére kerüljön sor. Itt a termesztő kezében van a növények fejlődésének az irányítása, ezért a mesterséges körülményeket a növények igényének megfelelően kell kialakítani. A fiatal növények számára az optimális anyagcsere biztosításához a hőmérséklet, a fény, a víz, a tápanyag megfelelő szabályozása, valamint a közeg és a tenyészterület helyes megválasztása szükséges.

A jó minőségű palánta a következő tulajdonságokkal jellemezhető:

- kiegyenlített magasság, zömök felépítés,
- közepes zöld szín, csak a legkisebb levél közepe lehet világosabb,
- a palántán több kifejlett levél van, mechanikai, kémiai vagy élettani károsodásra utaló tünetek nélkül,
- a növekedési csúcson sárgulási, illetve fonnyadási tünetek nem jelentkeznek,
- szabályos szár, amelynek alakja fajra jellemző,
- egészséges és tömör gyökérrendszer,
- kőgyapotos palántáknál a kocka alján látható fehér gyökérzet fedi a kocka alsó felületének 40–50%-át,
- a növények kórokozóktól és kártevőktől mentesek.

A sikeres palántanevelést a következő tényezők határozzák meg:

- megfelelő közeg és optimális tápanyag-ellátottság,
- a gyökérzónában tartott megfelelő nedvességtartalom és tápoldattöménység,
- a növekedési fázishoz igazodó optimális hőmérséklet a levegőben és a gyökérközegben,
- a szükséges minimális fényintenzitás biztosítása – vagy a természetes fényhez kell hozzárendelni a többi paramétert (a hőmérsékletet, vizet, tápanyag-összetételt, tenyészterületet).

A palántanevelési módok (tálcás, tápkockás, cserepes stb.) a termesztéstechnológiákhoz igazodnak.

A tálcás vagy modul palántanevelési technológia („plug production") az Egyesült Államokban született meg az 1970-es években, onnan került át Európába. Ma már az egész világon ismert és alkalmazott rendszer. A módszer előnye, hogy szinte teljesen automatizálható, a steril tápközeg használatával a fertőzés kizárható, jó minőségű és egyöntetű palánták nevelhetők, könnyen szállítható, lehetőség van gépi ültetésre és megbízhatóan tervezhető a termesztés.

A tálcasejtek kis mérete miatt a tápközeggel szembeni követelmények viszont igen magasak. A palánták tápanyagigényének kielégítése gondot okozhat, mivel a tálcák töl-

tésére használt földkeverékek alacsony tápanyagtartalmúak, ami nem elegendő a palántanevelés teljes időtartamára. Magasabb tápanyagtartalmú közegben viszont a sóra érzékeny növények rosszul csíráznak, fejlődésük vontatottá válik. Ezért a növekedéshez és fejlődéshez szükséges tápanyagokat a palántanevelés ideje alatt folyamatosan, tápoldat formájában célszerű adagolni. A csírázó-kelő állomány gyökérzetének érzékenysége miatt a tápoldatozást csak az első lomblevél megjelenése után lehet elkezdeni.

A tápkockák készítésénél és használatánál szintén fokozott figyelem irányul azok fizikai jellemzőire is. A jó porozitású tápkocka vízzel és levegővel is megfelelő mértékben látja el a benne növekvő paránta gyökérzetét, ezáltal annak kedvező víz- és tápanyagfelvételét nagyban segíti. A jó minőségű tápkocka előállításánál arra kell figyelni, hogy megfelelően tömör legyen, ne essen szét, viszont a gyökerek számára biztosítania kell a levegőzöttséget is.

Cserepes palántanevelést alkalmaznak a téli fényszegény időszakban pl. paradicsomparánta előállításánál, mert így a közeg EC-jét jobban tudják szabályozni és kompakt virágzó palántát tudnak kiültetni a téli időszakban is. 10-es, 12-es, esetleg 14-es műanyag cserepek használata terjedt el. A korai, fényszegényebb időszakban így lehetőség van a hosszabban tartó palántanevelésre, a megnyúlás elkerülése érdekében a palánták könnyen szétrakhatók.

Kőzetgyapotos termesztéshez a palántát kőgyapot kockákban nevelik. Magvetéshez 2,5×2,5×4,0 cm-es magvető kockák, további neveléshez 8,5–15×8,5–15×6,5–7,5 cm-es palántanevelő kockák használhatók. Magtakarásra vagy csíráztatáshoz vermikulit vagy perlit alkalmas.

8.1.1. Palántanevelő közegek anyaga és tápanyag-ellátottsága

A palántaelőállítás egyik legfontosabb kérdése a gyökérközegek minősége, így annak megválasztása nagy körültekintést igényel. Különbséget kell tenni aszerint, hogy a növényeket a palántanevelés során átültetjük-e, tehát tűzdelés nélküli vagy tűzdeléses palántanevelésről van-e szó. Első esetben, amikor nincs tűzdelés, a magot egyből a tápkockába, cserépbe vagy a tálcába vetik. A tűzdeléses palántanevelés során a magokat először szaporítóládába vagy úgynevezett vetőelembe vetik, ott a növényeket szikleveles vagy két lombleveles korig nevelik, majd átültetik. A szaporítóföldek megválasztásakor nem a közeg tápanyag-ellátottsága a legfontosabb tényező, a csírázás miatt sokkal nagyobb jelentőségű a szerkezet. A jó szerkezetű közegben a magvak gyorsan, lendületesen csíráznak és a kelési arány is kedvezően alakul. A magvak csírázása annál gyorsabb, minél nagyobb a különbség a sejtoldat és a közeg töménysége (EC) között.

A tálcás, a tápkockás és a cserepes palántanevelléshez ma is elsősorban tőzeg alapú palántanevelő közegeket használnak. A tűzdeléses palántanevelléshez a magvetőföld is főleg tőzeg alapanyagú. A tőzeg kertészeti helyettesítésére olyan anyagok lehetnek versenyképesek, melyek amellett, hogy a tőzeghez hasonló tulajdonságúak, garantált minőségben, és mennyiségben állnak a rendelkezésre, valamint könnyen szállíthatók, tárolhatók, olcsók és sterilek.

A tőzeg alapú palántanevelő közegek tápanyagokkal való feltöltése többféle módon történhet. Egyrészt hosszú hatástartamú műtrágyák egyszeri bekeverésével, más-

részt folyamatos tápoldatozással, illetve a kettő kombinációjával. A műtrágyák megválasztásánál arra kell figyelni, hogy káros klórt ne tartalmazzanak, és a tőzeg foszformegkötő képessége, valamint a gyökérnövekedés elősegítése miatt magas legyen a foszfor aránya a nitrogénhez és a káliumhoz viszonyítva. A tápoldatot a mindenkori fény- és hőviszonyoknak megfelelően kell adagolni. A kijuttatott tápoldat töménysége napos időben 0,15–0,2%, borús időben pedig 0,2–0,3% legyen *(49. táblázat)*.

49. táblázat. Tápoldatos zöldségpalánta-nevelés tőzegen (Horinka, 1997 nyomán)

Tényező	Borús idő	Napos idő
Vízigény	4–6 l/m^2	8–10 l/m^2
Szikleveles korban	2–3 l/m^2	3–4 l/m^2
Tápoldatigény	4 l/m^2	6 l/m^2
Töménység	0,2–0,3%	0,15–0,2%
Gyakoriság	naponta egyszer	2–3 alkalommal naponta

Savanyú tőzegek használata esetén 2–3 kg/m^3 mészkőpor vagy takarmánymész bekeverése ajánlott a kémhatás beállítására.

A kőgyapotos termesztésben a tápelemek forrása a feltöltéshez használt és utána szükséglet szerint adagolt tápoldat. A palántaneveléshez általánosan javasolt tápoldat összetételét az *50. táblázat* tartalmazza.

Az öntözés gyakorisága a fényviszonyoktól és a hőmérséklettől függ.

50. táblázat. A palántaneveléshez javasolt tápoldat összetétele

Paraméter	Érték
EC (mS/cm)	1,5–3,0
pH	5,5–5,9
N (mg/l)	250–260
P (mg/l)	40–60
K (mg/l)	250–260
Ca (mg/l)	180–200
Mg (mg/l)	70–72
S (mg/l)	60
Fe (mg/l)	2
Mn (mg/l)	0,55
B (mg/l)	0,4
Cu (mg/l)	0,3
Zn (mg/l)	0,33
Mo (mg/l)	0,05

8.1.2. Hőmérséklet szabályozása a palántanevelés során

A hőmérséklet szabályozásánál figyelembe kell venni a növények igényeit. A levegő hőmérsékletét a fényviszonyokhoz kell igazítani, a közegét pedig a tápanyagfelvételhez.

A palántanevelés sikerének kulcsa a magok megfelelő csírázásában van. A csírázási időszak hossza fajonként eltérő:

- paradicsom: 6–8 nap;
- paprika: 8–14 nap;
- uborka: 2–4 nap;
- dinnye: 3–4 nap (előcsírázatással 1–2 nap);
- tojásgyümölcs: 6–7 nap.

Cél az egyöntetűség. Ilyenkor kell a közegnek a legnagyobb nedvességtartalommal és emellett – a kezdeti gyökérfejlődéshez – még elegendő oxigénnel is rendelkeznie. A még ki nem csírázott mag kevésbé érzékeny a kiszáradásra és az oxigénhiányra, mint a fiatal csíranövény. Így a legkritikusabbnak a csíragyököcske megjelenésétől a sziklevelek kifejlődéséig terjedő időszak tekinthető. Ilyenkor éjjel-nappal magas hőmérsékletet kell biztosítani a közegben. A túl alacsony hőmérséklet vagy a hőmérséklet csökkentése akár 2 héttel is meghosszabbíthatja a kelést és a magoncok nem lesznek egységesek.

A szik alatti szárrész megjelenésekor elsődleges cél, hogy erős gyökérzet fejlődjön ki. Ebben a fejlődési stádiumban a hypocotyl megnyúlásának megelőzésére csökkenteni kell a közeg a hőmérsékletét. Paradicsomnál például az ebben az időszakban uralkodó hőmérséklettől függ, hogy milyen magasan (hány levél után) helyezkedik el az első, illetve a második fürt, valamint mennyi virágkezdemény alakul ki az első fürtökön. A legelső valódi lomblevél megjelenése után cél a gyökérzet és a hajtás erőteljes növekedése. Ilyenkor a közeg nedvességtartalma már változhat, a közeget jól behálózó gyökerek a vizet bárhol gyorsan képesek felvenni. A folyamatosan tartott enyhe vízstressz segíti a palánták megerősödését.

8.1.3. Fényellátottság szabályozása a palántanevelés során

A növények palántakorban is érzékenyen reagálnak a fény intenzitására. Az egységnyi területre jutó energia mennyiségétől függ a növekedés üteme. A téli palántanevelési időszakban (december, január) hazánkban kevés a fény, ezért a rendellenes növénynövekedés elkerülése érdekében célszerű a fényhiányt mesterséges megvilágítással pótolni. Paradicsom palántanevelésénél a fényhiányos időszakban és magas hőmérsékleten nevelt növények rendellenes fürtöket képezhetnek, ilyenkor kevés virág képződik, amelyek kis méretűek és deformáltak. A fény intenzitása jelentősen kihat a palántanevelés időtartamára és a palánták minőségére is. A márciusi vagy a későbbi palántanevelés során a pótmegvilágítás mellőzhető.

Pótmegvilágítás alkalmazása során a fényforrásokat célszerű úgy felszerelni, hogy a felfüggesztés magassága a növények növekedésével szabályozható legyen. A pótmegvilágítást a sziklevelek kiterülésének napjától kell alkalmazni. A folyamatos pótmegvilágítás eredményeként 5–7 nappal lerövidül a palántanevelés idő-

tartama. Legmegfelelőbbnek a napi 8 órás pótvilágítás tekinthető. Uborka esetén 24 órás megvilágítás is alkalmazható, paradicsom esetében ez legfeljebb 12 napon keresztül tartható, ugyanis a további 24 órás fényellátás már rendellenességet okoz a növekedésében. A pótvilágítás az egész palántanevelési időszak alatt alkalmazható. Amennyiben a palánta kiültetése fényben szegényebb időszakra esik, akkor ajánlatos a pótvilágítást az ültetés előtt 2–3 nappal abbahagyni. A palánták kiültetését célszerű lehetőleg borús időben végezni, mert az erős napfény hatására felborulhat a növekedési folyamat.

8.1.4. Egyes fajok palántanevelése

8.1.4.1. Paprika palántanevelése

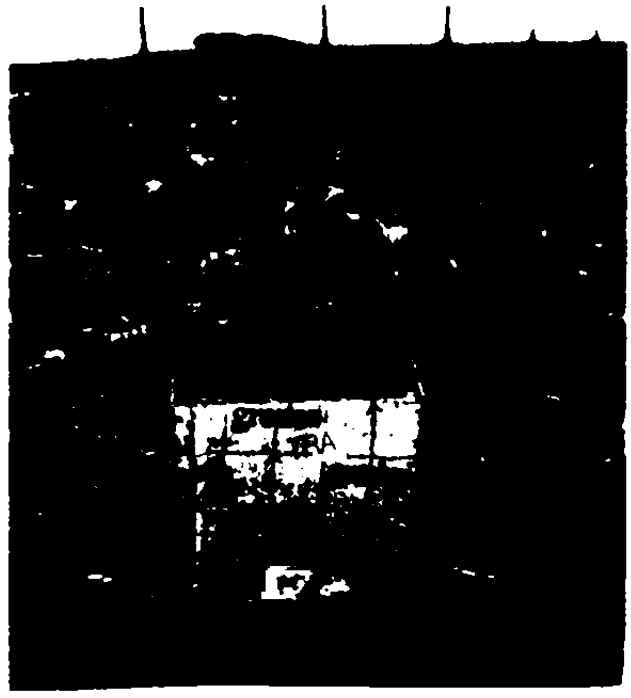
Paprika talaj nélküli termesztésében legelterjedtebb a kőzetgyapotos palánták használata, konténeres termesztés esetén tápkockás vagy igen korai kiültetéshez cserepes növényeket is nevelnek. Amennyiben mód van rá, paprikánál jól alkalmazható a tűzdeléses palántanevelés.

A vetés a termesztéstechnológiától függően történhet szaporítóládába, rekeszbe vagy kőzetgyapot vetőelemekbe. A szaporítóládába 2000–2500 db magot vetnek el négyzetméterenként (500–600 darab/szaporítóláda). A vetésre 1 cm vastagon laza szerkezetű földet vagy homokot terítenek.

Kőzetgyapotos palántanevelés esetén is a szaporítás a magvetéssel kezdődik, annyi különbséggel, hogy a mag közvetlenül már az inaktív közegbe, vagyis a kőzetgyapotba kerül. A magokat vetőelemekbe vetik *(103. ábra)*. Egy kockába (25×25×40 mm) csak egy mag kerül. Az egyes kockák csak felső részükön érintkeznek egymással 50×25 cm-es táblát alkotva. A magtakarást perlittel vagy vermikulittal végzik. A koc-

103. ábra. Kőzetgyapot magvető elem használata
(Fotó: dr. Kappel Noémi)

kákat fertőtlenített rekeszekbe vagy asztalra kell helyezni úgy, hogy a felesleges tápoldat el tudjon folyni. Magvetés előtt a kockákat be kell öntözni 1–1,2 EC-jű és 5,5 pH értékű tápoldattal. A csíráztatáshoz szükséges hőmérséklet 25–26 °C. Később a hőmérsékletet a fényviszonyokhoz kell igazítani. A növényeket a magvetést követően 18–19. napon tűzdelik 8,5×8,5×7,5 cm-es kockákba *(104. ábra)*. A palántanevelő kockákat 2,0 EC-jű tápoldattal töltik fel és utána folyamatosan emelik 2,5 EC-értékre. A kiültetés időpontja a magvetés utáni 5–9. hét, attól függően, hogy milyen fejlettségű palántát akarunk ültetni. Ha a palántanevelés meghaladja az 5 hetet, akkor a palántákat szét kell rakni, legalább dupla területre.



104. ábra. Palántanevelő kockába áttűzdelt paprikapalánta
(Fotó: dr. Kappel Noémi)

A paprika oltástechnológiájának inkább a talajon történő, fóliás termesztésben van létjogosultsága. A paprika alanyaként most már zömében e célra nemesített hibrid alanyokat használnak, melyek bizonyos kórokozók, kártevők ellen rezisztensek, toleránsak. Több vetőmag-forgalmazó cégnek vannak paprikaalanyai.

8.1.4.2. Paradicsom palántanevelése

A paradicsom palántanevelése során az optimális levegőhőmérsékletet a növekedési fázisokhoz és a fényellátottsághoz javasolt igazítani. A magvetést követő 3–4 napig nappal és éjjel 24–25 °C-ot kell tartani. Ebben az esetben a csírázás 5 nap múlva következik be, és 7 napon belül a magvak 90%-a kicsírázik. Optimális esetben a palántanevelés időtartalma 4–7 hét. Paradicsom esetében a kelés és a sziklevélbontás időszakában uralkodó levegőhőmérséklet határozza meg, hogy milyen magasan (hány levél után) helyezkedik el az első, illetve a második fürt, valamint mennyi lesz az első fürtökön kialakuló virágkezdemények száma. Az első fürtön a virágkezdemények kialkakulását a kelés utáni klimatikus viszonyok (kb. 10 nap) határozzák meg, a második fürt fejlődését az ezt követő 8 nap dönti el. Az első fürt alacsonyabb elhelyezkedését (9. levél alatt) a kelés után 2 héten át fenntartott alacsony hőmérséklettel, a magasabb elhelyezkedést pedig (11. levél felett) magasabb hőmérséklettel (20 °C) érhetjük el. Az első fürt alatt lévő levelek száma különösen fontos a korai hajtatásnál. A fényszegény időszakban ugyanis minimálisan 9 levél szükséges, hogy a növény ki tudja nevelni az első, erős fürtöt. Az első fürt magas elhelyezése elérhető a „hősokk" beiktatásával, ami azt jelenti, hogy 10 nappal a kelés után a levegő hőmérsékletét három napon keresztül 23 °C-ra kell emelni. Ezt az eljárást általánosan a holland termesztők alkalmazzák, így a novemberi magvetések esetében az első fürt alatt 11 levél képződik. Márciusi kiültetésre szánt palánta esetében a cél inkább az,

hogy alacsonyabban képződjön az első virágfürt. Az első fürt helyét nemcsak a hőmérséklet határozza meg, hanem a fény is. Minél több a fény, annál alacsonyabban alakulnak ki a fürtök.

A csírázás utáni 2 hetes időszakban fenntartott hőmérséklet befolyásolja az első két fürt közötti levélszámot is. Ha a hőmérséklet túl magas, akkor több mint három levél képződik.

A kelés időszakában uralkodó hőmérséklet nagymértékben befolyásolja az első fürtben képződő virágszámot is. Ha közvetlenül a sziklevelek kiterülése után lecsökkentjük a levegő hőmérsékletét úgy, hogy nappal 11–12 °C (napsütéses időben 14 °C), éjjel 8–10 °C legyen, akkor az első fürtök alacsonyan fognak képződni és sok virágot hoznak.

Figyelembe kell azonban venni, hogy ez az eljárás nem alkalmazható nagyon korai hajtatásra szánt palántánál (az első fürtön lévő nagyszámú termés jelentősen visszafogja a növények növekedését), továbbá olyan fajtáknál, amelyek inkább a virágok ritkítását igénylik vagy azoknál a fajtáknál, amelyek alacsony hőmérsékleten hajlamosak deformált virágok létrehozására.

Kelés után fontos a hőmérséklet csökkentése 16 °C-ra. A túl magas hőmérséklet ebben az időszakban a sziklevél alatti részek megnyúlását okozza, ami megnehezíti a növények szabályos tűzdelését. Téli palántaneveléskor paradicsom esetében gyakori az úgynevezett fordított tűzdelés, aminek lényege, hogy a magvetősejtet megfordítjuk lefelé és a hosszú, szik alatti szárat meghajlítva rakjuk be a palántanevelő kockába. Ezzel a sziklevél a kocka tetején marad, a sziklevél alatti szár a kockába kerül, ahol gyökeret ereszt. Tűzdelés előtt nem sza a a magonco at megöntözn , mert akkor könnyebben sérülnek. Ezzel az eljárással a megnyúlt vagy a rossz fényviszonyokban nevelt növényekből alacsony, erős palántákat lehet előállítani.

105. ábra. Átültetésre kész oltott, kétszálasra nevelt paradicsompalánta *(Fotó: dr. Kappel Noémi)*

A paradicsom palántakorban is érzékenyen reagál a fény intenzitására, legalább 4000 lux megvilágítást igényel.

Paradicsom esetében is elterjedt az oltott palánták használata. Talajos termesztésnél a fonálféreg-tolerancia az elsődleges ok, talaj nélküli termesztésnél pedig az erősebb vigor elérése a cél. Így lehetőség van a hosszúkultúrás termesztés megnyújtására és a gyenge növekedési erélyű fajták erősítésére. Kőzetgyapotos termesztésben az oltott növények erősebb gyökérzete a nyári melegben is folyamatosan tudja szállítani a tápanyagot. Paradicsomnál legelterjedtebb a japán oltás használata és gyakran már a palántanevelés során kialakítják a

kétszálas hajtásrendszert *(105. ábra)*. A paradicsom alanyaként erre a célra nemesített hibrid alanyfajokat használnak, melyek az erős növekedés (gyökér) mellett több kórokozó, kártevő ellen rezisztensek vagy toleránsak.

8.1.4.3. Uborka palántanevelése

A hajtató fajták magas vetőmagára miatt a vetést nagy biztonsággal, takarékosan kell végezni. A magvetés történhet száraz vagy előáztatott maggal. Az áztatást 30 °C-on 2 óráig, az előcsíráztatást 30–32 °C-on 15 óráig kell végezni. Korai vetéseknél célszerű szaporítóládába vetni. Ládatöltéshez darált szálas tőzeg, fűrészpor, nagy szemű perlit és folyami homok keveréke használható. A vetést követően 5–6 nappal a sziklevelek teljesen kitárulnak. Ez az állapot a legkedvezőbb az átültetésre. A növényeket a cserépbe vagy tápkockába szikleveléig tűzdelik. Későbbi vetéseknél, amikor a körülmények már kedvezőbbek, közvetlen tápkockába vagy cserépbe is történhet a vetés.

106. ábra. Ültetésre kész cserepes uborkapalánta *(Fotó: dr. Kappel Noémi)*

A kiültetésre kész palánta 25–30 cm magas, 5–7 kifejlett lomblevele van, szártöve 0,5–1 cm vastag, gyökérzete a palántaföldet teljesen átszőtte *(106. ábra)*.

Kőgyapotos termesztéshez a vetés ültetőkockába történik, ügyelve arra, hogy a mag vízszintesen legyen elhelyezve. A magokat a kiszáradás elkerülésére vermikulittal vagy perlittel takarják. Beöntözéshez 1,5 EC-jű és 6,5 pH-jú tápoldatot alkalmaznak. A csírázási hőfok 28 °C ezen a hőmérsékleten a kelés 2–4 nap alatt végbemegy. Szikleveles állapotban (4–8 nap) a hőmérsékletet nappal 24 °C-ra, éjjel 22 °C-ra kell csökkenteni. Az öntözővíz EC-je 2,0, pH-ja 6,0 legyen. Az első levél megjelenésekor az EC 2,5 értékre emelhető, a pH-t viszont csökkenteni kell 5,5 értékre. A palánták fényigényének minél nagyobb mértékű kielégítése érdekében a növényeket rendszeresen szét kell rakni. A szétrakás olyan ütemű legyen, hogy a levelek soha ne árnyékolják egymást. A téli palántaneveléshez az első szétrakásnál a növények mellé hurkapálcikát szúrunk és a növényeket gumigyűrűvel ahhoz erősítjük annak érdekében, hogy a növények ne dőljenek el.

A növények szétrakására először a 10–11. napon kerülhet sor, a második szétrakásra pedig a 14–17. napon. A palántanevelés időtartama 21 és 35 nap között változik aszerint, hogy melyik évszakban történik.

Az uborka gyökérbetegségeinek kiküszöbölése érdekében egyre szélesebb körben terjed az uborka oltása. Az uborka számára a laskatök *(Cucurbitta ficifolia)*, a gyepű-

tök *(Sycios angulatus)* és a sütőtök *(Cucurbita maxima)* alany használata jöhet szóba. A laskatököt használják talán legelterjedtebben, mert az a termésátlagot is növeli. A gyepűtök fonálféreg ellánállóképessége nagyon jó, de különösebben nem javítja a termésátlagot. Az oltás történhet párosítással vagy hasítékolással. Mindkét módszernél az alany és az uborka magját egyszerre vetik. Az oltást akkor végzik, amikor a sziklevelek teljesen kitárultak, de a lomblevél még nem jelent meg. Oltott uborkapalántát elsősorban talajon történő hajtatásban használnak.

8.1.4.4. Dinnye palántanevelése

A dinnye hajtatásban 8×8 és 10×10 cm-es tápkocka mérettel dolgoznak. A tervezett kiültetési időre 4–5 hét alatt lehet felnevelni a jó minőségű palántákat. Pótmegvilágítással a palántanevelési idő és a tápkocka mérete egyaránt csökkenthető. Napi 12 órás pótmegvilágítás alkalmazható.

Vetésre a vetőmagot az ún. vetés előtti magkezelési eljárásokkal készíthetjük elő. Vethetünk száraz, kezeletlen magot, valamint előáztatott és előcsíráztatott magot is. A mag vetése történhet tálcába vagy közvetlenül a palántanevelő kockába.

A kelés időszakában nappal 28 °C, éjjel 22 °C hőmérsékletet kell tartani. Kelés után viszont a hőmérsékletet azonnal csökkenteni kell, különben gyorsan megnyúlik a szik alatti szárrész. Ebben az időszakban a fény függvényében 17–25 °C-on kell tartani a növényeket. A palántanevelő kocka hőmérséklete lehetőleg érje el a 17–20 °C-ot.

A sziklevelek szétterülése után megkezdhető a palánták tápoldatozása.

Fontos teendő a sárgadinnye palántanevelésben is a palánták edzése és átrakása. Kívánatos egy bizonyos fejlettségi szinten – amikor a levelek összeérnek – a szétrakás, ez azonban a palántanevelési költségeket jelentős mértékben megnöveli. A palántanevelés 4–6 lombleveles fejlettségig tart.

Az egész világon rohamosan terjed az oltott dinnyepalánták használata, ami a különböző betegségek miatt nálunk sem kerülhető el. 4–5 éves vetésforgó nélkül csak az oltott dinnye termesztése biztonságos. Ugyan a dinnye talaj nélküli termesztésénél napjainkban még nincs jelentősége az oltott palánták használatának, azonban a talajból fertőző károsító szervezetek ellen a talajos termesztésben az oltás egyre elterjedtebb. Térhódítása várható a talaj nélküli technológiákban is, ami a növények teljesítményére gyakorolt kedvező hatásával (nagyobb vegetatív és generatív teljesítmény) magyarázható. Alanyként olyan növényfajt alkalmazzunk (tök, illetve vad dinnyefajok stb.), amelyek a talajban élő károsítóknak ellenállnak.

8.1.4.5. Tojásgyümölcs palántanevelése

A tojásgyümölcs szaporítása a talaj nélküli hajtatásban is kizárólag csak palántanevelléssel célszerű.

Kőzetgyapotos palántanevelésben vetés előtt a magvető sejteket standard tápoldatba kell áztatni, melynek pH-ja 5,8, EC-je 1,3–1,5 legyen, később ugyanezzel a tápoldattal kell öntözni a magvetést.

A tojásgyümölcs magja 6–7 nap alatt kikel, ha a számára megfelelő környezeti tényezők biztosítva vannak. Tűzdelésre szikleveles állapotban kerül sor, igényeknek,

technológiának és lehetőségekhez mérten 8-as vagy 10-es cserépbe, illetve 6×6-os, 7×7-es tápkockába vagy standard tápoldatba áztatott (pH:5,8; EC:2,2) 7,5×7,5-ös kőzetgyapot palántanevelő kockába.

Négyzetméterenként maximum 100 növény palántanevelése javasolt, az ennél sűrűbb elrendezés fénykihasználás, tápanyag-felhasználás szempontjából is gátolná az állomány optimális fejlődését. Ezért érdemes a lomblevelek összeérésekor szétrakni a növényeket úgy, hogy négyzetméterenként csak 50 növény legyen. Téli palántanevelés esetén még ennél is ritkábbra rakják szét a palántákat, egy négyzetméteren mindössze 25–30 növényt helyeznek el. A palántanevelés időpontjától függően, a növények a vetéstől számítva 7–9 hét alatt érik el a kiültetési fejlettséget.

Palántanevelés során az egyik legfontosabb ápolási munka az optimális hőmérséklet biztosítása. Kelési időszakban a szaporítóládákat vagy kőzetgyapot táblákat a sziklevelek megjelenéséig 25–27 °C-on kell tartani, ezután a hőmérsékletet fokozatosan 20–22 °C-ra kell csökkenteni. A hőmérsékletet a későbbi fejlődési fázisokban nappal vagy borús időben 19–22 °C-on, éjszaka 16–19 °C -on kell tartani. Szellőztetni napos időben csak 27 °C felett kell.

Tőzegalapú palántanevelő közeg esetén a tápoldatozást csak a tűzdelés után kell elkezdeni hozzávetőleg 1,5 EC-jű tápoldattal. A foszfordús tápanyagok nagymértékben elősegítik a gyökérrendszer kialakulását, erősödését, ezért különösen a palántanevelés utolsó hetében célszerű ilyen műtrágyát használni. Tápoldatozásra palántanevelésben a 15–30–15 (NPK) vagy ehhez hasonló tápanyagtartalmú komplex műtrágya készítmény 0,15%-os töménységű oldatának folyamatos használata javasolt.

Kőzetgyapotos palántanevelés esetén már közvetlenül a vetés utáni öntözésekhez is híg standard tápoldatot kell használni, melynek pH-ja 5,8, EC-je 1,3–1,4. Tűzdelés után a tápoldat pH-ját ne változtassuk, de az EC-jét 2,2-re kell emelnünk. Tápoldatozásra akkor kerüljön sor, ha 1 palántanevelő kocka súlya 30 dkg alá süllyed. Ez folyamatos méréssel ellenőrizhető. Ha palánták elérték a kívánt fejlettséget, a kész palántákat a palántanevelőből célszerű áthordani a termesztőlétesítménybe, legalább 5–7 nappal a kiültetés előtt.

A tojásgyümölcs palántái oltással is előállíthatók, alanyként vadparadicsomot és speciálisan erre a célra nemesített alanyokat is használnak. Az alanyok erőteljesebb gyökérrendszerük miatt jobb szárazságtűrési képességgel rendelkeznek és az oltványnak is erőteljesebb növekedést biztosítanak, emellett kevésbé érzékenyek a kórokozókra és kártevőkre (pl. fonálféreg) is. Más országokban talaj nélküli termesztésben is alkalmazzák az oltott palántákat. A termesztés során azonban figyelni kell arra, hogy az oltott növények növekedése sokkal erőteljesebb, ezért alacsonyabb létesítményekben nehézkes lehet az állomány szabályozása.

8.1.4.6. Fejes saláta palántanevelése

A fejes saláta talaj nélküli termesztése speciális technológiának tekinthető. Mivel viszonylag rövid és könnyen termeszthető kultúráról van szó, szinte bármilyen talaj nélküli technológiával termeszthető.

Saláta palántanevelésénél figyelembe kell venni a vetőmag sajátos tulajdonságát. A friss mag nyugalmi állapotban van és nem indul csírázásnak, amíg ezt a nyugalmi

állapotot meg nem szűntetjük. Egy éves mag esetében ez a nyugalmi stádium általában magától megszűnik, de a magas hőmérséklet (24 °C felett) előidézheti újra ezt az állapotot. Nyári palántanevelésénél ez gyenge csírázási mutatókat okozhat. A csírázás számára a 20 °C fok körüli hőmérséklet az optimális. Továbbá azt is szem előtt kell tartani, hogy a salátamagoknak a csírázáshoz fényre van szükségük, ezért a magvetést nem kell vagy elég vékonyan takarni.

A magokat egyesével vetik közvetlenül a tálcákba vagy a vetőelemekbe, a tűzdeléses palántanevelést egyre ritkábban alkalmazzák. Magvetésre valamennyi említett közeg felhasználható. Drazsírozott vagy pillírozott magok használata nagyban elősegíti a vetést. Vetés előtt a magokat szárazon és alacsony hőmérsékleten (4 °C) kell tartani. A csírázás rövid idő alatt végbemegy, amennyiben a környezeti tényezők megfelelőek. A magvetést tiszta vízzel célszerű beöntözni és 24 órára megvilágítani a jó csírázás elősegítése érdekében. A hőmérsékletet ekkor 20 °C-on kell tartani, ügyelve arra, hogy 23 °C fok fölé ne emelkedjen. A vetés után tápoldattal öntözzük a közegeket, a tápoldat EC-je 0,5–0,6, pH-ja 5,8 legyen. Kiültetés előtt 5–7 nappal a tápoldat EC-je 1 mS/cm értékre növelhető. Kutatások azt bizonyították, hogy a saláta gyorsabban fejlődik alacsony vezetőképességű tápoldat használatánál. Ennek ellenére vannak olyan termesztők, akik magasabb EC-jű (akár 2 mS/cm) oldatot használnak, hogy zömökebb palántát kapjanak, de ezeket elsősorban szabadföldi kiültetés céljára nevelik.

A magvetéstől számítva a palántanevelési módtól és a termesztési időszaktól függően 3–4 hét múlva kiültethetők a palánták. Ültetésnél ügyelni kell arra, hogy minél kisebb gyökérsérüléssel dolgozzunk, ezzel megakadályozható a kórokozóknak a növénybe jutása, valamint csökkenthető a kiültetéssel járó stresszhatás is. Lehetőleg fiatal palántát ültessünk, hogy kiültetéskor minél kevésbé sérüljenek a növények levelei.

Mivel nemcsak a klasszikus vajfej- és a jégsalátát hajtatják, más típusok is megemlíthetők, például a batávia, a római saláta, a tölgylevelű változatok, lolo rosso (vörös) és a lolo bionda változatok. Ezért a levelek színének kialakulásánál meg kell említeni a környezeti tényezők hatását. A genetikai faktornak megfelelően egy fajta levélszínét a zöld klorofill és a piros antocianin határozza meg. Ezek koncentrációját azonban a környezeti tényezők nagyban befolyásolják. Alacsonyabb fényintenzitás mellett zöldebb növények fejlődnek, erősebb fényviszonyok és az alacsonyabb hőmérséklet pedig fokozzák az antocianosodást. A magasabb tápoldat-EC szintén elősegíti az erőteljesebb színeződést.

8.1.4.7. Szamóca palántanevelése

A szamóca szaporítása üzemi körülmények között ivartalanul, vegetatív módon történik. Erre a célra úgynevezett anyatelepeket tartanak fent. Az anyanövényeknek a vírusbetegségektől mentesnek kell lenniük. Szaporításkor az indákat 2–3 leveles korban eltávolítják, majd ezeket tárolják, vagy egyből elindítják a gyökeresedést. Az indák gyökeresedéséhez bármilyen közeg megfelelő. Leggyakrabban tálcákat használnak erre a célra. Az indák elültetése után a közeget gombaölő szerrel célszerű beöntözni. A növényeket a kiszáradás megakadályozása miatt műanyag fóliával takarják és folyamatosan gondoskodnak a párásításról. Automata párásító berendezés is használható. Az első 5 napon 3 percenként 15 másodperces párásítás ajánlott, a gyökerek

kifejlődése után elegendő a 10–15 percenkénti párásítás is. 4 hét után az indák új gyökérzetet fejlesztenek.

A speciálisnak mondható termesztési módok esetében (NFT, aeroponica), ahol nem használnak gyökérrögzítő közeget, ott a szaporítóanyag előállítása is közeg nélkül történik. Ilyenkor az indák a termesztés helyén gyökeresednek meg. Ez indákat 2–4 leveles korban vágják le, a kora hajnali órákban, amikor a növény a legnagyobb turgorral rendelkezik, majd egyből elültetik. A megfelelő páratartalom és hőmérséklet tartása itt is elengedhetetlen a gyors és egyöntetű gyökeresedéshez. A gyökerek 19–24 °C fok közötti hőmérsékleten fejlődnek a leggyorsabban.

Késő tavaszi telepítésre az előző évben termesztett és hűtőházban tárolt palántát (frigó) használnak. A frigópalánta előállításához az anyatelepről az indanövényeket késő ősszel vagy tél elején a fagyok előtt nyugalmi állapotban szedik fel. Ilyenkor az indanövények szívlevelei jól fejlett és differenciálódott virágrügyet takarnak, ami lehetővé teszi, hogy a következő évben a kiültetés után már nagy termést adjanak.

Szamóca esetében jól alkalmazható a mikroszaporítási mód is, szövettenyésztéssel így gyorsan, nagy mennyiségű és egészséges (vírusmentes) szaporítóanyag állítható elő.

A szamóca magról is szaporítható, azonban hónapokba telik, mire megfelelő méretű palánták fejlődnek a magvetésből. A magról nevelt növények az első évben nem adnak kielégítő mennyiségű termést, ezért ezt a szaporítási módot elsősorban a nemesítésben használják.

8.1.5. Irodalom

Biernbaum, J. A. (1992): Root zone management of greenhouse container-grown crops to control water and fertilizer use. HortTecnology 2(1): 127–132.

Hrotkó K. (1995): Gyümölcsfaiskola. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Ombódi A. (2006): A dinnyefélék szaporításának aktuális kérdései. Zöldségtermesztés. 37(4): 10–15.

Ombódi A. (2005): Szaporítás. In: *Terbe I. – Hodossi S. – Kovács A.* (szerk.): Zöldségtermesztés termesztőberendezésekben. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Slezák K. – Nyesev T. (2003): Alap- és fejtrágyázás társítása a paprika palántanevelésében. Hajtatás korai termesztés. 34(4): 20–23.

Terbe I. (2001): Tápanyag-utánpótlás és öntözés. In: *Mártonffy B. – Rimóczi I.* (szerk.): A zöldségfélék palántanevelése. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

8.2. Paprika talaj nélküli termesztése

8.2.1. Termesztés története és gazdaságossága

A paprika (*Capsicum annum* L.) az egyik legkedveltebb zöldségnövény, táplálkozási jelentősége nagy, népszerűsége pedig világviszonylatban növekszik. Fogyasztása friss és feldolgozott állapotban egyrészt jó ízéért, másrészt nagy C-vitamin-tartalma miatt jelentős. Európában és hazánkban is jellemző, hogy a szabadföldi területek csökkenésével párhuzamosan egyre nagyobb mértékben hajtatott növénnyé válik. A hajtatás biztosítja a piac folyamatos ellátását az évnek abban az időszakában is, ami-

kor az éghajlati körülményeink megakadályozzák a szabadföldi termesztést. Terjedését azzal is magyarázzák, hogy az optimális vagy ahhoz közeli környezeti tényezők hatására jelentősen nő a termésátlag, a hajtatott árunak jobb a minősége, nagyobb a termésbiztonság, az áru előállítása jobban időzíthető.

Magyarország az évi 180–200 ezer tonna termelésével az Európai Unió egyik legjelentősebb paprikatermesztő országa, és csak Spanyolország, Olaszország és Hollandia előzi meg. Az Unión kívüli országok közül Törökország és Marokkó rendelkezik nagyobb termőfelülettel, és mint konkurenciával, a hazai piacon is számolni kell. A magyar paprika mennyiségének mintegy négyötöde jelenleg hajtatásból származik. Sajátossága, hogy több mint 20 féle típusát termesztjük. A hajtató felületnek 50–55%-át az ún. cecei típusok adják. Ez az egyetlen olyan hajtatott zöldségfaj, amit túlnyomórészt magyar fajtákkal termesztünk, amelyek minőség és betegség-ellenállóság tekintetében felveszik a versenyt a külföldi fajtákkal. A Dél-Alföldre és a Jászságra koncentrált hajtatásban hagyományos technológiáknál 8–15 kg/m^2/év átlaghozamok a jellemzők. Ezek az EU-csatlakozás után nem versenyképesek a nyugati korszerű, illetve az olcsó, déli technológiával szemben sem. A 90-es években bevezetett talaj nélküli hajtatás lehetőséget adott a hosszúkultúrás termesztésre, amellyel a kúp alakú fajtáknál a termésátlag majdnem eléri a 25 kg/m^2-t *(51. táblázat)*.

A mai álláspont szerint a korai hajtatásban biztos helye és jövője van ennek a termesztési módnak. Ugyanakkor tudomásul kell venni, hogy a magyar típusú fajtáinkkal – azok mérete miatt – nem érhetők el a blocky és a lamuyo típusok termésátlagai. A statisztikai adatokban a paprikahajtató felület és a termésátlagok az utóbbi időben jelentősen nem változtak, mivel talaj nélküli termesztés arányaiban még kicsi felületen van.

51. táblázat. Magyarországon elért hozam kőgyapotos paprikatermesztésben, fóliás termesztésben, CO_2-trágyázás nélkül

Minőségi osztályok 5000 m^2 (kg)								
Szedés	7/14	6/10	5/8	4/7	3/6	O.A	Havonta össz. kg	Havonta kg/m^2
Február	–	404	1 652	228	2	242	2 528	0,51
Március	408	1 750	2 502	607	–	642	5 909	1,18
Április	639	3 612	5 614	1 794	–	1 487	13 146	2,63
Május	342	2 682	5 856	1 469	–	2 271	12 620	2,52
Június	447	4 179	6 407	3 559	–	2 975	17 567	3,51
Július	349	5 592	10 256	2 474	–	7 766	26 437	5,29
Augusztus	–	5 894	8 828	914	–	7 410	23 046	4,61
Szeptember	–	730	2 712	–	–	6 359	9 801	1,96
Október	–	–	2 237	3 400	–	2 030	7 667	1,53
Összesen:	2185	24 843	46 064	14 445	2	31 182	118 721	23,08
Átlag (kg/m^2)	0,44	4,97	9,21	2,2	0,0004	6,92		

A álu ' termes tett paprika egynyári növény, amely főgyökeret, és azon egyenletesen oldalgyökereket fejleszt. A tűzdelés és ültetés alatt megsérült gyökérrendszer növekedésében a bojtos gyökérzethez hasonlít, az oldalgyökerek többsége a talajfelszín közelében fejlődik. Hajtásrendszere a fiatalkori növekedés ideje alatt, 8–10 levélnóduszig elágazás nélkül növekszik. Az első virágbimbó megjelenésekor két vagy több ágat fejleszt. Később a folytonos növekedésű fajták kétszer két elágazásig fürtös jellegűen növekednek, a további nóduszokban viszont villásan: egy, ritkán két virágot, egy tovább növő és egy nem tovább növő hajtást növesztve. A hajtások növeked si er lye függ a fajtától és a termesztési körülményektől. A paprika levele ép szélű, nyeles, hegyesedő kerekded vagy nyújtott ovális alakú. A csokros fajták képesek egy nóduszon egynél több virágot is fejleszteni, és az ágrendszer növekedését ezen a nóduszon leállítani. Ettől kezdve az újabb, rövid szártagú elágazások az ágrendszer idősebb részeiről fejlődnek. A determinálás helye fajtára jellemző, de nagy hatással vannak rá a környezeti tényezők is.

107. ábra. Paprikaállomány az ültetés utáni 2–3. héten *(Fotó: Szőriné Zielinska Alicja)*

A paprika virágai kétivarúak, önbeporzók, 1,2–3,0 cm átmérőjűek. Folyamatosan képződnek, átlagosan 16%-ukból fejlődik termés. A felfújt bogyótermés alakja és szí-

108. ábra. Termő paprikaállomány *(Fotó: Szőriné Zielinska Alicja)*

ne nagyon változó, a fajta jellemzője. Gazdasági érettségben lehet sárgásfehér, zöld, sárga, zöldesfehér, míg biológiai érettségben általában piros, esetleg sárga, narancssárga. A kocsány hossza határozza meg, hogy csüngő vagy felálló helyzetű-e a termés. A sima felületű, lapított vese alakú magvak a központi oszlopon és a termés belsejében lévő erek egy részén helyezkednek el. A paprika képes mag nélküli terméseket is fejleszteni, főleg alacsony hőmérsékletnél vagy súlyosabb tápanyag-felvételi zavar esetén (N-P egyensúly).

Kedvező körülmények között a termések növekedése gyors, 25–30 nappal a virág nyitása után elérik a fogyasztható állapotot. Egy tő paprikáról hetente átlagosan 100–120 g hozam várható, maximálisan 0,8–1 kg/m^2.

A *107. ábra* a kiültetést követő időszakban egy fiatal, a *108. ábra* egy termő korú paprikaállományt szemléltet.

8.2.2. A termesztés feltételei

8.2.2.1. A technológia alkalmazásának feltételei, előnyei

A paprika fő növényként üvegházban és fóliában egyaránt hajtatható, melyek egyhajósak vagy blokkrendszerűek lehetnek. A paprika nagyon érzékeny a fűtés pontos szabályozására, a termesztéshez szükséges minimális felszerelés a fűtő- és szellőztetőrendszer. A nem fűtött házakban csak nyári termesztés lehetséges, mivel érzékeny az alacsony hőmérsékletre, amely nagyfokú virágelrúgáshoz, termésdeformációhoz vezet. Az a berendezés alkalmas a téli termesztésre, amely a szükséges 35 °C Δt hőlépcsőt biztosítani tudja.

Optimális felszerelés az alsó vegetációs fűtési rendszer. A talajfűtés alkalmazása nagy figyelmet igényel, a gyökérzónában a 20 °C-nál magasabb hőmérséklet gyenge fényviszonyok esetén a termés elrúgásához, valamint a növények megnyúlásához vezet.

Termesztési és klímaszabályozási szempontból azok a nagy légterű berendezések alkalmasak, melyekben hideg időjárás esetén, szellőztetéskor a hideg levegő nem érintkezik azonnal a növényekkel, nyáron viszont a felső levelek nincsenek kitéve erős sugárzásnak. A házakat támrendszerrel kell felszerelni, amelynek magassága befolyásolja a termesztési technológiát. Az egyszeri ültetés legalább 2,5–3 méter támrendszer magasságot igényel.

A növényházak borítóanyagát illetően téli ültetéshez az üveg jobb fényáteresztést biztosít, de a tél végi és a tavaszi ültetésű állományok egy-, illetve kétrétegű fólia alatt is könnyen termeszthetők.

Talaj nélküli termesztés esetén különösen fontos az optimális körülmények betartása a gyökérzónában. Paprikatermesztéshez az öntözőrendszer teljesítménye 1–2 l/óra/csepegtető, éves vízszükséglete pedig 800–900 l/m^2/év. A kifejlett növény transzspirációs vízszükséglete 1 J/cm^2 esetén 2–3 ml/m^2, adagolása Joul-onként 2,5–3,5 ml/m^2. A paprika nem tűri a magas sótartalmat és bizonyos káros elemek felhalmozódását a gyökérzónában. Rossz minőségű víz esetén javasolt a víz sótalanítása. A páratartalom szabályozását nyáron, illetve nyári ültetés után nagymértékben megkönnyíti a párásítórendszer, amely hűtési feladatokat is ellát.

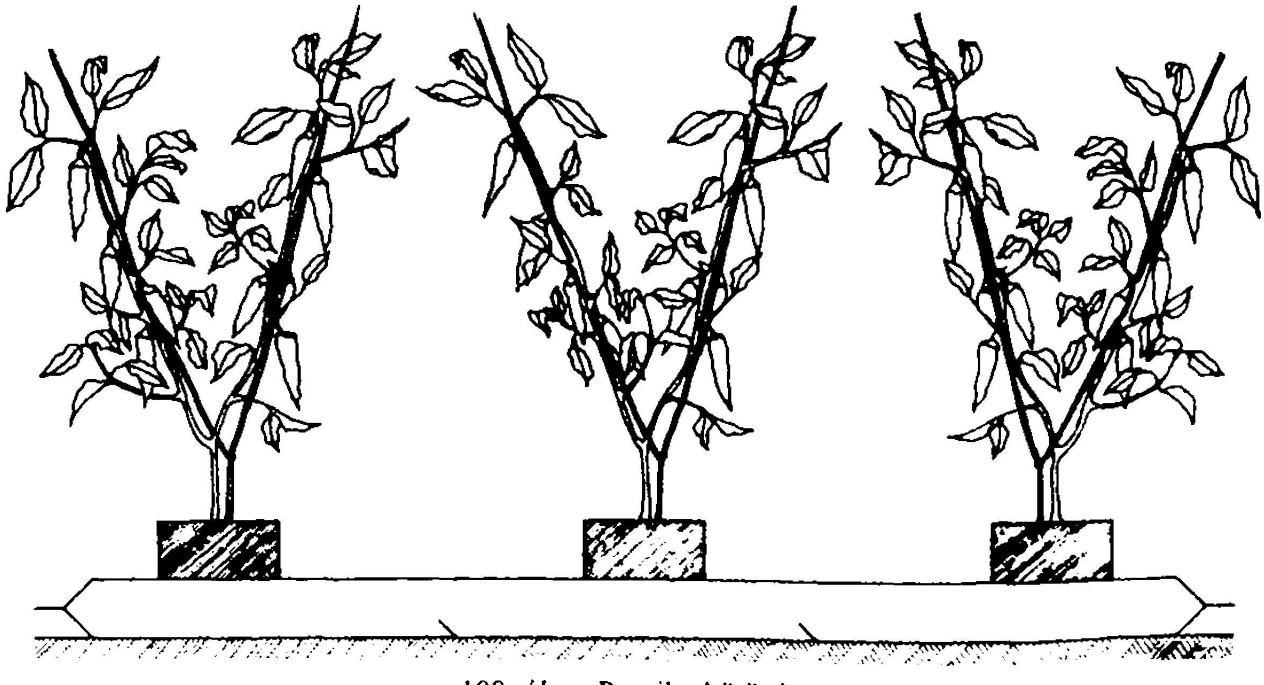
8.2.2.2. Alkalmazott rendszerek

A termesztési rendszer választásánál figyelembe kell venni a termesztőberendezés felszereltségét, az ültetés időpontját és a fajta típusát. A régi, hagyományos módszerrel kötözés nélkül, nagy sűrűséggel termeltek. A talaj nélküli rendszerekben viszont kizárólagosan támrendszeres termesztés folyik, folytonos növekedésű fajták felhasználásával. A növényállomány szársűrűsége általában duplája vagy triplája a kiültetett növény számának. Magyarországon a következő ültetési sűrűségekkel termesztik a fajták többségét:

2–3 növény/m^2 – 3 szárra vezetve,
3–3,5 növény/m^2 – 2 szárra vezetve,
5–7 növény/m^2 – 1 szárra vezetve.

A kisebb növényszám korai hajtatásban javasolt, nyáron a nagyobb sűrűség az optimális. A háromszáras termesztést kicsi kezdő ültetési sűrűségnél, hosszú ízközű fajtáknál alkalmazzák. Gyakori, hogy üvegházi körülményeknél a növényeket 2 szárra indítják, és a jobb fényviszonyok bekövetkezése után (márciusban) harmadik szárat engednek ki. A magyar, generatív fajták esetén azonnali háromszáras indításnál, már az első termések megjelenésekor termésritkítás szükséges. A szabályozás nélküli, túlterhelt szár növekedési erélye korlátozott lesz, könnyen lemarad a többitől. Kísérletek mutatják, hogy főleg a fóliás berendezésekben nálunk legbiztonságosabb a két szárra vezetés *(109. ábra)*.

Paprikánál egy szár tenyészterület-igénye 0,11–0,14 m^2. Elrendezésére több megoldás ismeretes, leggyakoribb az ikersoros, illetve egysoros V rendszerű nevelés. Az ikersorok között 60–90 cm, a sorok között 40–60 cm, növények között 20–30 cm (egyszáras) vagy 28–40 cm (kétszáras) távolság javasolt. Szélesebb csapások, és soron belül sűrűbb ültetés a nagy légterű, magas támrendszerű berendezésekben alkalmazható, ahol a növények ápolása kocsikról történik. Ügyelni kell arra, hogy a szárak ne legyenek közelebb egymáshoz, mint 15 cm.



109. ábra. Paprika kötözése

A paprika nagyon igényes a közeggel szemben. Fejlődését nem gátolja, amennyiben a következő tulajdonságokkal rendelkezik:

levegőkapacitása: 35–40 térfogat%,
vízkapacitása: 45–50 térfogat%,
pórustérfogata: 75–85 térfogat%.

Talaj nélküli termesztéshez legalkalmasabb a kőgyapot, a perlit, a jó minőségű tőzeg és kókuszhéncs. A kőgyapotos rendszerben optimális a 8–10 l közeg négyzetméterenként. Ikersoros elhelyezésnél 100×15×7,5 cm táblákra 3–4 növény ültethető. A termesztőtáblák alá javasolt hőszigetelő anyagot használni (nikecell vagy légbuborékos fólia). A perlitet, illetve kókuszt 25 cm széles, 1 m hosszú fóliazsákokba töltik, és 3–4 növényt ültetnek rá.

8.2.3. Termesztési időszakok

Magyarországon kétféle termesztési módszer alkalmazható:

- **hosszúkultúrás:** amikor a növény 8–11 hónapig van a berendezésben. A szeptember-novemberi magvetésből kiültetett paprikát korainak nevezzük. A téli ültetés a kedvezőtlen fényviszonyok miatt csak nagyon világos és magas berendezésben javasolt. Télen hullámzó terhelésnél gyakori, hogy a nóduszok hossza nagy, és a paprika hamar kinövi a házat. A növények leengedése munkaigényes, és optimálisan csak magas berendezésekben kivitelezhető. A hosszúkultúrás termesztés csak a folytonnövő fajtákkal valósítható meg.
- **rövidkultúrás:** amikor a hajtatás 4–6 hónapig tart. A január-februárban ültetett kultúrát július közepén-végén felszámolják, és a berendezés kihasználtsága szempontjából a helyére nyáron újra ültetnek az őszi hajtatás céljából. Az őszi hajtatás szokásos ültetési ideje július vége, augusztus eleje.

A termesztési időszakokról az *52. táblázat* tájékoztatást.

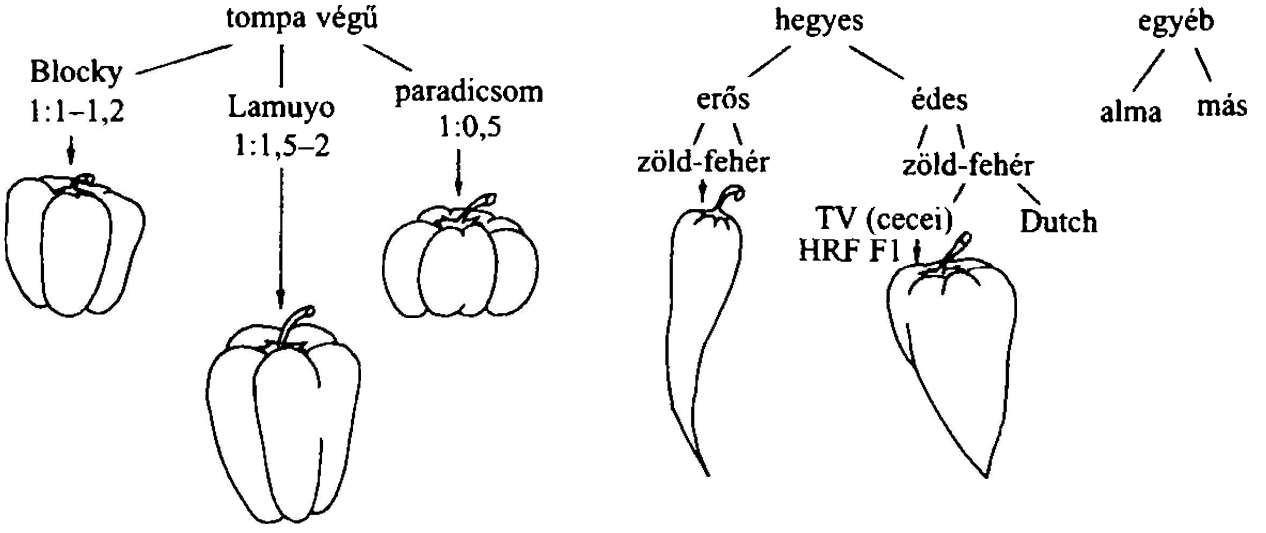
52. táblázat. Kőgyapotos paprika hajtatási időszakai

Időszak	Vetés	Ültetési időszak	Szedés kezdete	Befejezés
Hosszúkultúrás korai	IX. 15–X. 15.	IX. 30–XI. 30.	XII. 15–I. 15.	VIII. 15–IX.30.
Hosszúkultúrás hagyományos	X. 15–XI. 30.	I. 1–II. 5.	II. 15–III. 15.	X. 15–XI. 30.
Kétültetéses – első ültetés – második ültetés	 X. 15–XI. 15. VII. 1–VII. 15.	 I. 1–I. 30. VIII. 1-VIII. 15	 I. 15–III. 1. IX. 30–X. 30.	 VII. 30. XII. 30.–I. 15.

8.2.4. Termesztett típusok, fajták jellemzői, a választás szempontjai

A fajta kiválasztásakor arra kell törekedni, hogy a fajta a termesztési körülményekhez a lehető legjobban igazodjon. Magyarországi hajtatásban a megfelelő fajta kiválasztásában alapvető szerepet játszik a piaci igények kielégítése. A magyar piac a fajtaválasztásban konzervatív, meghatározó jelentőségű a fehér húsú paprika. Másik sajátos-

sága a korai időszakban előállított, kisebb vásárlói kör által keresett hegyes, erős típus, amelyet ma már kisebb mértékben a nyári időszakban is keresnek. A szupermarketek terjedésével kis mennyiségben a piacon vannak eltérő alakú (blocky, lamuyo) és színű (sárga, narancs, piros) fajták. Szerepük a magyarországi hajtatásban nem jelentős. A *110. ábra* a fajták csoportosítását mutatja.



110. ábra. Paprika fajtatípusok

Termesztés szempontjából a fajtaválasztás általános szempontjai a következők:

- **Alkalmasság az adott berendezéshez:** alacsony légterű házakban a hosszú ízközű fajták túl gyorsan érik el a támrendszert, lehetetlenné téve ezzel a további hajtatást. A fényhiányra érzékeny növények régi berendezésben nem ültethetők, ahol a téli fényszegény időszakban gyenge a fény átbocsátása. A csak vészfűtéssel rendelkező berendezésekben kerülni kell az időszakos alulfűtésre érzékeny fajták ültetését.
- **Koraiság:** egyre kisebb szerepet játszik a megnövekedett import mellett, bár most a termelés elején szedett termések még darabos áron értékesíthetők, így a korai árbevétel lényegesen magasabb. Ez főleg a tavaszi ültetésnél játszik szerepet, őszi hajtatásra a kései fajták is ajánlottak. A koraiság nem azonos a korai termesztéshez való alkalmazhatósággal, a gyengébb fényviszonyok között jól kötődő fajtákat érdemes választani.
- **Termés színe, alakja, minősége, nagysága, pultállósága** néha fontosabb szereppel bír, mint a hozam. A tölteni való (t. v.) paprikánál gyakori, hogy korai időszakban a színe zöldessárga, ami nehezíti az eladást. Csípős paprika esetén az erős zöld szín a kedvező. Sok fajtánál a kedvezőtlen körülmények miatt szabálytalan, görbe termések képződnek, csökkentve ezzel a piacos áru mennyiségét. A bibeponton megjelenő kinövések lényegesen csökkentik a tárolhatóságot *(111. ábra)*. A paprika osztályozásában döntő szerepet játszik a váll szélessége. A több magot képző bogyók vállasabbak. A hazai piacokon az értékesítési csatorna dönti el, hogy milyen terméső fajtát válasszunk. Nagybani piacon a darabos áru a kedvelt, a szupermarketek pedig a közepes méretű, egyenletes bogyókat képző fajtákat keresik. Értékes tulajdonság a tárolási és szállítási alkalmas-

111. ábra. Termés bibepont felőli végén fejlődő kinövések szedés után letörnek, csökkentik a tárolhatóságot *(Fotó: dr. Slezák Katalin)*

ság és pultállóság megtartása. A hegyes, erős típusban a csípősség szempontjából stabil fajták magasabb árral értékesíthetők. Az utóbbi időben egyre nagyobb jelentősége van a bogyó húsvastagságának. A magyar piac a korai időszakban nem, később viszont, a kilós eladásnál előnyben részesíti a vastag húsú, szabályos kúp alakú árut.

- **Hozam és termőképesség eloszlása:** függ a bogyók súlyától és attól, hogy hány termést képes fejleszteni egyszerre. A korai termés leginkább attól függ, hogy a fajta kedvezőtlen körülmények között milyen eredményességgel köt be. A korlátozott besugárzásnál néha a bekötött termések 60%-ából lesz termés, a többit a növény elrúgja.
- **Növény habitusa:** a növény növekedési típusának tekintetében a termelőnek figyelembe kell venni a hajtatási időszakot is. Korai időszakban a viszonylag ke-

vés fény miatt a főszár megnyúlhat, ezért célszerű rövidebb ízközű, zömökebb fajtákat választani. Hosszúkultúrás termesztésnél az erőteljes, folytonos növekedés a kívánatos, gyenge oldalhajtás-képzési hajlammal. Ezt nem csak genetikai tulajdonságok befolyásolják, hanem nagymértékben hatással vannak rá a termesztési tényezők is. Több rétegű, alacsony szerkezetű fóliás berendezésekben és téli termesztésben csak nyitott, laza lombozatú fajták javasolhatók.

- **Kórokozókkal szembeni ellenálló képesség:** a termesztés sikerének egyik alapja. Az állomány egész tenyészideje alatti fertőzésmentességére irányuló törekvés abban is megnyilvánul, hogy a fajták nemesítésében a rezisztenciagének beépítése fontos szerepet játszik. A leggyakoribb rezisztenciákat és jelöléseiket az *53. táblázat* mutatja.
- **A kalciumhiánnyal, napégéssel szembeni tűrőképesség:** a t. v. és csípős paprikánál egyaránt fontos, mivel a nyári időszakban ez a leggyakrabban előforduló fiziológiai betegség.
- **Tűrőképesség a korlátozott mennyiségű közeggel szemben:** egyre fontosabb, mivel a talaj nélküli termesztésnél kis mennyiségű közegben termelünk.
- **Zöldmunka-igény:** a kézimunkaerő-igény számítása miatt fontos fajtatulajdonság, ilyen tekintetben az egyes fajták között nagy különbség van.

53. táblázat. Paprikarezisztenciák

Tudományos név	Angol elnevezés	Jelölés
Vírusok		
Cucumber Mosaic Virus	Cucumber Mosaic	CMV
Tobamovirus group (see below)	Pepper mild mottle	Tm
Pepper Mottle Virus	Pepper mottle	PepMoV
Potato Virus Y	Potato Virus Y	PVY
Tobacco Etch Virus	Tobacco Etch	TEV
Tomato Spotted Wilt Virus	Tomato spotted wilt	TSWV
Baktériumok		
Ralstonia solanacearum	Bacterial wilt	Rs
Xanthomonas vesicatoria (ex Xanthomonas campestris pv. Vesicatoria)	Bacterial spot	Xv
Gombák		
Fusarium oxysporum f.sp. capsici	Fusarium wilt	Foc
Leveilulla taurica	Powdery mildew	Lt
Phytophtora capsici	Buckeye fruit and root rot	Pc
Fonálférgek		
Meloidogyne arenaria	Root-knot	Ma
Meloidogyne incognita	Root-knot	Mi
Meloidogyne javanica	Root-knot	Mj

8.2.5. Biológiai igények

8.2.5.1. Levegő hőmérséklete

A többi hajtatott növényhez hasonlóan a magas hőmérséklet korlátozza a paprika hozamát, az alacsony viszont negatívan befolyásolja a termések minőségét. A paprika melegigényes növény, a megfelelő fejlődéshez 25 °C körüli hőmérséklet szükséges (egyes fejlődési fázisokban hőigénye ettől ±7 °C-kal eltér). A vegetatív növekedés 21–23 °C-nál a leggyorsabb, a virágok nyílása előtt lehet ennél magasabb is (21–27 °C). A virágfejlődés kezdeti időszakában az alacsony hőmérséklet befolyásolja a termés arányait. A típusok eltérő érzékenységgel reagálnak, de 10 °C alatt mindegyiknél rövid termés fejlődik. A kaliforniai típusok, amelyeknél a bogyó hossza és átmérője azonos, 20 °C hőmérsékleten 0,91 arányt ad, 10 °C-on már csak 0,79-t. Minél nagyobb az arány (hoszszabb termés), annál nagyobb a torzulás. A magyar t. v. típusú fajták aránya 1,1–1,4 körüli, optimális fejlődésükhöz 18–20 °C-ot igényelnek. 1–2 napos hideg kedvezőtlen hatása még nem jelentkezik a hozamban, viszont a hosszabb ideig tartó, 15 °C alatti hőmérsékletnél az arányok annyira megváltoznak, hogy a termések eladhatatlanok. Gyakori a csokros virágképződés, a bogyók 30–40%-a mag nélküli, súlyuk az átlagosnál kisebb. A hatás akár 3–4 hétig gátolhatja a normális bogyók fejlődését.

Ez a hőmérséklet nemcsak a bekötéshez túl alacsony, de a növekedést is gátolja, a paprika fejlődése így leáll. A virágzás időszakában, alacsony hőmérsékleten a virágok nem nyílnak ki, illetve kevés virág jut el a teljes kifejlődésig. A terméskötés folyamatára főleg az éjszakai hőmérséklet van hatással, és nagymértékben a fényviszonyoktól is függ. Télen, fényhiány esetén hidegebb környezetben 16–17 °C-on köt a legjobban. Amennyiben a hőmérséklet eloszlása a berendezésen belül 3–4 °C eltérést mutat, a téli hónapokban a háznak lehetnek olyan részei, ahol a növények lerúgják a virágot és olyanok is, ahol torz termések fejlődnek. Ezt figyelembe kell venni a minimális hőmérséklet beállításánál. Jó besugárzásnál a kötést a 30 °C feletti hőmérséklet korlátozza. A termésfejlődés 17–22 °C-nál a leggyorsabb.

Minél kisebb a besugárzás, annál alacsonyabb hőmérsékletet kell tartani a házban. A „standard" értékeknek a 23 °C nappali és 19 °C éjszakai hőmérsékletet tekinthetjük.

A bogyónövekedés 300–400 W/m^2 besugárzásnál a leggyorsabb, amennyiben a nappali hőmérséklet nem lépi túl a 25–26 °C-ot, és az éjszakai hőmérséklet

54. táblázat. A paprikatermesztésben ajánlott hőmérsékletek fényviszonytól függően

Sugárzásintenzitás (W/m^2)	Nappali hőmérséklet (°C)	Éjszakai minimum hőmérséklet (°C)
100 alatt	20	15
100–200	21–22	16
200–300	23–24	16–17
300 felett	25–26	17

6–7 °C-kal alacsonyabb a nappalinál. A túl magas nappali és éjszakai hőmérséklet hatására a bogyók növekedése lelassul.

Az *54. táblázat* mutatja az ajánlott nappali és éjszakai hőmérsékletek alakulását, a fényviszonytól függően.

Szén-dioxid-trágyázás esetén, magas páratartalom mellett és jó fényviszonyoknál 3–4 °C-kal magasabb hőmérsékletet lehet tartani.

8.2.5.2. Közeg hőmérséklete

A paprika talaj nélküli termesztésében legmagasabb közeghőmérsékletet palántanevéléskor és gyökeresedési időszakban kell tartani. Ekkor az optimális érték 22–23 °C, ennél alacsonyabb vagy magasabb hőmérsékleten a gyökér növekedése korlátozott. Egyéb időszakokban a közeg hőmérsékletét a fényviszonyokhoz kell igazítani, télen 18–19 °C, nyáron 19–21 °C. A túl alacsony hőmérséklet felborítja a növekedési egyensúlyt: csokorban sok, alaktalan, nagy virág képződik. A termések partenokarpok, szabálytalan alakúak lesznek, és ezzel egy időben a 15 °C-nál hidegebb közeg erősen korlátozza a növekedést, hiszen ilyen körülmények között a növény nem képes elegendőt párologtatni. A közeg alacsony hőmérséklete akadályozza egyes tápelemek felvételét, közülük legnagyobb mértékben a foszforét, ami jellegzetes foszforhiány formájában jelentkezik. Az alsó levelek fonákján vörösesbarna elszíneződés látható. A túl magas hőmérséklet fényhiányos időszakban terméselrúgást okozhat, nyáron viszont nehezíti a kalciumfelvételt, hibás termések fejlődnek. Amennyiben a közeg melegebb, mint a levegő, a transzspiráció és vízfelvétel közti egyensúly felborul, ami a termések repedéséhez vezet. A paprika – a paradicsommal ellentétben – igényli a termesztőtábla, illetve a talaj fűtését, de nem viseli el annak túlmelegedését.

8.2.5.3. Fény

A termesztés környezeti feltételei közül legfontosabb a fény. Paprikánál ismert, hogy a növények fejlődésének idejét a napi megvilágítás tartama jobban megváltoztatja, mint a fény intenzitása. A paprika fényigényes növény, a terméskötéshez 5000 lux feletti megvilágításerősség, és 13–14 óra vagy a feletti megvilágítás-időtartam szükséges. A lényegesen erősebb megvilágítás viszont felesleges, mivel nemcsak a téli alacsony, de a nyári túl erős besugárzás is korlátozza a termelést.

Télen, rövid nappal és alacsony besugárzás mellett a növények kevés asszimilátát képesek előállítani. Hiány esetén a paprika szigorú sorrendbe osztja szét a meglévő anyagokat, elsőnek a nagy, 3–4 hetes, kifejlett terméseket látja el, később a növény fenntartásához szükséges anyagokat biztosítja. Sorrendben a következő a gyökérrendszer, ezután pedig a virágbimbók. Utolsónak, a kicsi bekötött termésekhez jutnak el az asszimilláták. Az eloszlás eredménye, hogy korlátozott fénynél a növény, amíg nagy termés van rajta, a kis bogyókat lerúgja. Túlfűtéssel mi magunk növeljük az asszimilláták felhasználását. Magyar viszonyokban fényhiány novembertől-márciusig állhat fenn. Mivel ezt nem tudjuk jelentős mértékben és gazdaságosan befolyásolni, a többi környezeti tényezőt a mindenkori meglévő fényviszonyokhoz kell igazítani *(55. táblázat)*. Az utóbbi időben a termésmennyiség és -minőség javítása érdekében, a

55. táblázat. A környezeti tényezők szabályozása a fényviszonyoktól függően

Sugárzásintenzitás (W/m^2)	Hőmérséklet nappal (°C)	Tápanyag- és vízigény	Páratartalom (R%)	CO_2 (ppm)
110 alatt	19–20	alacsony	70–75	400
110–200	20–22	közepes	75–80	600
200–300	21–25	nagy	80–85	800
300–350	24–27	igen nagy	80–90	1000

hidrokultúrás termesztésben mesterséges megvilágítást is alkalmaznak a holland termelők. A paprikában az a teória, hogy a fény : hőmérséklet arány növelésével nagyobb termés érhető el, és a termesztés 10–15 ezer lux fényintenzitás mellett gazdaságos. A téli és kora tavaszi mesterséges megvilágítás optimális növényszársűrűség mellett egész évben lehetővé teszi a paprika termesztését. A termesztési periódus hosszabb lesz, a fényhiány miatt nem kell terméselrúgásra számítani, a termés fejlődése pedig felgyorsul. Ha a természetes és mesterséges megvilágítás összesen eléri a napi 15 órát, 10–15%-kal nő a hozam. Ennél hoszszabb fotoperiódust nem alkalmaznak, mert akkor a növények nem szállítják el a cukrokat a levélből, így az nem épül be a termésekbe.

A túl erős fényintenzitás hatására a nóduszok rövidülnek, a levelek felülete csökken, a növények lerúgják a kis terméseket. A bogyók növekedése lelassul, rövidebbek, néha szabálytalan alakúak lesznek. Lényeges gazdasági kárt okozhat a napégett termések mennyisége. Káros hatása jobban érezhető a gyengén meggyökeresedett állományoknál, illetve a hosszan tartó, borús idő után bekövetkezett napos időben. A besugárzás káros hatásai árnyékolással mérsékelhetők. Nyári időszakban a festéssel, raschelhálóval árnyékolt házban a paprika jobban köt, a hozam pedig magasabb lesz. A bogyók nagysága és minősége javul, mivel az árnyékolással 4–6 °C-kal csökkenhető a hőmérséklet.

8.2.5.4. Levegő páratartalma

A paprika termesztésében a páratartalomnak nincs akkora hatása a növekedésre, mint a hőmérsékletnek vagy a fénynek. Az optimális érték az egész termesztés ideje alatt 70–80%. Kimutatták, hogy ennek növelése leginkább a termések minőségére és mennyiségére van hatással. Éjszakai magas, 95%-os relatív páratartalom mellett nő a nagy termések aránya, viszont az összhozam nem változik. A bogyókban 20–30%-kal növekszik a magvak száma, egységnyi súlyuk nagyobb lesz. Az éjszakai párás levegő stimulálja a vízfelvételt, és a korlátozott transpiráció miatt a felvett víz a termésekbe vándorol, növelve ezzel a bruttó súlyt. A magas nappali páratartalom viszont növeli a bekötött termések számát és szárazanyag-tartalmát a növényben. Az értékek beállításánál figyelembe kell venni, hogy a magas páratartalom elősegíti a gombás fertőzések, elsősorban a botrítiszes betegség terjedését. A szélsőségesen változó páratartalom erős stresszt vált ki a növényekben, csökkentve ezzel az ellenállóságot a kórokozókkal szemben. Fokozatos szellőztetéssel, erős szél esetén csökkentett nyitással a stresszhatás mérsékelhető.

Az 50%-nál alacsonyabb páratartalom korlátozza a transzspirációt, a növekedés lelassul, kisebb levelek alakulnak ki. A nyári időszakban ültetett növények kis zöldtömege nem képes az intenzív szellőztetés hatására kialakult alacsony páratartalmat növelni, ezért ekkor a párásítók használata, valamint a betonjárdák, fóliatakarók folyamatos öntözése javasolt.

8.2.5.5. Közeg nedvessége

A közeg nedvességét a fejlődési fázishoz és az időjáráshoz kell igazítani. Paprikánál, ültetés utáni időszakban a közeg 60–65%-os nedvességtartalma elősegíti a gyökerek erőteljes növekedését. Erős gyökérrendszer fejlesztése csak a termesztés első időszakában lehetséges, amíg a termések nem használják el az összes asszimilátát. Az első bogyók megjelenése után növelni kell a közeg nedvességét, és a továbbiakban, napos időben 75–85%-os értéken kell tartani.

Borús napokon az 5–10%-kal alacsonyabb érték elősegíti a gyökérrendszer regenerálódását.

A közegben fellépő vízhiány virág- és terméselrúgáshoz vezet, a bogyók aprósodnak. Amennyiben ez a sókoncentráció növelésével párosul, ez az egyik leggyakoribb oka a terméseken megjelenő kalciumhiánynak. A túl nedves közegben a gyökerek bebarnulnak, a növények növekedése lelassul, fényszegény időben pedig terméselrúgás is bekövetkezhet.

A paprika harmonikus fejlődése, minimális napi nedvességingadozás mellett lehetséges. Nagy eltérések, illetve a kora reggeli időben a túl nagy nedvesség az arra érzékeny fajtáknál az érett bogyók repedéséhez vezet.

8.2.5.6. Levegő szén-dioxid-tartalma

Télen talaj nélküli termesztésnél, szélcsendes időben jól záródó üvegházakban, fóliaházakban, ablaknyitás nélkül teljesen elfogyhat a CO_2. A paprika CO_2-trágyázása több szempontból előnyös, hatékonysága a jó fényviszonyoknál és a hőmérséklet optimalizálásával fokozódik. Télen a 800–1000 ppm-es szint segíti a termésbekötést, és a paradicsomhoz viszonyítva jelentősen magasabb fotoszintézisszintet eredményez. Az asszimiláció növelésével a bogyók gyorsabban növekednek, 3–4 nappal korábban szedhetők. A növények CO_2-kiegészítésére palántanevelés alatt 900 ppm-es szint szükséges. Mesterséges megvilágítással együtt 30–40%-kal növeli a gyökértömeget, 50%-kal pedig a szár szárazanyag-tartalmát. A palántanevelés ideje csökken, a növények korábban teremnek. Kísérleti eredmények szerint maximálisan 30–40%-kal növelhető a termés mennyisége, amennyiben az egész termesztési időszakban a szén-dioxid-koncentráció nem esik 200 ppm alá, és a többi tényező is az optimumon van. A mi klímaviszonyaink között ez csak mesterséges megvilágítással és nyári hűtéssel lehetséges. A besugárzás növekedésével a ház hőmérséklete is emelkedik, gyakran lényegesen túllépve a növekedési optimumot.

Magyar viszonyok között, amíg a szellőzők nyitása 20% alatt van, a magas koncentráció alkalmazása ajánlott, míg félig nyitott állapotig gazdaságilag csak az alap CO_2-szint tartása javasolt. A szén-dioxid-trágyázást 1–2 órával napkelte után kezdjük, és 2 órával napnyugta előtt fejezzük be.

8.2.5.7. Tápanyag

A paprika a tápanyagigényes növények közé tartozik. A nagy hozam és jó minőség eléréséhez a növények bőséges tápanyagpótlást igényelnek. Hajtatásban – a termesztési időszaktól függően –, 1 kg termés kifejlesztéséhez a következő tápelemeket veszi fel: N–2,4 g, P–0,4 g, K–2,9 g. A különböző tápelemek mennyiségének ismerete nem elegendő a helyes tápanyag-utánpótlásához. Ügyelni kell az elemek egymáshoz viszonyított arányára, és az ionantagonizmusra. A tápoldatozásnál figyelembe kell venni, hogy a paprika gyökérzete érzékeny a magas sókoncentrációra, így a tápelemek utánpótlását folyamatosan kell végezni. Tápanyagigénye és -felvétele a fejlődés különböző szakaszaiban nem egyenletes. Tápoldatozási szempontból a paprika fejlődésénél 4 szakaszt különböztetünk meg, amit az *56. táblázat* szemléltet.

56. táblázat. A paprika fejlődési szakaszainak időtartama

1.	Gyökeresedési szakasz	Kiültetéstől 14–18. napig
2.	Erős hajtásnövekedési szakasz	18. naptól 40–42. napig
3.	Első termések érése	40. naptól 54–60. napig
4.	Termő időszak	60. nap után

Palántanevelésekor és ültetés után a növényeknek magasabb nitrogénszintre van szükségük, virágzás és a termés növelésekor viszont több káliumra. Az intenzív növekedési és termő időszakban a kalcium iránti igény alig változik, a magnézium mennyiségét viszont csökkenteni kell. A nitrogénnek, foszfornak és káliumnak mintegy 2/3-a termésben, 10–20%-a a levelekben és 3–15%-a a gyökerekben halmozódik fel. A kalcium és magnézium közel 50%-a a lombozatba épül be. Az *57. táblázat* a paprika tápanyagigényét mutatja.

57. táblázat. A paprika napi tápanyagszükséglete (mg/m^2/nap)

Fejlődési stádium	N	P	K	Mg
Gyökeresedési szakasz	140	200	110	10
Erős hajtásnövekedési szakasz	250	80	250	50
Első termések érése	330	60	400	70
Termő időszak	310	60	400	60

A paprika a foszforhoz képest jelentős mennyiségű nitrogént és káliumot hasznosít. A tápanyagpótlásnál figyelembe kell venni ezeket, és a termesztési technológiákból származó veszteségeket is. A tápelemek hiányát és a túladagolás által okozott tüneteket az *58. táblázat* mutatja.

58. táblázat. Tápelemek hiánya és túladagolási tünetei paprika növényen

Elem	Hiány tünete	Túladagolás tünete
N	Sárgulás, pirosodás az alsó leveleken, hajtás gyenge, vékony; virágbimbók, termések leesnek, kálcium hiány a bogyókban	haragoszöld lombozat
P	Lombozat sötét, kékes zöld, az alsó levelek fonáki részén bordó elszíneződés, gyenge gyökérrendszer növekedés	ismeretlen
K	Levéllemezen a szélétől induló barnulás, levelek, hajtások gyenge vigort mutatnak	gátolja más elemek felvételét
Mg	Sárgulás a közepesen fejlett leveleken az erek között, az ér zöld marad,	nagy világos színű levelek
Ca	Fiatal levelek kampósak, sárgásbarna, bordó foltok jelennek meg a levélszéltől indulva, később a levél széle és vége elhal, gyökerek barnák, gyengén fejlődnek, a termés csúcsi részén barna foltok jelennek meg	nem ismert
S	Sárgulás a leveleken, erezete világosabb mint a lemez, felső levelek hullámosak.	kisebb levelek, lassúbb növekedés
Fe	Fiatal levelek klorotikusosak az erek között, erős hiány esetén foltokban	nem ismert
Mn	Pettyes elszíneződés a felső leveleken vagy látható zöld háló köztes sárga foltokkal, klorózis mértéke kisebb, mint a Fe-hiánynál, kevesebb virágbimbó képződik	csökkentett növekedés
B	A szár megreped	levélcsúcs elhalása, amely közepe fele halad
Zn	Klorózis az idősebb leveleken	vasklorózist idéz elő, növény fejlődésben visszamaradt, vékony
Cu	Ritkán jelenik meg	lassú növekedés, vastag, sötét oldalgyökér
Mo	Levelek felfele kanalasodnak, erek közötti foltosság először az idősebb leveleken alakul ki, száraz megperzselt levelek	levelek sárgulnak
Cl	Nem ismert	jelentős levél barnulás, széle elpusztul és szakadozik
Na	Nem ismert	megakadályozza a kálium felvételét

8.2.6. A termesztés technológiája

8.2.6.1. Terület előkészítése

A ház előkészítése a terület egyengetésével kezdődik, amit a 1,5–2%-os lejtésű drénárkok elkészítése követ. A hibás profilozás a termesztés alatt sok gondot okozhat, amennyiben a drénvíz nem folyik el, és a gyökerek pangó vízben állnak. Ezen kívül könnyen átmehet a fertőzés a talajból az újonnan kiültetett állományba is. Ezután az egész területet vagy az ikersorok közötti részt befedjük fehér fóliával, amely a fényt visszaverve világosabbá teszi a berendezést. A teljes borítás megelőzi a gyomok növekedését és izolálja a fertőzött talajt. Részleges borításnál könnyebb tartani a magasabb páratartalmat, a talaj pufferoló hatása jobban jelentkezik. A termesztőtáblákat vagy konténereket úgy helyezzük el, hogy a termesztés során keletkezett drénvíz ki tudjon folyni. Ültetés előtt a kőgyapotot fel kell tölteni megfelelő EC-jű és pH-jú tápoldattal. Általában a tápoldat paramétereit kell igazítani a palántanevelő kockában lévőhöz, és az azonos értékeket betartani. Ez az öntözőrendszeren, tüskéken keresztül történik. Konténeres termesztésnél, szerves anyagok használatakor feltétlenül szükséges bevizsgálni a közeget. Ha magas a sótartalma, át kell mosatni, ha majdnem „üres" a közeg, fel kell tölteni a megfelelő tápelemekkel. Ez gyakran csak tömlőn keresztül történhet. A berendezést legalább 1 nappal ültetés előtt fel kell fűteni, mivel a vizes közeg hőmérséklete pár fokkal alacsonyabb, mint a levegőé.

Ültetés előtt a ház fertőtlenítése szükséges, amely során az üveget és a vázszerkezetet lemossuk és megtisztítjuk a kórokozóktól és kártevőktől. Ilyen célból alkalmazhatunk kénezést, meleg- és hidegködképzést is.

8.2.6.2. Ültetés

A kiültetésre alkalmas palánta 35–45 g súlyú, kb. 25 cm magas, 4 fejlett levélpárral rendelkezik, és az első elágazásból oldalhajtások indulnak. Kőgyapotos palántánál fontos a gyökérzet állapota: paprika esetén legjobb, ha több gyökér éppen kibújik a közegből. Optimális körülmények között ezt az állapotot a növények 6 hetes korukban érik el. Magyarországon, a termálvízzel fűtött berendezésekben ennél fiatalabb, 4 hetes palántákat ültetnek, a legkésőbbi ültetési időpont, amikor az első virág nyílik. A növényeket azonnal állandó helyükre ültetjük, utána 1–2 héten keresztül folyamatosan 20–21 °C hőmérsékletet és 70–80%-os páratartalmat tartunk. Célunk, hogy erős gyökérrendszer alakuljon ki. Ezt elősegítheti a magas CO_2-koncentráció (800–1000 ppm) és a magas közeghőmérséklet (21 °C). A higiénia és a fényhasznosulás miatt a telepítés során elkoszolódott takarófóliát célszerű hipós vízzel felmosni, amit óvatosan kell végezni, ugyanis napos időben levélkárosodást okozhat. Ezért célszerű a fertőtlenítés idején a szellőzőket nyitva tartani.

A tápoldatozás az első héten napi rendszerességgel történik, a kockákban elhelyezett tüskéken keresztül (télen 1–2 öntözés, nyáron több). Ebben az időszakban az öntözési adag 70–80 ml/növény. Az első héten, amíg a gyökerek nem nőttek át, figyelni kell a következő paramétereket a kockában: nedvességtartalom 55–65%, EC minimum 0,5 egységnyivel magasabb, mint a tápoldaté. Második héttől kezdve a gyökér-

rendszert építjük, és borús időben egyáltalán nem öntözünk, napos időben pedig naponta 1–2 tápoldatozással átmossuk a kockákat. A gyökeresedési szakasz végére az adagolt tápoldat EC-je 2,5–3,5, a táblában – téli hónapokban – elérheti a 4–4,5 mS/cm-t. A termesztés későbbi szakaszaiban, amikor a fényellátás jobb, a gyökérzóna EC-je 3–4 mS/cm-re csökkenhető.

8.2.6.3. Ápolási munkák

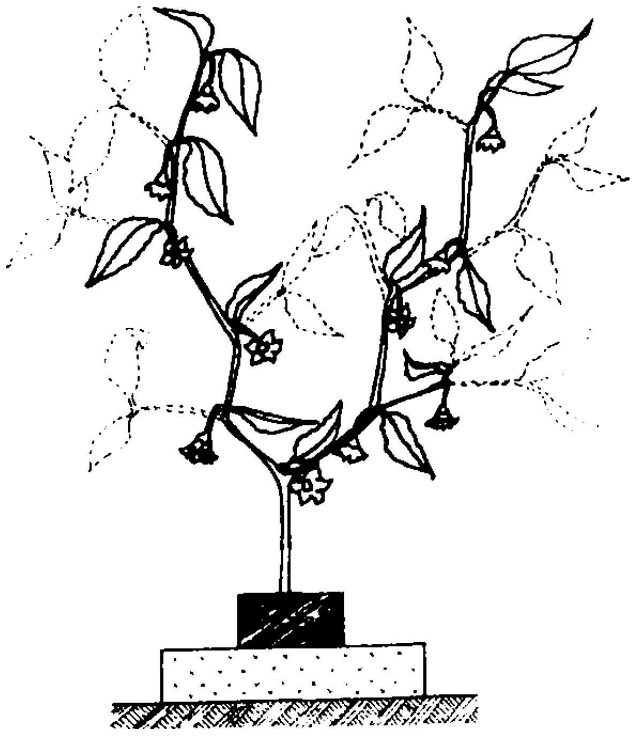
Az ápolási munkákkal mindig arra törekszünk, hogy a tenyészidő során a növénynek a legjobb környezeti tényezőket biztosítsuk, és folyamatosan a legnagyobb számú és bogyótömegű terméseket takarítsuk be.

8.2.6.3.1. Fitotechnikai ápolási munkák

A munkafolyamatok megkezdése előtt a vírusos, fertőzésgyanús töveket a fertőzés megakadályozása érdekében el kell távolítani. Mivel az ápolást mindig kézzel végezzük a növények nedvével érintkezve, nagyon fontos, hogy a munkavégzés alatt folyamatosan fertőtlenítsük a kezünket. Ezen kívül, az eltávolított növényi részeket minden esetben vigyük ki a növényházból, ezáltal is csökkenthetjük a vírusátvitelt. Fontos szabály, hogy lehetőleg száraz, napos időben dolgozzunk, és a munkavégzés után erősen szellőztessük, illetve fűtsük a házat. Az ápolási munkákat úgy szervezzük, hogy azok mindig azonos irányban történjenek, ezzel a vírusfertőzéseket mérsékleni tudjuk.

Kötözés: A hajtatásban használt fajtákat zsinórra csavarva vezetik fel a támrendszerhez. Ennek a legegyszerűbb módja, ha a zsineget az elágazás alatt rákötjük a főszárra, de rögzíthető klipsszel vagy az ültetéssel egy időben, a kocka alá helyezve és ráültetve a növényt. Rövid, 2 ültetéses rendszereknél elegendő a zsinór másik végét felkötni a dróthoz, 10–20 cm-es tartalékkal. Hosszúkultúrás termesztésnél a zsinórt 40–50 cm-rel hosszabbra hagyjuk, mint a támrendszer magassága. Az első kötözés optimális időpontja, amikor az első bimbó fehér állapotban van, legkésőbbi pedig az első termések megjelenésekor (az ültetés utáni 2–3. héten). A többszáras termesztésben ezt 1 vagy 2 menetben végzik, általában a főhajtások válogatásával egy időben.

Metszés: A jó minőség és a megfelelő termésmennyiség eléréséhez a növényeket folyamatosan jó kondícióban kell tartani. Ennek fontos mozzanata a megfelelő lombfelület és termésarány kialakítása. A lombfelület nagyságát metszéssel, míg a termés mennyiségét termésritkítással szabályozzuk. Amikor a növény első elágazása „villája" kialakul, a hajtások legalább 10–15 cm hosszúak, elkezdjük az alakító metszést. Mivel a növény nevelése történhet egy, két, illetve három szárra, először kiválasztjuk azokat, és a zsineg köré tekerjük. A többi hajtást visszatörtjük, általában egy virágot hagyva rajtuk. Amennyiben a növény vagy ág nem eléggé erős, akkor csak levelet hagyjunk rajta. Így a nagyobb lombfelület télen a kevés fényt jobban tudja hasznosítani. Továbbiakban a vezérágak metszése úgy történik, hogy a villa erősebb ágára hajtjuk a madzagot, a kacshajtáson egy terméskezdeményt és két-három levelet hagyunk, majd visszatörjük. Törekedni kell arra, hogy a termések nagy része a főszáron, illetve annak közelében helyezkedjen el. A kacshajtáson meghagyott virágbimbóból akkor lehet termés, ha a növény lerúgja közvetlen a főszáron lévő termést. Amennyiben a növényterhelés megfe-



112. ábra. A paprika kétszáras metszése

ő, z o dalkacson nem ha_yunk virágot. A metszés bonyolultsága abból áll, hogy minden alkalommal a növényhez egyénileg kell igazítani, nem pedig csak az állomány általános kondíciójához és a körülményekhez. A vezérhajtás a későbbiekben újból elágazik, ahol szintén az erősebb ágat meghagyjuk, a kacsot viszont visszatörjük. Az oldalkacs metszése korai stádiumban javasolt, amikor a hossza 5–10 cm között van. A nagyobb hajtások meghagyása gyengíti a növényeket, csökkenti a hozamot, sűríti az állományt és az alatta fejlődő termések nem jutnak elegendő fényhez. A későbbiekben – fajtáktól függően – az oldalhajtások növekedése nem ann ira intenzív, í csökken a metszés fontossága. Egyes fajtáknál az egyensúly beállta után nincs rá szükség, és a zöldmunkák elsősorban a főszár rögzítésére korlátozódnak. Korai termesztésben az első villa alatt, a száron fejlődő kis hajtásokat meghagyjuk a nagyobb lombfelület biztosítása érdekében, csak a bimbókezdeményeket szedjük le erről a részről.

A metszést vázlatosan a *112. ábra* szemlélteti.

Terméssza bályozás: A növények a főszáron és a kacshajtáson terhelhetők, azok metszésével már szabályozzuk a maximális lehetséges termések mennyiségét. A továbbiakban, a növények a termés lerúgásával maguk változtatják a vegetatív-generatív egyensúlyt. Ezen kívül néha a virágok vagy bekötött termések eltávolítása szükséges, amivel elkerülhető a termésátlagok hullámzása és selejt termések magas aránya. A növény vegetatív-generatív növekedése akkor van egyensúlyban, ha azonos időben 1–3 szedhető termést, 1–3 kisebb bogyót, 2–4 bekötött termést, 2–3 nyitott virágot és néhány bimbót hordoz a tő.

Egyenletesebben fog nőni, és erősebb lesz az állomány, ha hosszabb ideig a gyökérrendszer és lombfelület növesztésére összpontosítunk. Ez akkor lehetséges, ha az első termések később kötnek be, és az első villában fejlődő virágkezdeményeket eltávolítjuk. Ez manuálisan az első metszések során elvégezhető, de egyenletes állományban direkt virágelrúgást idézhetünk elő, ha 1–2 éjszakán keresztül a levegő és a közeg hőmérsékletét emeljük.

Az egész termesztés során, de főleg télen és tavasszal törekedni kell arra, hogy a deformált terméseket, azok 3 cm-es fejlettsége előtt eltávolítsuk. A fejlődő bogyók később sok tápanyagot vonnak el az egészséges termésektől. Ezt a terméválogatást április elejéig javasolt végezni. Nyáron, amikor már intenzívebb a terméshozam, csak a sérült, beteg terméseket válogatjuk le, általában tekeréskor vagy a termésszedéssel egy időben.

Előfordul, hogy a virágok egy nóduszban csoportosan jönnek, ott maximum a két legfejlettebb virágot hagyjuk meg.

Tekerés: A paprika felkötözését a szár rendszeres tekerése követi. A munkát 2 hetente, a metszéssel egy időben végzik úgy, hogy a szár vastagodását és nedvkeringését ne akadályozza meg. A munkavégzés során ügyelni kell arra, hogy a felső 15–20 cm szabad maradjon, a növények részei ne kerüljenek a zsineg és a szár közé. Az alsó részen becsípett termések szabálytalanul fejlődnek, terhelve ezzel a növényt, a felső részen a levelek, oldalhajtások beszorítása növeli a szürkepenész fertőzésének veszélyét.

Levelezés: A paprikaállományban nem rendszeresen végzett művelet. Tavasszal és nyáron az alsó sérült, sárguló és alig asszimiláló leveleket eltávolítjuk. Nyáron az állomány jobb átszellőzése érdekében a növény középső 80 cm-es szárrészén ritkíthatjuk a lombot. Ezzel a növényállomány gyorsabban fel tud száradni, csökken a Botrytis és Sclerotinia fertőzés veszélye is.

A virágok termékenyülésének segítése: A paprika öntermékenyülő növény, elegendő virágot nevel, a magas hozam korlátozója a bekötött termések elrúgása. A poszméhes beporzás növeli a magszámot a bogyókban, a magház nagyobb lesz. A termések kevésbé érzékenyek a stresszre, kisebb az esélyük, hogy a növény lerúgja őket. Kísérletek kimutatták, hogy 10–15%-kal több termés marad a poszméh által kezelt területeken. Gazdasági szempontból a bogyók szebbek, súlyosabbak, a selejt termések száma kisebb. 5000 m^2-re egy méhcsalád telepítése javasolt.

8.2.6.3.2. Tápanyag-utánpótlás, öntözés

Talaj nélküli termesztésben a növények tápanyag-ellátása nagymértékben a tápoldatban lévő tápelemek mennyiségétől és koncentrációjától függ. A növényeknek a fejlődés különböző időszakaiban más-más igényei vannak a környezeti tényezőktől, növény kondíciójától és a fajtajellegtől függően.

A tápoldat adagolása termesztés elején elsődlegesen a növény fejlődési fázisától függ, teljes terhelésnél inkább a fényviszonyokhoz kell igazítani. A gyökeresedési időszakban az egyszeri kijuttatott tápoldatmennyiség 450 ml/m^2. A paprika lassan gyökeresedik, az első 3–4 napon keresztül, naponta 1–2 alkalommal öntözünk, később a teljes begyökeresedésig jóval ritkábban, akár csak hetente kétszer. Ritka öntözések hatására a sókoncentráció a táblában magas lesz, elérheti 3,5 mS/cm értéket. Nyári időszakban a maximális értéke 2,8 mS/cm lehet, és mivel a meleg miatt szükséges hűteni a közeget, nagyobb 600 ml/m^2 adagot használunk, naponta 4–5 alkalommal. A rendszeres öntözés az első 3–4 kötés megjelenésekor indul. Ettől kezdve a tápoldat EC-jét a növény habitusához igazítjuk, a mennyiséget pedig a fényviszonyokhoz. Az első termések fejlődésekor a tényezőket úgy kell szabályozni, hogy vegetatív irányba toljuk a növényeket. A tápoldat EC-jét fokozatosan csökkentjük 2,8-ról 2,6-ra, az öntözések száma pedig naponta 3–4 × 150 ml tövenként. Az optimális tábla EC 2,8 mS/cm, a drén 20–30%. Törekedni kell arra, hogy a drénvíz a 3. öntözésnél jelenjen meg. A vegetatív impulzus, azaz a vegetatív növekedés indukálása azért szükséges, hogy a növények ne álljanak meg a növekedésben. Amennyiben az ízköz megnyúlása tapasztalható, magasabb EC javasolt. Az első termések szedése előtt egy héten keresztül ismételten emelni kell a tápoldat töménységét, hogy új termések képződjenek. Ezzel megakadályozhatjuk a hullámos kötést. Szervetlen közegeknél ki-

sebb töménységű tápoldatot adagolunk. Javasolt különbség a tápoldat és a közeg EC-je között 0,5–1 mS/cm.

A magas besugárzás és az intenzív növekedés idején gyakran, kisebb adagokkal (akár 20 percenként 200–250 ml/öntözés/m^2) kell öntözni. Az egyszeri adagot növelni kell, ha nagy a különbség a közegoldat és a tápoldat töménysége között. Az optimális különbség 0,5–1 mS/cm EC. A teljesen kifejlett növényeknél a javasolt tápoldat adagolása 1 J/cm^2-ként 2–3,5 ml/m^2. A paprika érzékeny a közeg túlöntözésére, főként fényhiányos időszakban, és különösen borús időben. A helytelen öntözés, a szükségesnél nagyobb műtrágya felhasználáshoz, a gyökér pusztulásához vagy a növények éhezéséhez vezet. Az egyensúlyban lévő állomány tápoldatozása 2–3 órával napkelte után kezdődik és napos időben 2–3 órával, borús időben 3–4 órával napnyugta előtt fejeződik be.

Éjszakai öntözésekre nagyon meleg időjárás esetén van szükség. A kalciumhiányos bogyók száma csökkenhető, ha a nyári melegben az utolsó- és az éjszakai öntözés kalciumdús tápoldattal történik.

Nyári ültetésnél, meleg időben a paprika fogékony a Phytium fertőzésre, amely általában a palántanevelés ideje alatt, vagy közvetlenül ültetés után következik be. A fertőzés veszély csökkenthető, ha az első héten 2-es EC-vel sokat öntözünk, hogy a gyökerek hamar benőjenek a táblákba. Később a töménységet megemelhetjük és korlátozzuk az öntözések számát: délelőtt és késő délután alkalmanként annyit adagolunk, amíg a kocka hőmérséklete lecsökken. Az ültetés utáni első két héten a legmelegebb napszakban – 11–17 óra között – kerülni kell az öntözéseket.

A termesztés ideje alatt a vízminőségtől függően szükséges a túlfolyás. Ez nem elpazarolt tápoldat, jelentős szerepet játszik a közeg paramétereinek betartásában és a felesleges tápelemek kimosásában. Mennyisége az időjárástól függően borús napon 5–10%-a, napos időben pedig 15–20%-a az összesen kiadagolt tápoldatnak.

Tápoldat összetétele. Szervetlen közegeknél a tápoldat összetételét a növény fejlődési fázisaihoz kell igazítani, a korrekció az állomány habitusa, illetve a közeg kivonata alapján történik.

Kőgyapotos termesztésnél a javasolt tápoldat összetételét az *59. táblázat* mutatja. Alapvetően törekedni kell az optimális generatív-vegetatív növekedési egyensúly beállítására, amit főleg a N : K arány befolyásol. A terhelés növekedésével a káliumigény folyamatosan nő. Az optimális N:K arány ültetéstől az első 3 kötés megjelenésig 1 : 1 („első 4 hét" recept), ezután növeljük a tápoldatban a kálium mennyiségét 1 : 1,3–1,4 N : K arányra („erős terhelés" recept). Nyári időszakban az arány 1 : 1,2-re módosul (alap recept).

A megadott makroelemek értékei csak tájékoztató jellegűek, a pontos összetétel megállapításánál figyelembe kell venni a növények kondícióját és az időjárási viszonyokat is.

A tápanyagellátás a standard receptekhez viszonyítva egyes fajtáknál eltéréseket mutat:

- Ca-hiányos termések száma nő, amennyiben a tábla EC-je túl magas, és a tápoldat túl sok káliumot tartalmaz,
- tartós hideg esetén a N és a Mg mennyisége 10–15%-kal csökkenthető, a P 30%-kal, a K 15%-kal növelhető,

59. táblázat. A paprika tápoldat összetétele

	Tábla feltöltése	Első 4 hét	Erős terhelés	Alap
pH	5,5	5,6	5,7	5,7
EC (mS/cm)	2–2,4	2–2,5	1,8–2,4	2,2
N (mg/l)	200–250	230–260	200–240	235–260
P (mg/l)	40–50	40–55	39–50	45–55
K (mg/l)	165–200	230–260	270–340	260–310
Ca (mg/l)	180–220	210–230	180–220	190–220
Mg (mg/l)	45–55	40–50	20–25	35–45
S (mg/l)	35–40	55–60	50–60	55–65
Fe (mg/l)	2–2,2	2–2,2	2–2,2	2–2,2
Mn (mg/l)	0,27	0,27	0,27	0,27
B (mg/l)	0,43	0,32	0,32	0,32
Cu (mg/l)	0,1	0,06	0,05	0,05
Zn (mg/l)	0,26	0,26	0,26	0,26
Mo (mg/l)	0,1	0,1	0,05	0,05

- tartós meleg esetén a P 15%-kal, a Ca 20%-kal növelhető,
- gyenge besugárzás idején alacsonyabb nitrogén- és magasabb káliumszintet tartunk a táblában és a tápoldatban.

8.2.6.4. Termés szedése, tárolása, előkészítése eladásra

A Magyarországon kedvelt fehér termésű paprikát – a piac igényei szerint – a biológiai érettség elérése előtt, gazdaságilag érett állapotban szedjük, amikor kialakulnak a fajtára jellemző tulajdonságok (kemény bogyó, fényes, feszes héj). A paprikabogyók virágzás után 25–40 nappal válnak szedésre éretté.

Minél rosszabbak a fényviszonyok és minél több termés van, annál hosszabb idő szükséges a bogyó növekedéséhez. A szedések gyakoriságát a fajta, valamint az időjárás határozza meg. A termések betakarítását kezdetben 7 naponta, későbbiekben 10–14 naponként végezzük. A túl ritka szedésekkel visszafogjuk a növényt a növekedésben, és az új termések nem kötődnek. Nyári és őszi időszakban a túlérett bogyók könnyen repedeznek.

A szedést kézzel végezzük, a bogyót a kocsányízesülésnél lepattintjuk a tőről. A termesztés első időszakában ügyelni kell arra, hogy a szedés alatt ne töredezzenek le a hajtások. Javasolt, hogy az egyik kézzel támasszuk ki a hajtást, a másikkal távolítsuk el a bogyót.

Főszezonban a szedések időzítésével törekedni kell arra, hogy azok a kora reggeli órákban történjenek, amikor még a növény turgora nagyobb. Ekkor a termések könnyebben pattannak, és még nem melegedtek fel. Csak az érett terméseket szedjük, valamint a deformált, túlérett és színesedő terméseket. Korai időszakban előbb átlago-

san 0,5 db, majd 1 db paprikát szedünk növényenként. Főszezonban egy szedés alkalmával négyzetméterenként akár 1 kg termés is leszedhető.

Szedés után a paprikát nagyság szerint osztályozzuk, figyelembe véve a termés hosszát és a vállszélességét. Kereskedelmi osztályoktól függetlenül elvárás, hogy a termések tiszták, egészségesek, sérülésmentesek, frissek legyenek. Az azonnal nem értékesített árut 7–8 °C hőmérsékleten akár 2–3 hétig is lehet tárolni. A túl alacsony hőfokon tárolt bogyók felülete sérül, apró foltok jelentkeznek rajta, ha a termés később 1–2 napig szobahőmérsékletre kerül. Hasonló tünetek mutatkoznak, amennyiben a meleg terméseket fóliába csomagoljuk, és hűtés nélkül tároljuk. Rövid idő is elegendő, hogy a bogyók befülledjenek. A tárolás alatt súlyveszteség következik be. A 7% alatti súlyveszteségnél az áru még nem veszít a kereskedelmi értékéből.

A hazai piacokon az értékesítés a korai időszakban polietilén zacskóban, darabos áruként történik, későbbiekben pedig M–30-as műanyag ládákban, kilósan, továbbá habtálcákban, műanyag dobozokban, necchálóban. A csomagolóanyagnak perforáltnak kell lenni. Exportra történő értékesítéskor a farekeszbe, illetve a papírdobozba csomagolás és szállítás terjedt el.

8.2.6.5. Fejlődési rendellenességek

Hajtatásban gyakran előfordul, hogy a növények fejlődése eltér az optimálistól. Ennek oka lehet valamilyen kórokozó vagy kártevő előfordulása, de gyakori, hogy a kedvezőtlen körülmények között a növény életfunkciói rossz irányba változnak. Ez utóbbi esetekben fiziológiai rendellenességről beszélünk. Paprika esetén leggyakoribb a generatív-vegetatív egyensúly felborulása. A *60. táblázat* azt mutatja hogy milyen tényezőkkel lehet ezt befolyásolni. Egyéb, leggyakrabban előforduló rendellenességek a következők:

- **A virág** mérete az optimálisnál kisebb, a kocsány vékonyabb lesz, ha a növény túl generatív. Ez főként nyáron, melegben gyakori. Ilyenkor el kell érni, hogy a 24 órás hőmérséklet 1 °C-kal alacsonyabb legyen (pl. alacsonyabb éjszakai hőmérséklettel). A túl nagy, vastag virágok fejlődése megszűnik, ha az éjszakai hőmérsékletet megemeljük. Mangán- és foszforhiányos közeg apró virágok kialakulását eredményezi.

60. táblázat. A paprika fejlődését befolyásoló tényezők hatása

Generatív hatás	Fejlődést befolyásoló tényező	Vegetatív hatás
sok fény	fényintenzitás	kevés fény
hosszú	fénytartam	rövid
alacsony	hő	magas
kevés	nitrogén	sok
sok	foszfor	kevés
kevés	víz	sok
alacsony	páratartalom	magas
nagy	terhelés	kicsi
ritka	térállás	sűrű

- **A termés elrúgása** bármelyik stressz következménye lehet. Túl vegetatív növényeknél fordul elő, ilyenkor a napi átlaghőmérsékletet 1 °C-kal emelni kell. Túl generatív növénynél is gyakori, ha a fényviszonyokhoz képest a terhelés túl nagy. 1–2 °C-os napi átlaghőmérséklet-csökkentéssel vegetatívabbá tesszük a növényeket.
- **A növény tetején virágok, termések** láthatók. A túlterhelés jele, a növekedési ütem lelassult. Gyakori a gyenge fényviszonyoknál, amikor több nagy termés van a növényen. Javasolt minél előbb leszedni a nagy terméseket, a virágokat, terméseket a növény felső részéről eltávolítani és ösztönözni a vegetatív növekedést.
- **A termés torz,** illetve alakja eltér a normálistól, ha rossz a hőmérséklet-szabályozás virágzás idején. Rövid, lapos termések fejlődnek hideg körülmények között, az éjszakai hőmérsékletet 16 °C fölött kell tartani. Besüppedt termés nyáron, nagy melegben alakul ki, törekedni kell a ház hűtésére legalább a reggeli órákban.
- **Ha a levélzet** nagy, az a túlzott vegetatív növekedésnek a jele. Amennyiben a kötés optimális, nincs jelentősége. Apró levelek nagy terhelésnél, túl magas hőmérsékletnél alakulnak ki. Nyáron, amikor hőmérséklet-csökkenés nem lehetséges, 20–30 mg NH_4-N-t kell adagolni a tápoldatban. Az idősebb levelek lemeze túl alacsony páratartalomnál összecsavarodik, ha a levélnyélnél látható a csavarodás, az a túl magas a páratartalom jele.
- **Levélklorózis** a fiatal leveleken a növény túlterhelésekor alakul ki, vagy pedig túl magas közeghőmérsékletnél. A gyökérrendszer aktiválásával (ritkább öntözésekkel) és közeg hőmérsékletének 19–21 °C-ra csökkentésével megszüntethető. Javasolt a jobb minőségű vas- és mikroelem-készítmények használata.
- **Kalciumhiány a bogyón** nem a közeg alacsony mésztartalmából adódik (abszolút hiány), hanem abból, hogy leginkább az elem nem képes eljutni a fejlődő bogyókhoz. A magas hőmérséklet és EC a közegben, valamint a levegő túl magas páratartalma nehezíti a vízfelvételt. A tényezők optimalizálásával megszüntethető a káros hatás. Amennyiben nem, gyors megoldást jelent a lombtrágyázás 400 ppm kalcium-kloriddal.

8.2.7. Irodalom

Horinka T. – Knipf R. (2007): Zöldségnövények hiánybetegségei. Modok és Társa, Kiskunhalas.

Morgan, L. – Lennard, S. (2000): Hydroponic capsium production. Casper publications, Narrabeen.

Resh, H. M. (1998): Hydroponic food production. Woodbridge Press Publishing Company, Beaverton.

Szőriné Z. A. (2007): A zöldségnövények generatív és vegetatív fejlődésének szabályozása klimatikus tényezőkkel. Kertgazdaság. 39(1): 3–11.

Terbe I. – Hodossi S. – Kovács A. (szerk.) (2004): Zöldségtermesztés termesztőberendezésekben. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Winsor, G. – Adams, P. (1987): Glasshouse crops. Long Ashton Research Station, Long Ashton, UK.

Zatykó L. (1993): Paprika. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

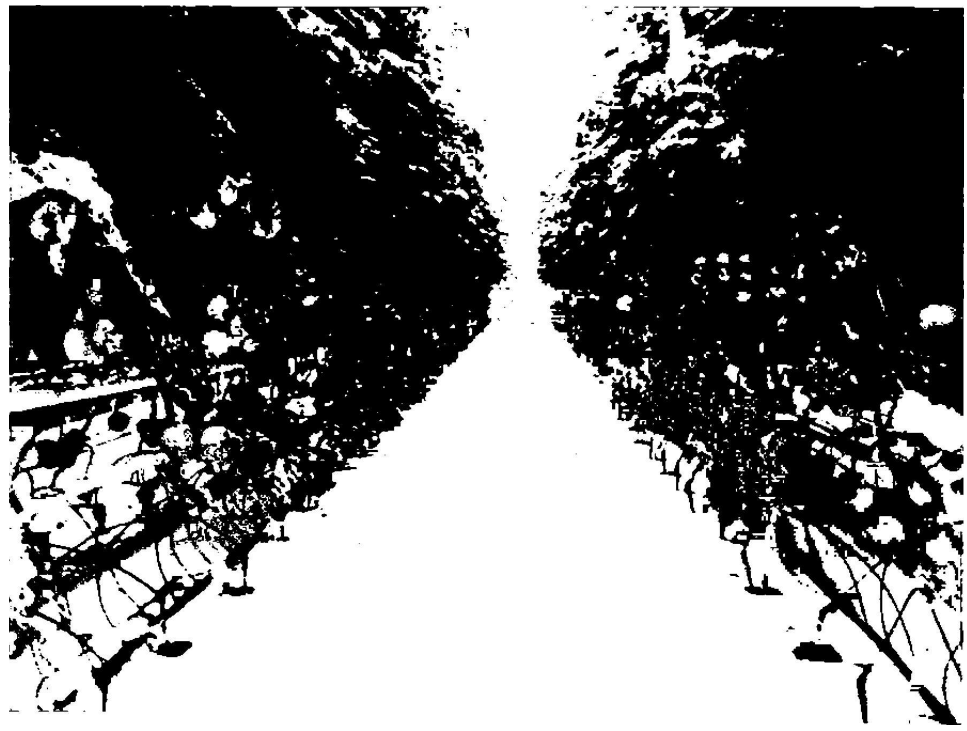
8.3. Paradicsom talaj nélküli termesztése

8.3.1. Termesztés története és gazdaságossága

A paradicsom (*Lycopersicon lycopersicum* (L.) Karsten) világviszonylatban egyike a legnagyobb területen és mennyiségben termelt zöldségféléknek. Európában először dísznövényként használták, a XIX. század közepétől először Angliában, később mindenütt zöldségként kezdték hajtatni. Magas likopin-, C-, A-vitamin-tartalmának, széles felhasználási skálájának köszönhetően a fogyasztása világszerte nő, a termesztési technológiák fejlesztése prioritást élvez. Magyarországon a paprika után a második helyen szerepel, és a hajtatófelület 30–35%-án termesztik. Mivel kereslete nálunk is kiegyensúlyozott és a friss fogyasztása nő, a termesztőterülete bővül. Ezzel együtt ugrásszerűen javulnak a hozamok, a termés minősége és a fajtakínálat is. A jelenlegi 600–700 hektáros hajtatófelülettel éves szinten a friss paradicsom szempontjából importőrök vagyunk. A téli és kora tavaszi időszakban jelentősebb mennyiséget importálunk Spanyolországból és Hollandiából.

A paradicsom éveken keresztül az egyik legjövedelmezőbben hajtatható zöldség volt. Jelenleg a növekvő energia- és termesztési eszköz költségek, és a munkaerő drágulása ezt nagyban csökkentette. Ez a helyzet kényszeríti a termelőket a berendezések modernizálására és a termesztési technológiák tökélesítésére. Modern, talaj nélküli technológiák alkalmazásával lényegesen növelhetők a hozamok, a termésmennyiségre fordított munkabér és költség pedig csökken. A hidrokultúrás rendszerek nagy befektetést igényelnek, de a magas hozamok miatt az egységnyi paradicsom előállítási költsége kisebb, mint a hagyományos talajos termesztésnél *(61. táblázat)*.

A *113. ábrán* termő korú kőzetgyapotos paradicsomállomány látható.



113. ábra. Termő paradicsomállomány
(Fotó: Szőriné Zielinska Alicja)

61. táblázat. Paradicsomhozam havi bontásban (kg/m^2)

	Össz.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Magyar													
2 ültetés	22			1,8	4,7	5,3	2,2			0,8	3,6	2,4	1,2
Hosszú	32			0,8	3,7	5,6	6,2	4,1	3,8	3,7	2,0	1,6	0,5
Hosszú	47			2,4	5,4	8,2	7,6	7,0	6,4	4,2	3,7	2,1	
Holland													
Hosszú	40			0,8	3,2	7,6	7,6	7,2	6,4	3,6	2,8	0,8	0
Hosszú	45			0,9	3,6	8,5	8,5	8,1	7,2	4,1	3,2	0,9	
Hosszú	50			1,1	4,0	9,4	9,4	8,9	8,0	4,6	3,6	1,0	

8.3.2. A termesztés feltételei

8.3.2.1. A technológia alkalmazásának feltételei, előnyei

A paradicsom főnövényként üvegházban és fóliában egyaránt hajtatható. Termesztési, munkaszervezési és klímaszabályozási szempontból alkalmasabbak a nagy légterű berendezések, ahol a támrendszer legalább 2,5–3,5 méter magasan van. Ez ahhoz szükséges, hogy a 8–10 növekvő és érő fürt függőleges irányban helyezkedhessen el. Amennyiben a növények felett legalább 1,5–2 m szabad légtér található és a tetőfelület minimum 20%-a nyitható, a ház alkalmas a hosszúkultúrás nyári termesztésre. A magasabb berendezések jobb klímát biztosítanak, a munkafolyamatok könnyebben szervezhetők, bár elvégzésükhöz speciális művelőkocsik szükségesek. Az alacsony, 7,5 méter széles fóliaházak alkalmasak a „féldeterminált" fajták hajtatására, kétszeres ültetés mellett.

A növényházak borítóanyagát illetően, a téli ültetéshez az üveg jobb fényáteresztést biztosít, de a tél végi és tavaszi ültetésű állományok egy-, illetve kétrétegű fólia alatt is könnyen termeszthetők. Téli hónapokban a fólián lecsapódó pára csökkenti a fényáteresztő képességet, erősen vegetatív hatással van a növényekre, a lecsöpögő víz pedig növeli a gombafertőzés veszélyét. A termesztés során ezt figyelembe véve kell a többi tényezőt megfelelően korrigálni.

A berendezés téli termesztésre alkalmas, amennyiben a szükséges 30 °C Δt-t biztosítja. Márciustól elegendő a 15–20 °C Δt-t, áprilistól pedig az 5–10 °C Δt fűtésszintű termesztőberendezés is. Fűtés nélküli házakban fennáll a veszély, hogy a talajból kiemelt gyökérrendszer könnyen megfázik és növekedése leáll. Klímaszabályozási és élettani szempontból legkedvezőbbek a melegvíz-fűtésű házak. Optimális feltételeket a legalább alsó vegetációs fűtéssel felszerelt berendezések biztosítanak. Felső (növények közti) fűtéssel jól szabályozhatók az érési folyamatok és a növény nyári aktiválása is megvalósítható. A fűtés pontos szabályozását a klímakomputerek teszik lehetővé, de termosztátos rendszerek is alkalmazhatók.

Tápoldatos termesztés esetén különösen fontos, hogy a növények optimális vízellátottságát mindig biztosítani tudjuk. A víz segítségével a növény szabályozza a táp-

62. táblázat. Paradicsom hidrokultúrás termesztéshez alkalmas vizek legfontosabb minőségi mutatói

	Szerves közeg	Szervetlen közeg
EC (mS/cm)	<0,5	<1
Nátrium (mg/l)	<30	<70
Klór (mg/l)	<50	<100
Bór (mg/l)	<0,5	<0,8

anyagfelvételt és a hőmérsékletét. A pillanatnyi vízmennyiség-szükséglet függ a besugárzástól, de egyéb tényezők, mint a fűtés szintje, a túlfolyás és a levegőmozgás is befolyásolják. Egy kifejlett paradicsomnövény transzspirációs vízszükséglete 1 J/cm^2 esetén 1,8 ml/m^2. Általában J/cm^2-ként 2–3,5 ml tápoldatot adunk minden négyzetméterre, figyelembe véve a víz minőségét, a növekedési fázist és a túlfolyást. A hajtatásban a paradicsom átlagos napi vízszükséglete 1–2 liter/m^2/nap, évi 1000 l/m^2. Csúcsfogyasztás: 10 l/m^2/nap évente csak 10–20 napon keresztül történik. A paradicsom jól tűri a magas sótartalmat a gyökérzónában, de a vízben előforduló egyes elemek káros hatással vannak a növények fejlődésére. A paradicsom vízkultúrás termesztéséhez használható öntözővíz minőségi mutatóit a *62. táblázat* foglalja össze.

Az öntözéshez egyedi csepegtetőrendszer szükséges, 2–3 l/óra/tüske teljesítménnyel.

8.3.2.2. Alkalmazott rendszerek

A termesztési rendszer választásánál figyelembe kell venni a termesztőház felszereltségét, az ültetés időpontját és a fajta típusát.

A talajos termesztéshez leginkább a vödrös rendszer hasonlít, amelynél a fekete, műanyag vödrökbe 10–14 liter közeg kerül. Ez lehet tőzegkeverék, komposztföld, kókuszrost vagy más, szervetlen anyag. Kitöltésnél figyelembe kell venni a közeg tulajdonságait és apadását az öntözés után. A termesztés szempontjából optimális, ha a közeg szintje 3–4 cm-rel a perem alatt van, és a magassága nem lépi túl a 30 cm-t. A vödröket keskeny (60–70 cm) fóliacsíkra helyezik el, amely azon felül, hogy összegyűjti a túlfolyást, javítja a fényviszonyokat a berendezésben. A vödrökbe általában 2 növényt ültetnek és azokat külön huzalra kötik fel. Ügyelni kell arra, hogy az edényekbe hasonló mennyiségű közeg kerüljön, egymás mellé azonos nagyságú palánta legyen kiültetve, illetve a szárak felkötése és vezetése ellentétes irányban történjen. Növényenként optimálisan 6–8 liter közeg szükséges a gyökérrendszer normális fejlődéséhez.

A fóliazsákokba töltött közeg (szerves vagy szervetlen) teljesen elszigeteli a növényeket a talajtól, korlátozva ezzel a gyökér életterét. Ezáltal a rendszer precízebb tápoldatozást igényel. Elrendezésük lehet iker- vagy egysoros. A zsákok nagyságától függően 4–6 növény ültethető egybe. A leggyakrabban használt szerves közegek a tőzeg, tőzegek keveréke vagy a kókuszrost. Elterjedt, hogy a tőzeget széles, 40–45 cm-es zsákokba, a kókuszrostot pedig keskenyebbre csomagolják. A közeg saját tápanyagtartalmát azonban mind a kettőnél figyelembe kell venni. A tőzeg minősége a származásá-

tól függően nagyon változó lehet, a kókuszrost minősége egységesebb. A szervetlen anyagok közül általában a perlitet használják. A kavics és a homok alkalmazása bármennyire olcsó is, nagyon munkaigényes és betonágyak készítése szükséges.

Az utóbbi időben a legjobb eredményeket a kőgyapot termesztőtáblás rendszerekkel érték el, amelyeket a földre vagy csatornákba helyeznek el. Elrendezés szempontjából a téli és kora tavaszi hajtatáshoz a „féldeterminált" növekedésű fajták ültetésekor az ikersoros rendszer javasolt, ahol a sorok közötti távolság 50–60 cm, a művelőutak szélessége pedig 90–110 cm. Bármelyik berendezésben, fajtához és ültetési időponthoz használható. A paradicsomnál gyakori, hogy 20 cm széles táblákra ültetik egy sorba, 150 cm-es sorközzel. A növények kötözése már két drótra történik, amelyek között a távolság 50–60 cm (V-rendszer). Általában a felfüggesztett csatornás rendszereknél alkalmazzák, de talajra elhelyezve késő tavasszal, illetve nyáron könnyíti a növények indítását azáltal, hogy közvetlenül ültetés után jobb mikroklíma alakul ki a növények körül. Magyar viszonyok között növényenként 3,5–5 liter kőgyapot szükséges, vagyis a 15 cm széles táblákra maximum 3, a 20 cm-es táblákra legfeljebb 6 növény ültethető. Nem javasolt 38 cm-nél sűrűbb ültetés egy-egy sorban.

8.3.3. Termesztési időszakok

Magyarországon kétféle termesztési módszert alkalmaznak:

- **hosszúkultúrás:** amikor a növény 8–11 hónapig van a berendezésben. A novembertől január közepéig kiültetett paradicsomhajtatást igen korainak, a január 15–február 15. között ültetettet korainak nevezzük. A téli ültetést a kedvezőtlen fényviszonyok miatt csak nagyon világos berendezésben célszerű végezni, mert így az első fürtök beköttetése könnyebb. A nagy légterű berendezés jobban szellőztethető, emiatt a növény irányítása és védelme egyszerűbb. A hosszúkultúrás termesztést a folyton növő fajtáknál alkalmazzák, elsősorban a talaj nélküli termesztésnél. A gyengén fűtött berendezésekben március 1. és április 1. között történő ültetéssel az ún. kései hajtatás valósítható meg. Ha ezzel az ültetéssel őszig neveljük a paradicsomot, akkor a talaj nélküli termesztés is gazdaságos lehet.
- **rövidkultúrás:** amikor a hajtatás 5–8 hónapig tart. A január-februárban ültetett kultúrát július közepén – végén felszámolják, és a berendezés kihasználtsága szempontjából a helyére nyáron újra paradicsomot vagy más növényt ültetnek őszi hajtatás céljából. Az őszi hajtatás szokásos ültetési ideje július vége, augusztus eleje.

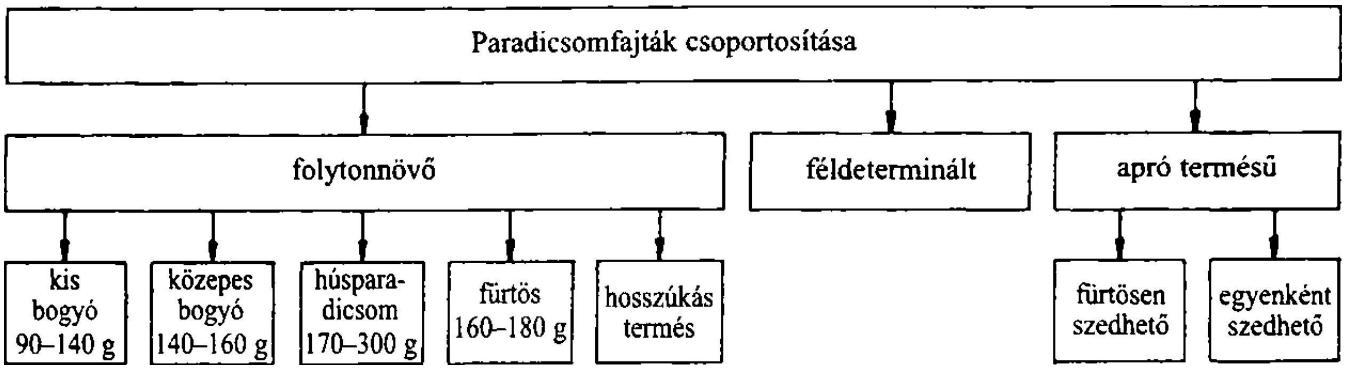
8.3.4. Termesztett típusok, fajták jellemzői, a választás szempontjai

Az új technológiák bevezetésével, a változó fogyasztási igényeknek megfelelően a termelőknek szükségük van speciális fajtákra, amelyek igazodnak a berendezéshez és megfelelnek a vevők igényeinek. A hajtatott paradicsomok két növekedési típusát különböztetjük meg: a folytonnövőt és a determináltat. A folytonos növekedésű fajták hosszú és rövid tenyészidőszakban termeszthetők. Jellemzőjük, hogy a virágzatok között három ízköz van, a hajtás növekedése korlátlan. A determinált fajták-

nál a virágzatok között egy vagy két ízköz van, a növény bizonyos életszakaszában a hajtás csúcsán virágzat képződik, amely lezárja annak növekedését. Ez korlátozza a termesztési időszak hosszát, további vezetése oldalhajtásból megoldható, de annak növekedési ereje, termőképessége gyengébb. A determinált fajták közül hajtatásban általában az erős növekedésű (a szakmai gyakorlatban „féldeterminált"-nak nevezett) fajtákat ültetik.

A növények növekedési erélyét, erősségét tekintve vannak erős, közepes és gyenge növekedésű fajták. Az erős növekedésű fajták könnyebben alkalmazkodnak a kedvezőtlen környezeti feltételekhez, jobb megújulóképességgel rendelkeznek, jobban bírják a meleget, de termést később hoznak. A gyenge növekedési erélyű fajták korábban fordulnak termőre, de jóval érzékenyebbek.

Eddig általában a folyton növő vagy a determinált fajták 90–180 grammos terméseit a színesedést követően egyenként szedték le. Az utóbbi időben megjelentek a repedésre nem érzékeny fajták, amelyek 5–6 bogyóra metszve egész fürtönként szedhetők. A termékskálát bővítik az apró termésű paradicsomok, amelyek a koktél-, illetve cherry típushoz tartoznak. Ezek fürtösen vagy egyenként szedhetők. Kis mennyiségben a piacon megtalálhatóak eltérő színű (sárga, narancs, lila) vagy alakú (tojás) fajták is. A *114. ábra* mutatja a fajták csoportosítását.



114. ábra. A paradicsomfajták csoportosítása

Az intenzív termesztéshez történő fajtaválasztásban a következő szempontokat kell vizsgálni:

- **Alkalmassága az adott berendezéshez:** általában gyakorlati tapasztalatokon alapszik. Alacsony légterű házakban a hosszú ízközű, lassan érő vagy fürtös fajták kifejlett bogyói könnyen lekerülhetnek a talajfelszín közelébe az elfektetett szárak közé, ahol könnyen megsérülnek és jelentős többletmunkával és veszteséggel szedhetők. Ezért ezekbe a berendezésekbe olyan fajtákat érdemes ültetni, melyek a 6–10. fürt után befejezik növekedésüket. A nagy légterű berendezésekben folytonnövő fajta választása javasolható.
- **Koraiság:** meghatározása azon alapszik, hogy mennyi termés szedhető a termesztési időszak első harmadában. Főleg a tavaszi ültetésnél játszik szerepet, de az évek között akár 15–20%-os eltérés is jelentkezhet és ez befolyásolható a technológiával is. A koraiság nem azonos a korai termesztéshez való alkalmazhatósággal. Korai ültetésre csak a gyengébb fényviszonyok között is jól kötődő fajták alkalmazhatók.

- **Hozam és termőképesség eloszlása:** függ a bogyó súlyától, a bogyók fürtönkénti számától, illetve attól, hogy a fajta milyen gyorsan hozza a fürtöket és azok milyen eredményességgel kötnek be. A paradicsom átlagosan hetente 0,8–1,3 fürtöt képes növeszteni, a fajták közötti eltérés 25–30% is lehet.
- **Termés alakja, minősége, nagysága, pultállósága** néha fontosabb szereppel bír, mint a hozam. Sok fajtánál a kedvezőtlen körülmények között szabálytalan, bordázott, üreges vagy repedt termések képződnek, csökkentve a piacos termékek mennyiségét. A hazai piacokon leginkább kedvelt a szabályos, gömbölyű alakú, 120–150 gramm súlyú, egyenletesen piros termés. Értékes tulajdonság a tárolási és szállítási alkalmasság és pultállóság megtartása. A LSL (Long Shelf Life) fajták hosszú ideig tartják meg a tetszetős külsőt és keménységet. Az utóbbi időben egyre nagyobb jelentősége van a bogyó ízének, amelyet a sav, a cukor és az aromaanyagok mennyisége határoz meg. A magyar piac előnyben részesíti a gömb alakú, szabályos, szép nagy kocsánnyal szedett árut.
- **Kórokozókkal szembeni ellenálló képesség** a termesztés sikerének egyik alapja. Az a törekvés, hogy az adott kultúra egész tenyészideje alatt fertőzésmentes legyen, abban is megfigyelhető, hogy a fajták nemesítésében a rezisztenciagének beépítése fontos szerepet játszik. A leggyakoribb rezisztenciákat és jelöléseiket a *63. táblázat* mutatja.

63. táblázat. Paradicsom rezisztenciák jelölései

Vírusok		
Tomato Spotted Wilt Virus	Spotted wilt	TSWV
Tomato Yellow Leaf Curl Virus	Tomato yellow leaf curl	TYLCV
Tomato Mosaic Virus	Tomato mosaic	ToMV
Baktériumok		
Pseudomonas syringae pv. tomato	Bacterial speck	Pst
Gombák		
Alternaria alternata f.sp. lycopersici	Alternaria stem canker	Aal
Cladosporium fulvum	Leaf mold	Cf
Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici	Fusarium wilt	Fol
Fusarium oxysporum f.sp. radicis-lycopersici	Fusarium crown and root rot	For
Oidium lycopersici	Lisztharmat	Lt

- **A környezeti tényezőkkel szembeni tűrőképesség,** főleg a fényt, hőmérsékletet és páratartalmat illetően. A növényházban a fajtáknak korai ültetésnél, a rossz téli fényviszonyok mellett is életképes virágokat kell hozni, amelyek bekötnek és a fürtök jól fejlődnek. A fajták nemesítésében régebben a kisebb hőigény dominált. Ezek a fajták 1–2 °C-kal alacsonyabb hőmérsékletet igényelnek és javasolhatók alulfűtött berendezésekben is. Hosszúkultúrás termesztésben a nyári meleg szintén nem kedvez a megtermékenyülésnek, ezért az intenzív besugárzást és meleget tűrő fajtákat kell választani. Magas hőmérsékletnél fontos a jó

színeződés, a bogyók telítettsége és a bőrszövet ellenállósága a repedéssel szemben, amelyet a nagy napközi hőingadozás is okozhat. Ez elsődleges szempont, amennyiben őszi hajtatásban csak vészfűtés lehetséges.

- **A növény habitusa** lehet laza, közepes és sűrű. Nemcsak genetikai tulajdonságok befolyásolják, hanem nagymértékben hatással vannak rá a termesztési tényezők is. Minél sűrűbb a növény, annál nehezebb az irányítása és növényvédelme. Több rétegű, alacsony szerkezetű fóliás berendezésekben, téli termesztésben csak nyitott lombozatú fajták javasolhatók.
- **Tűrőképessége a korlátozott mennyiségű közeggel szemben** egyre fontosabb, mivel a talaj nélküli termesztésnél kis mennyiségű közegben termelünk.

8.3.5. Biológiai igények

8.3.5.1. Levegő hőmérséklete

A paradicsom a melegigényes zöldségfélék közé tartozik, a fagyot nem bírja, a fény intenzitására fokozottan reagál, míg a nap hosszára kevésbé érzékeny. A vegetatív növekedés a napi hőmérséklet ingadozása mellett, 23±2 °C-os nappali, és 17±1 °C-os éjszakai hőmérsékleten a leggyorsabb. A 27 °C fölötti és a 20 °C alatti nappali hőmérséklet korlátozó hatással van a növekedésre, a 30 °C-nál magasabb és a 12 °C-nál alacsonyabb hőmérsékleten a növekedés teljesen megáll. Az optimális 24 órás átlag 20 °C, de a besugárzástól és a fejlődési fázistól függően 16–22 °C is lehet. Minél kisebb a besugárzás, annál alacsonyabb hőmérsékletet kell tartani a házban. A „standard" értékeknek a következőket tekinthetjük:

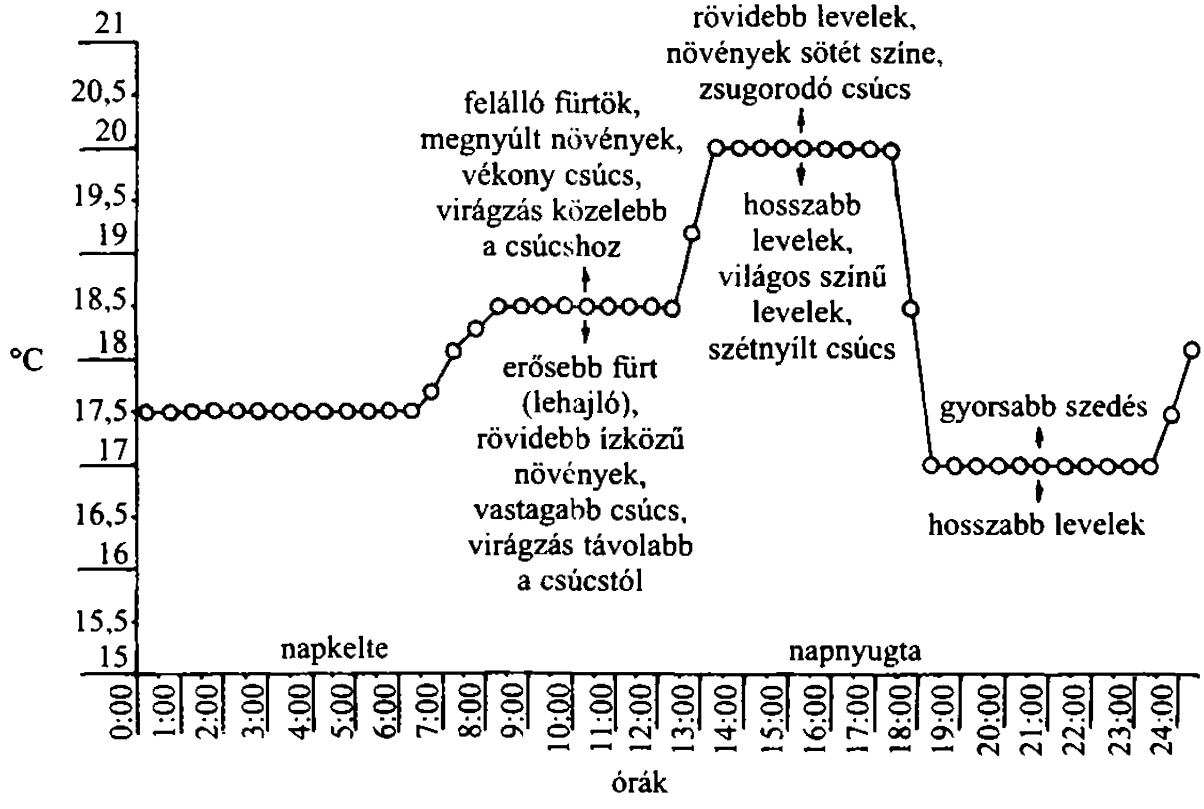
decemberben és januárban:	nappal: 16–18 °C,	éjszaka: 16 °C
februárban:	nappal: 18–19 °C,	éjszaka: 16 °C
márciusban:	nappal: 20–22 °C,	éjszaka: 16–17 °C
áprilisban:	nappal: 22–24 °C,	éjszaka: 16–18 °C
májusban és a nyári hónapokban:	nappal: 23–25 °C,	éjszaka: 16–19 °C
szeptemberben:	nappal: 22–24 °C,	éjszaka: 16–18 °C
októberben:	nappal: 20–22 °C,	éjszaka: 16–17 °C
novemberben:	nappal: 18–19 °C,	éjszaka: 15–16 °C.

Szén-dioxid-trágyázás esetén 1–2 °C-kal magasabb hőmérsékletet lehet tartani.

A magasabb napi átlag hőmérséklet gyorsabb fürtfejlődést eredményezhet, de ez csak abban az esetben igaz, ha a magas hőmérséklet nem okozza a szár elvékonyodását és a virágok minősége nem romlik. Nyáron a 25 °C vagy ennél magasabb nappali hőmérséklet, a műszakilag kivitelezhetetlen hűtés eredménye, nem pedig termést javító művelet. Ebben az időben a hőmérséklet 20 °C fokra csökkentése akár 10%-kal növelheti a termés mennyiségét. Magas hőmérsékleten gyakori a torz fürtfejlődés, a foltos terméskiszíneződés és a növény elvékonyodása. A nyári, túlzott hőmérséklet-emelkedés mérsékelhető a ház árnyékolásával és a lombtömeg növelésével.

A túl alacsony hőmérséklet: főleg a fényhiányos időszakban alakulhat ki, barázdás, „üreges", rosszabb minőségű termések fejlődéséhez vezet. A hosszan tartó hideg dupla fürtképzést okoz, a 10 °C-nál nagyobb napi hőingadozás a termések repedéséhez vezet.

A növekedés irányítása és a növények maximális aktiválása a hőmérséklet szabályozásával történik. Napkelte után a hőmérséklet hirtelen emelkedése a csúcsi rész vékonyodásához vezet. A virágzó fürt közelebb lesz a hajtáscsúcshoz, a fürtkocsány vékonyodik, a növény megnyúlik. A lassú melegítés eredménye a vastag csúcs, jól fejlett fürtök, kisebb ízköz. Délután a hőmérséklet 20 °C fölé emelkedése gyorsabb virágzáshoz, sötétebb levélhez, „zártabb" hajtáscsúcshoz vezet. Alacsonyabb hőmérsékleten a levelek hosszabbak, világosabbak lesznek és jobban kisimulnak. Napnyugtakor a gyors hőmérséklet-csökkenés befolyásolja a bogyónövekedést. Olykor az 50 g-nál nagyobb termések gyorsan nőnek a felső fürtök és a hajtás kárára. Magasabb előéjszakai hőmérsékletben a bogyók gyorsabban színeződnek, alacsonyabbnál pedig nő a levél hossza és a bogyó nagysága. Az elgondolás, hogy az éjszaka első felében magasabb hőmérsékletet tartunk – tárolva a nappali hőenergiát – az asszimiláták pazarlásához és a levéltömeg növekedéséhez vezet. A *115. ábra* mutatja, milyen irányban változik a növény növekedése a hőmérséklet szabályozásával.



115. ábra. Hőmérséklet szabályozása az üvegházban

Lapos hőmérsékletgörbe (kicsi különbség a nappali és éjszakai között) vegetatív fejlődéshez vezet. Ez elérhető akkor is, ha az éjszakai hőmérséklet magasabb a nappalinál. Olykor a termésnövekedés lelassul, a levélzet erősen nő. Alacsony átlag hőmérséklet mellett vegetatív növekedés tapasztalható, de akkor is, ha az optimálisnál néhány fokkal melegebbet tartunk.

A hőmérséklet szabályozásánál fontos a változások sebessége. A hűtés történhet gyorsan, akár 5–8 °C-os csökkenés is lehet óránként. Felmelegítésnél figyelni kell, hogy a bogyók maximális melegedési sebessége 2 °C óránként. Reggel az éjszakairól nappali hőmérsékletre az átmenet lassan kell, hogy történjen, különben a

még hideg növényi részeken lecsapódik a pára. Ez szürkepenész és fitoftora-fertőzéshez vezethet. Pl. a 15 °C éjszakai és a tervezett 18 °C nappali hőmérsékletnél, napkeltekor javasolt 17 °C-t tartani.

8.3.5.2. Közeg hőmérséklete

Optimális közeghőmérséklet a talaj nélküli termesztésben fejlődési fázistól, illetve időjárástól függően nappal 17–20 °C, éjszaka 16–18 °C. A növények a magasabb hőmérsékletet (18–20 °C) a palántanevelési és gyökeresedési időszakban igénylik, az alacsonyabbat (16–17 °C) pedig gyenge fényviszonyok között, az első fürtök virágzásakor. Az optimálisnál alacsonyabb vagy magasabb hőmérsékleten a gyökér növekedése leáll, a tápanyagfelvétel lelassul (főleg a foszforé). A levegőnél melegebb közegben a növények vegetatív szervei jobban fejlődnek, a virágfürtök és virágok fejletlenek maradnak.

8.3.5.3. Fény

A termesztés környezeti feltételei közül legfontosabb a fény. A paradicsom kevéssé érzékeny a megvilágítás időtartamára. A virágzás és a termésnövelés hosszú és rövid nappal esetén is lehetséges. Napi 7 óránál rövidebb megvilágítás mellett a fejlődés korlátozott. Egyes szakirodalmi források szerint a hajtatásban használt fajták esetén minimum 10 óra szükséges ahhoz, hogy a virágzás fázisa bekövetkezzen. A paradicsom fényigényes növény, fokozottan reagál a fényintenzitásra. A fejlődéshez legalább 200 J/cm^2/nap erősségű megvilágítás szükséges. Ismert tény, hogy a paradicsom 100 J-t használ a növény fenntartásához, ezen felül a fürtök neveléséhez további 100 J/cm^2 szükséges naponta és fürtönként. A termesztett fajták fényigénye valamelyest különbözik egymástól. A fényhiányra érzékeny fajták vegetatívan növekednek, nehezebben kötnek a sötét időszakban, a fürtök később képződnek, a megnyúlt növényeken virág- és terméselrúgás is bekövetkezhet. Emiatt a téli ültetésre olyan fajták javasoltak, amelyek kevésbé sínylik meg a fényhiányt. A paradicsom a fényhiányra palántanevelésкor a legérzékenyebb, valamint a virágzás és terméskötődés időszakában.

A túl erős, közvetlen sugárzás káros is lehet, mivel emeli a növény és a bogyó hőmérsékletét. Káros hatása érezhető a gyengén meggyökeresedett állományoknál, illetve a hosszú borús idő után bekövetkezett napos időben. Ezért előfordul, hogy a nyári időszakban a hajtatóberendezést festéssel, raschelháló kifeszítésével javasolt árnyékolni. Az árnyékolás hátránya, hogy csökkenti a hozamot, mert borús időben korlátozza a fény bejutását a berendezésbe. Ezért mondják, hogy ez szükséges rossz, de magyar viszonyok között, az alacsonyabb berendezésekben csökkenti a hőmérsékletet, ezáltal nyáron segíti a vegetatív növekedést. Korszerűbb megoldás a vezérelhető belső árnyékolórendszer, ami borús időben összecsukható, így nem árnyékol fölöslegesen, de ennek hátránya, hogy létesítése meglehetősen költséges.

A paradicsom folyamatos termesztése esetén jelentős hozamnövekedés és minőségjavulás csak a pótmegvilágítás alkalmazásával lehetséges. Feltételei: minimálisan 5 m magas üvegház, 14–16 órára meghosszabbított világos időszak és természetesen optimális berendezés- és gyökérklíma. Ennek eredménye 10 kg termésnövekedés

(a 45 kg normál hozamhoz). A mesterséges megvilágításra különösen jól reagáltak a fényhiányra érzékeny fajták, a különleges szilvaparadicsomok, illetve a fürtös fajták.

A növények fényellátottsága függ a berendezés tisztaságától, a páralecsapódástól és az ültetési rendszertől. A térállást vizsgálva az a tapasztalat, hogy a 2–2,5 négyzetméterenkénti sűrűség, ikersoros elrendezéssel biztosítja a legnagyobb fénymennyiséget a növényeknek. Később, áprilistól négyzetméterenként 3,2–3,6 növényszár is jól fejlődik.

A paradicsom lombozatának fényellátottsága nem egyenletes. A napfénynek közvetlenül kitett felső 7–8 levél éri el a maximális asszimilációt. Ugyanakkor az árnyékolt, alsó levelek a téli hónapokban kevés asszimilátát állítanak elő, nyáron viszont intenzív párologtatással hűtik a növényeket és a berendezés levegőjét.

8.3.5.4. Levegő páratartalma

A paradicsom számára az optimális relatív páratartalom a hőmérséklettől és fejlődési fázistól függ: ültetéstől az első fürtvirágzásig 65%, virágzás idején 60%. Alacsonyabb hőmérsékleten a növények az ennél kisebb páratartalom mellett is képesek fejlődni, de a lombfelületük kisebb lesz, a száruk könnyen megfásodik. Napos időben, amikor a hőmérséklet 25–30 °C körül van, intenzív növekedéshez optimálisnak tekintjük a 85–90% értékeket. Ezt nyáron, nyitott szellőzőkkel nehéz elérni, és nagy tapasztalatot igényel a növények aktiválása a transzspiráció növelése érdekében.

A páratartalom megtartása a termések beporzása idején a legfontosabb. Ilyenkor a túl magas páratartalom a pollen csomósodásához vezet, a túl alacsony pedig nehezíti a csírázását. A termesztés ideje alatt a magas páratartalom elősegíti a gombás fertőzések terjedését, alacsonynál pedig a takácsatkák és a levéltetvek gyorsabban felszaporodnak. A szélsőségesen változó páratartalom rendellenes növekedést okoz, termésképzés idején a bogyók repedéséhez vezet.

8.3.5.5. A közeg nedvessége

A közeg nedvessége nagymértékben függ a paradicsom fejlődési fázisától, ültetési időpontjától, az időjárástól és a közeg tulajdonságaitól. Ültetésre a 80–85% nedvességtartalmú közeg az optimális. Ültetés után, a gyökeresedés időszakában és a virágzás elején elegendő 60%, később az első termések fejlődésekor 70%. Nyáron, illetve teljes terheléskor a növények legjobb ellátását 75–85%-os nedvesség mellett lehet biztosítani.

A közegben fellépő vízhiány virág- és termésrúgáshoz vezet, a bogyók aprósodnak. Ezenfelül ez az egyik leggyakoribb oka a terméseken megjelenő kalciumhiánynak is. A túl magas nedvességtartalom csökkenti a gyökérrendszer növekedését. Amennyiben ez a növények gyenge aktivitásával vagy hideggel párosul, a gyökerek bebarnulnak, elhalnak, a növények növekedése lelassul. A gyökérpusztulás a levelek sárgulásához, a virágzási ütem csökkenéséhez vezet. Ez látható a növény tetején (vas- vagy mangánhiány) vagy középmagasságban, ahol magnéziumhiány jelentkezik.

A paradicsom harmonikus fejlődéséhez 6–8%-os napi nedvességingadozás javasolt. Nagyobb, 8–12%-os generatív fejlődést idéz elő, míg a 6%-nál kisebb a vegetatív növekedést stimulálja. Nagy nedvességingadozás, illetve a kora reggeli időben a túl nagy nedvesség, az arra érzékeny fajtáknál bogyórepedést okoz.

8.3.5.6. Levegő szén-dioxid-tartalma

Paradicsomtermesztésben nem lehetséges az 50 kg/m^2-nél magasabb hozam elérése szén-dioxid-trágyázás nélkül. A növényház légterének CO_2-kiegészítésre akkor van szüksége, amikor kellő fény és hő áll rendelkezésre. Az optimális 900–1000 ppm koncentráció napos időben, zárt szellőzőknél csak mesterséges adagolással tartható. Amennyiben az érték a 0,015% alá süllyed, az asszimiláció már olyan csekély, hogy a légzéssel keletkezett veszteséget alig pótolja, és a növekedés leáll. Maximálisan 32%-kal nőhet a termés mennyisége, amennyiben az egész termesztési időszakban a szén-dioxid-koncentráció nem esik 800 ppm alá. Magyar viszonyok között, amíg a szellőzők nyitása 20% alatt van, a magas koncentráció alkalmazása gazdaságos, egyébként figyelembe kell venni az adagolás költségét. A szén-dioxid-trágyázást 1–2 órával napkelte után kezdjük és 2 órával napnyugta előtt fejezzük be. Forrásként lehet használni tartályos cseppfolyós CO_2, illetve földgáz égési termékből nyert gázokat, amennyiben alacsony a kéntartalmuk.

A módszer megválasztásánál a gazdaságossági tényezőket kell figyelembe venni. Átlagosan óránként 1000 m^2-re 4–18 kg tiszta CO_2-t adagolnak, ami éves viszonylatban 6–22 kg/m^2. Alacsonyabb, jól szigetelő fóliákban a kisebb veszteség miatt 20–30%-kal kevesebb gáz szükséges. Az adagolt mennyiséget befolyásolja a növények fejlődési fázisa és a ház szerkezete. Az alacsonyabb érték tartása (350–400 ppm) ültetés után javasolt, a gyökeresedés időszakában és akkor, amikor a relatív páratartalom 50% alatt van. A maximális érték 1200–1400 ppm, kedvező hatással van a generatív fejlődésre.

Paradicsomban a CO_2-koncentráció nem növeli a virágok mennyiségét, de a kialakult fürtök erősebbek lesznek. A termések fajsúlya nagyobb, fejlődésük pedig gyorsabb lesz. A túl magas szén-dioxid-koncentráció hatására a levelek sűrűbben állnak, néha fodrozódnak. Hosszan tartó magas értéknél (2000 ppm fölött) a levelek egyre rövidebbek lesznek, összecsavarodnak, ami a fény-befogadó képesség csökkenéséhez vezet. Túl magas CO_2-koncentráció (3000–5000 ppm) a növények elhalásához vezet, főleg ha magas páratartalommal párosul.

8.3.5.7. Tápanyag

A paradicsom a tápanyagigényes növények közé tartozik. A nagy hozam és jó minőség eléréséhez a növények bőséges tápanyagpótlást igényelnek. A hajtatott paradicsom, a termesztési időszaktól függően, 1 kg termés kifejlesztéséhez a következő tápelemeket veszi fel: 3,5–5 g N, 0,7–1 g P, 7–8 g K, 4,5–5 g Ca, 1–1,2 g Mg. Tavaszi kultúrában alacsonyabb a nitrogén-, kálium- és magnéziumigény. A paradicsom tápanyagigénye és -felvétele nem egyenletes a fejlődés különböző szakaszaiban. Palántanevelésekor és ültetés után a növényeknek magasabb nitrogénszintre van szükségük, virágzás és termés növelésekor viszont több káliumra. Az intenzív növekedés és a bogyók fejlődési időszakában nő az igény a magnézium és a kalcium iránt.

A paradicsom a nitrogént és a káliumot nagyon jól felveszi, a foszfort kevésbé hasznosítja, a tápanyagpótlásnál ezt figyelembe kell venni. A tápelemek hiánya és a túladagolás által okozott tüneteket a *64. táblázat* mutatja.

64. táblázat. Tápelemek hiánya és túladagolási tünetei paradicsom növényen

Elem	Hiány tünete	Túladagolás tünete
N	Levél világos zöld, idősebb levelektől indulva sárgul, hajtás gyenge, vékony; virágbimbók leesnek, termések kicsik	Levél sötét, túlságosan gyorsan nő, vastag csúcs, lassú terméséres NH4 forma csökkenti a bogyók súlyát és növeli a Ca-hiányos bogyók számát
P	Lombozat sötét kékes zöld, bordó elszíneződéssel az alsó levelek fonákán, satnya növekedés, kemény, rostos szár elszíneződésekkel, gyenge gyökérrendszer,	Ismeretlen
K	Levéllemez hegyétől induló sárgulás, a vastagabb erek mentén zöld marad, öreg levelek gyakran összecsavarodnak és leesnek, növekedés korlátozott, bogyók puhák, matt színű, kiszíneződésük nem egyenletes, zöld foltosok, (zöld talp), puha szár	Gátolja más elemek felvételét
Mg	Sárgulás a közepesen fejlett leveleken az erek között, az ér zöld marad, hullámos levélszél, komoly hiány estén hozom csökkenés	Nagy világos színű levelek
Ca	Fiatal levelek kampósak, sárga-barna-bordó foltok szélétől kiindulva, később a széle és vége elhal, növekedési pont elpusztul, hajtások fás, vastagok, gyökerek barnák, gyengén fejlődnek, termésen barna foltok a bibepont körül	Nem ismert
S	Sárgulás a leveleken, erezete világosabb mint a lemez, felső levelek hullámosok lefele.	Csökkentett levél mérete és növekedése.
Fe	Fiatal levelek klorotikusosak, jelenség terjedhet az öregebb levelekre is, visszamaradás fejlődésben	Nem ismert
Mn	Apró foltokban elszíneződés a felső leveleken vagy látható zöld háló köztes sárga foltokkal (az erek mentén zöld, az érközi szövetek sárgák), a klorozis kisebb, mint a Fe hiányánál, kevesebb virágbimbó fejlődik	Lassabb növekedés
B	Fiatal levelek világos zöldek, sárgásnarancs foltokkal, kocsány gyenge, felső levelek kicsik maradnak, pöndörödnek, szár törékeny, elhal, rossz terméskötődés, termés sötét, elszáradhat.	Levélcsúcs elhalása , amely közepe fele halad
Zn	Kicsi levél, levélszélek eltorzulnak, rövid ízközű szár	Vasklorozist idézi elő, a növény a fejlődésben visszamarad, vékony
Cu	Fiatal levelek elszíneződés nélkül hervadnak, levél kékes-zöld, szár elgörbül, kevés virág fejlődik	Lassú növekedés, vastag, sötét oldalgyökér

64. táblázat folytatása

Elem	Hiány tünete	Túladagolás tünete
Mo	Levelek kanalasodnak, erek közötti foltosság először idősebb leveleken fejlődik, száraz megperzselt levelek	Levelek sárgulnak
Cl	Nem ismert	Jelentős levél barnulás, széle elpusztul és szakadozik
Na	Nem ismert	Megakadályozza a kálium felvételét

8.3.6. A termesztés technológiája

8.3.6.1. Terület előkészítése

A ház előkészítése a terület pontos kiegyenlítésével kezdődik, amit a 1,5–2%-os lejtésű drén árkok elkészítése követ. A hibás profilozás a termesztés alatt sok gondot okozhat, amennyiben a drénvíz nem folyik el, és a gyökerek pangó vízben állnak. Ezen kívül fennáll annak a veszélye, hogy a talajból a fertőzés átterjed a kiültetett állományba. Ezután az egész területet vagy az ikersorok közötti részt befedjük fehér fóliával, amely visszaverve a fényt világosabbá teszi a berendezést. A teljes borítás megelőzi a gyomok növekedését és izolálja a fertőzött talajt. Részleges borításnál könnyebb tartani a magasabb páratartalmat, a talaj pufferoló hatása jobban jelentkezik. A termesztőtáblákat vagy konténereket úgy helyezzük el, hogy a termesztés során keletkezett drén ki tudjon folyni. Ültetés előtt a kőgyapotot fel kell tölteni megfelelő EC-jű és pH-jú tápoldattal, ami a csepegtető öntözőrendszer segítségével egyszerűen megoldható. Ez az öntözőrendszeren, tüskéken keresztül történik. Konténeres termesztésnél, szerves anyagok használatakor feltétlenül szükséges bevizsgálni a közeget. Ha magas a sótartalma, át kell mosatni, ha majdnem „üres" a közeg, fel kell tölteni a megfelelő tápelemekkel. Ez gyakran csak tömlőn keresztül történhet. A berendezést legalább 1 nappal ültetés előtt fel kell fűteni, hogy a közeg a növény számára optimális hőmérsékletet elérje.

Ültetés előtt a ház fertőtlenítése szükséges, amely során az üveget és a vázszerkezetet lemossuk és megtisztítjuk a kórokozóktól és kártevőktől. Ilyen célból alkalmazhatunk kénezést, meleg- és hidegködképzést is.

8.3.6.2. Ültetés

Hajtatásban általában tavasszal és nyáron 35–40 napos, oltott növények esetén 40–45 napos, télen 50–54 napos palántákat ültetünk. A növényeknek a kocka alján vagy a cserép szélén jól látható, fehér gyökérzetük van, a levelek épek, a fürtkezdemény jól látható. Kőzetgyapotos termesztésben a növényeket először a táblán lévő ültető lyukak mellé rakjuk, biztosítva ezzel az erős generatív impulzust *(116. ábra)*. Az így szétrakott palánták nagy figyelmet igényelnek: szükséges a közeg rendszeres nedvességtartalom- és EC-szabályozása. A fürtök megfelelő fejlődése érdekében ezeket az

116. ábra. Paradicsompalánták, ültetés előtt, a lyukak mellé rakva
(Fotó: Szőriné Zielinska Alicja)

időjárási viszonyokhoz igazítjuk. Az öntözés a kockákban elhelyezett tüskéken keresztül történik, napi 2–4 alkalommal. Ebben az időszakban az öntözési adag 70–80 ml/növény. Optimális paraméterek a kockában: nedvességtartalom 50–65%, EC minimum 4, maximum 7. A túl alacsony nedvességtartalom hirtelen EC növekedéséhez vezethet, ami károsíthatja a gyökérrendszert. A túlöntözött kockában a gyökerek gyengén fejlődnek. Az ültetés utáni gyökeresedés gyors lesz, amenynyiben a kocka EC-je lényegesen magasabb, mint a közegé. A tényleges ültetés a táblára vagy a közegbe akkor történik, amikor az első fürtben a virágok fele kinyílt, vagy amikor a palánta naponta több mint 5 öntözést igényel. A növények állandó helyre mozgatásának legkésőbbi időpontja a harmadik fürt virágzása.

Az ültetési időpont megválasztásában meghatározó a gyökérrendszer fejlettsége és a várható besugárzási viszonyok. Azonnali ültetés szükséges, amennyiben gyökérbarnulás vagy pusztulás következett be. Jobb 1–2 héttel korábban kiültetni, akár a 2. fürt virágzása előtt, mint várakozni és a gyökérveszteség miatt lassabban indítani a növekedést. Az erősen generatív fajták korábban, a vegetatív fajták később is ültethetők. Ezen kívül korábban ültethetünk a jól klimatizált és szabályozható üvegházakban, később a fóliákban és az alul fűtött berendezésekben. A túl korai ültetés negatív következményei azonnal jelentkeznek: a gyökerek a szűk ültetőkockából gyorsan átnőnek a termesztőközegbe, melynek következtében a növény fejlődése vegetatív irányba billen át, és az ekkor alakuló 3 fürt gyenge lesz, az első két fürt később virágzik. A túl késői (4–5. fürt képzése idején) ültetés gyengíti a felső fürtöket, mivel a növény a gyökérrendszer építésekor és a meglévő bekötött bogyók növelésekor kevesebb energiát fordít az új fürtök fejlesztésére.

Szétrakáskor, de legkésőbb az ültetéssel egy menetben szükséges a tartózsinórt a növényekhez rögzíteni. Ennek legegyszerűbb módja, ha rátekerjük a palántanevelő

65. táblázat. Javasolt hőmérséklet és tápoldatozás szabályozása ültetéstől a 3. fürt virágzásáig

Növekedési fázis	Hőmérséklet (°C)			Tápodat	
	Nappal	Éjszaka	Korrekció fényre	EC (mS/cm)	pH
Szétrakás az üvegházban (2 napig)	20	20		3,2	5,5–5,8
Első fürt teljes kialakulásához	18–20	17–18		3,5–4,0	5,5–5,8
Ültetés előtt állandó helyre	18–19	16–17		3,6–4,0	5,5
Ültetés után 1 hétig	20–22	19	+2	3,5–3,8	5,5–5,7
3. fürt virágzásig	18–20	15–17	+3	3,5–3,8	5,5

kockára, de rögzíthető klipsszel vagy a kocka alá húzva és a növényt ráültetve. Hurkapálcával vagy műanyag pálcával kitámasztott növények kötözése később is történhet.

Ültetést követően a *65. táblázatban* bemutatott hőmérsékleti és tápoldatozási programot célszerű alkalmazni.

8.3.6.3. Ápolási munkák

8.3.6.3.1. Fitotechnikai ápolási munkák

Tekerés: A hajtatásban használt fajtákat általában zsinórra csavarva vezetik fel, amelyet lent a növény alatt vagy a gyökérnyaknál rögzítenek. A rövid, 2 ültetéses termesztéstechnológiáknál elegendő a zsinór másik végét felkötni a dróthoz. Hosszabb termesztésnél a zsinórt először speciális kampóra vagy kerekes rögzítőre tekerik fel, és csak így rakják fel a huzalra. Ezzel lehetőség nyílik a zsinór folyamatos engedésére, a szár elfektetésére. A gyakorlatban 14–24 cm hosszú kampókat alkalmaznak, amelyen a termesztés időszakától és fajtától függően 5–12 méter madzag van. Az adott termesztőberendezés technikai kivitelezése befolyásolja, hogy függőleges állapotban a paradicsom milyen hosszú. Fontos, hogy a lomblevelekkel teli szár és a zöld fürtök mindig függőleges helyzetben legyenek. A közepes-nagy bogyójú fajtáknál a minimális magasság 2 méter, a modern házakban gyakori a 3,5–4 m távolság a drótig, ami nélkülözhetetlen a fürtös, illetve cherry fajták termesztésénél. Minél magasabban van a drót, annál könnyebb betervezni a munkafolyamatokat, de a magasan elhelyezett drót nehezíti a munkavégzést, így a fűtőcsövekre helyezett gördülő kocsik használata szükséges. A zsinórt folyamatosan engedni kell és a növekedési ütemtől függően szükséges tekerni a növényszár mellett. Normális körülmények között ezt 7–10 naponta végzik. A madzag szár köré tekerése generatív irányba mozdítja a fejlődést. A hagyományos tekerés helyett egyre gyakrabban rögzítik a szárat műanyag klipszek segítségével. Ezzel – a tekeréssel ellentétben – a növekedést inkább vegetatív irányba változtatjuk, és mivel a szár nem érintkezik a madzaggal, csökken a szürkepenész fertőzési veszély. A hosszúkultúrás paradicsomnál a szár leengedése a földre vagy a földbe szúrt alátámasztó vasakra történik. A földre eresztés csatornás rendszereknél lehetséges, azonban a kórokozók, elsősorban a *Botrytis cinerea* fertőzési veszélye lényegesen nagyobb. A tartókat félméterenként helyezik el olyan magasra, hogy a lelógó fürtök ne érjenek a talajhoz.

Kacsozást a termesztés elején hetente, később ritkábban végezzük. Az oldalhajtásokat korai stádiumban javasolt eltávolítani, amikor a hosszuk 5–10 cm között van. Nagyobb hajtások meghagyása gyengíti a növényeket, csökkenti a hozamot és eltávolításukkal nagy seb keletkezik, amelyen keresztül a kórokozók könnyen behatolnak a növényekbe. A munkafolyamatot legkönnyebb kézzel, száraz napos időben, reggel végezni, ügyelve a tisztaságra.

Különleges esetekben, amikor a csúcsnövekedés nagyon gyenge, javasolt a növény tetejét erősítő 2–3 leveles oldalhajtásokat meghagyni. Eltávolításuk később, a levéllel együtt történik. Optimális fényviszonyok között, alapvetően a növények kondíciójától függően az oldalhajtások meghagyásával növelhetjük az állomány sűrűségét a berendezésben. Az oldalhajtást a madzag mellett vezetjük, ügyelve az egyenletes növényeloszlásra. Általános szabály a következő:

- 4 fürt után minden 2–3. növényen,
- 10 fürt után ismét minden 2–3. növényen hagyhatunk meg egy-egy plusz hajtást.

A sűrűség növelésével több fürt alakul ki, de a bogyók nagysága csökken. Amennyiben az oldalhajtást csak 1–4 fürtre metsszük, a rögzítése fürtrögzítővel vagy klipsszel történik úgy, hogy a főszár madzagjához rögzítjük vagy külön zsinegre vezetjük. Ez eléggé munkaigényes művelet, és bár extra termést hoz, annak minősége gyakran gyenge, gazdaságilag nem éri meg. Ezt a műveletet fürtveszteség után javasolt alkalmazni, amikor a növény erős, vagy a növényegyensúly beállításánál.

Levelezéskor az idős, alig vagy egyáltalán nem asszimiláló leveleket távolítják el. Célja a sűrű növényállomány aljának levegőssé tétele, a fényviszonyokhoz igazított lombfelületek kialakítása és a növekedési ütem szabályozása. Először a beteg leveleket távolítjuk el, utána a növekedési ütemnek megfelelően a fölösleges alsó leveleket. A gyakorlatban jól bevált módszer, ha a fürt feletti leveleket akkor távolítjuk el, amikor a bogyók nagysága megfelelő. Általában 70 cm-es növénymagasságnál célszerű megkezdeni a fiatalkori levelek eltávolítását, később legfeljebb 2 kifejlett, zöld fürt lehet a levelek alatt. A túl korai levelezés lassítja a bogyók növekedését és gyorsítja az érést. Optimális esetben növényenként egyszerre maximum 3–4 levelet távolítunk el, lehetőleg napos időben. Téli hónapokban négyzetméterenként 30 darab, nyáron 50 darab levél biztosítja a megfelelő növekedést. A tetejezés után minimálisan 10 levelet kell megtartani. A levél száma függ az állomány sűrűségétől és termesztési időszakától *(66. táblázat)*.

Paradicsomtermesztésben nagyon fontos, hogy hogyan és milyen időben végezzük a levelezést, mivel a növényeken nagy sebfelületek keletkeznek. Kézzel vagy kés segítségével csonk nélkül vágjuk le, kerülve az esős, párás körülményeket, amikor nő a

66. táblázat. Levélszám alakulása eltérő növénysűrűségtől és tenyészidőszaktól függően (db/tő)

Sűrűség db/m^2	4. fürt virágzásáig	Első szedéstől májusig	Nyári melegben	Szeptember-október
3	10	14	18	14
2,7	12	15–16	20	15
2,5	14	17	22	16

gombás fertőzések veszélye, főleg a szürkepenészé. Erősebb szellőztetéssel, a növényeket szárító fűtéssel segítsük elő a sebhelyek megszáradását. Különösen kritikus időszakokban és érzékeny fajtáknál javasolt a sebfelület preventív kezelése.

Egyes fajtáknál, illetve erősen vegetatív növényeknél fürtönként egy kicsi, 3–5 centiméteres levelet eltávolíthatunk a növény tetejéről. Ez generatív hatást gyakorol a növényre, és erősebb fürtképzéshez vezet. Télen és kora tavasszal, az optimálisnál hidegebb és párásabb berendezésekben, amikor a föld feletti rész túlságosan sűrű, érdemes megritkítani az egyébként aktív fotoszintetizáló zónát is, azaz eltávolítani néhány köztes levelet is.

Fürtkezelési műveletekre elsősorban fényszegény időszakban van szükség, mivel a virágkezdemények mutatják a legnagyobb érzékenységet a fényellátásra. 150 W/m^2 fényintenzitás alatti besugárzásnál, a fajta érzékenységétől függően a virágok száma és fejlettsége elmarad az egészséges virágokétól. Néha a virágszirmok nem fejlődnek, a fürtkocsányok könnyen megtörnek. Magyar viszonyok közt a kocsány erősítése klipsz segítségével történik, illetve a már fejlődő fürtöt hozzárögzítik a szárhoz.

Téli hónapokban a gyenge besugárzás idején és nyáron, nagy melegben szükséges lehet a kötések számának csökkentése a növekedési egyensúly fenntartása érdekében. Ez fürtmetszéssel valósítható meg úgy, hogy a fürtöt vagy annak egy részét még a kezdeti állapotban eltávolítjuk. Gyakori, hogy télen a fürt első, szabálytalan bogyóit vágjuk le, később az utolsó bogyók eltávolításával egyenletesebb érés érhető el. Elágazó fürtöknél javasolt az egyik elágazást teljesen eltávolítani. Ezzel a beavatkozással nő a megmaradó bogyók átlagtömege. A fürtös fajtákat 5–6 bogyóra metsszük. A túl erős fürtmetszéssel csökken a termésmennyiség.

A virágok termékenyülését segítő beavatkozások a paradicsomhajtatásban igen fontos ápolási munkák. Egyik módszer, a mostanában csak különleges körülmények között alkalmazott hormonos preparátumok használata. A hormonkezelést hetente kétszer végezzük, s eredményeként gyakran torz, eltérő nagyságú bogyók fejlődnek. Emiatt e módszer helyett inkább természetes termékenyítést alkalmaznak, melynek feltétele, hogy a virágok növekedése egyenletes legyen, elegendő pollennel, a pollen a bibére jusson és kicsírázzon az optimális hőmérsékletnél és páratartalomnál. Csekély pollenképzés túl nagy hőmérséklet-ingadozásnál, illetve túl magas nitrogén- és alacsony foszforellátottság esetén léphet fel. A portokokból kihulló virágpor könnyebben jut a bibékre, ha a növényeket rázogatjuk vagy a virágkocsányt vibrátorok segítségével mozgatjuk. A legbiztonságosabb megtermékenyítést az állományba telepített poszméhek végzik, amelyek a pollent optimális időben megfelelő virágfejlettségnél szállítják a bibére. Folyamatosan figyelni kell, hogy elegendő számú poszméh legyen. A többi rovarhoz viszonyítva a posztméhek effektívebben dolgoznak, mert percenként 20–30 virágot látogatnak meg és aktivitásuk viszonylag tág hőmérsékleti határok között mozog. A meglátogatott virágokon legkésőbb 1 nappal a beporzás után barna foltok jelennek meg. A tipikus elszíneződés jobban látható tavasszal mint nyáron, bár a bekötött virágok gyorsan becsukódnak, a termés keményebb és teltebb lesz. Virágzás kezdetén hektáronként 2 nagy család elegendő, majd ezt fokozatosan 5-re lehet emelni. Kisebb létesítményekben közepes, illetve kis kaptárokat lehet kihelyezni. Determinált fajtáknál, ahol a virágzás intenzívebb, valamivel több poszméh család kihelyezése indokolt. Egy-egy kaptár 4–6 hétig aktív, utána másik család betele-

pítése szükséges. A posztméhek mellett az alkalmazható növényvédő szerek listája korlátozott.

Beporzás után törekedni kell arra, hogy a hőmérséklet a berendezésben 20–27 °C, a páratartalom pedig 50–85% körüli legyen. 15 °C alatt és 30 °C fölött a pollen nem képes csírázni. A pollen csírázását gátolja a túl alacsony páratartalom is, a túl magas viszont a pollen csomósodásához vezet, ezáltal nehezen hullik ki a portokokból.

Tetejezést vagy a növekedési csúcs eltávolítását nyáron 5, ősszel 6 héttel a tervezett kultúra befejezése előtt végezzük. Ezzel lehetőség nyílik arra, hogy az utolsó bogyók is kifejlődjenek az optimális méretre. E művelet végzésekor javasolt az utolsó virágzó fürt fölött meghagyni 2–3 levelet, amely védi a terméseket a túl erős besugárzástól. Több levél hagyható nyáron, illetve a repedésre és Ca- hiányra érzékeny fajtáknál.

8.3.6.3.2. Tápanyag-utánpótlás, öntözés

Talaj nélküli termesztésben a növények tápanyag-ellátása elsősorban a tápoldatban lévő tápelemek mennyiségétől és koncentrációjától függ. Nagyon fontos, hogy azok összhangban legyenek a növények igényeivel a fejlődés különböző időszakaiban. A tápoldat és közeg tápanyag-tartalmának megállapításánál figyelembe kell venni a fajták jellegét (vegetatív, generatív) és típusát (bogyó nagysága, szedési technika).

A tápoldat adagolása a talaj nélküli termesztésben, csepegtető rendszeren keresztül történik. Az alkalmazott öntözési stratégiánál és a tápoldat tulajdonságainál figyelembe kell venni a fényviszonyokat, a növény fejlődési fázisát és tápanyag-szükségletét. A termesztés kezdeti időszakában az egyszeri tápoldat mennyisége lehet nagyobb (500 ml/m^2/öntözés), kisebb sűrűséggel, később az adag csökken és nő a sűrűsége. A magas besugárzás és intenzív növekedés idején, általában gyakrabban kell kisebb adagokkal öntözni (akár 20 percenként 200–250 ml/m^2/öntözés). Az egyszeri adagot növeljük, ha nagy a különbség a közegoldat és a tápoldat töménysége között. A tápoldat adagolását a növény igényeihez szükséges igazítani, kiemelt figyelmet fordítva a besugárzásra. A kijuttatandó tápoldat-mennyiség meghatározásának alapja egy méternél magasabb állománynál: 1 J/cm^2-ként a javasolt adag 2–3,5 ml/m^2. A tápoldat napi eloszlásával befolyásoljuk a közeg nedvességét és irányíthatjuk a növekedést. A helytelen öntözés a szükségesnél több műtrágya felhasználásához, a gyökér

67. táblázat. A paradicsom tápoldat-igénye hidrokultúrás termesztésben 20%-os túlfolyás esetén

Időszak	Javasolt öntözési adag ml/m^2 öntözés	Napi tápoldatigény (l/m^2)
Szétrakás a táblán	250–300	0,5–1,2
Ültetés	175–250	1,5–2,2
1. fürt virágzásától	375–450	2,2–3,5
3–5. fürt virágzásakor	300–375	3,5–4,5
Szedés eleje (10. fürtig)	220–300	4,5–6,5
10. fürt után	175–400	6,5–10,0

pusztulásához vagy a növények éhezéséhez vezet. Az egyensúlyban lévő állomány tápoldatozása 2 órával napkelte után kezdődik, és napos időben két órával napnyugta előtt, borús időben pedig 3 órával napnyugta előtt fejeződik be.

A termesztés ideje alatt – vízminőségtől függően – szükséges a túlfolyás. Ez nem elpazarolt tápoldat, jelentős szerepet játszik a közeg paramétereinek betartásában és a felesleges tápelemek kimosásában. Az időjárástól függően borús napon 5–10%, napos időben 15–20% (esetleg 25–30%) túlfolyás az elvárt mennyiség. Fontos, hogy a túlfolyás 3–4 öntözés után jelenjen meg, legkésőbb 10–11 órákor. Amennyiben kisebb túlfolyást kapunk, növelni kell az adagot és a sűrűségét.

A különböző fejlődési fázisban levő paradicsomállomány tápoldatigényéről a *67. táblázat* ad felvilágosítást.

Tápoldat összetétele. Szervetlen közegeknél a tápoldat összetételét a növény fejlődési fázisához kell igazítani, a korrekció az állomány habitusa, illetve a közeg kivonata alapján történik. Javasolt rendszeresen ellenőrizni a közeg tápanyagtartalmát, az ültetéstől május végéig háromhetente, későbbiekben havonta. Alapvetően törekedni kell az optimális generatív-vegetatív növekedési egyensúly beállítására, amit főleg a N:K arány befolyásol. A káliumigény folyamatosan nő a bogyók számának növekedésével. Optimális aránynak tekinthető:

- szétrakás a táblán első fürt virágzásáig: 1:1,3–1,4,
- tábla feltöltése: 1:1,
- második-harmadik fürt virágzásakor: 1:1,4,
- harmadik-ötödik fürt virágzásakor: 1:1,6–1,8 (amennyiben kevés öntözést alkalmazunk),
- első szedések idejében: 1:1,6,
- termő állományban: 1:1,4–1,7.

Fontos, hogy a növények kalciummal való ellátása folyamatos legyen, a magnézium mennyiségéhez igazítva. Optimális Mg:Ca arány a kezdeti időszakban 1:3,4–4,0, első szedésig – 1:2,8–3,4, folyamatos szedéseknél – 1: 2,8. A hibás tápanyag-ellátás általában nem a helytelen tápoldat-összetétel vagy a hiányos adagolás következménye (vagyis nem a tápelemek hiánya), hanem leginkább a gyenge gyökérrendszer, a rossz közeg kémhatása, illetve az eltorzult tápanyagarányok megnehezített tápanyagfelvételből származik.

Kőgyapotos termesztésnél a javasolt tápodat összetételét a *68. táblázat* mutatja. A megadott makroelemek értékei csak tájékoztató jellegűek, a pontos összetétel megállapításánál figyelembe kell venni a növények kondícióját és az időjárási viszonyokat is. A mikroelemek adagolásában, főleg a vas és a mangán esetén, a mennyiségek magasabbak a növények szükségleteinél. Ez nagymértékben függ attól, hogy milyen típusú kelátban vannak, és milyen a közeg kémhatása. EDTA kelát felvehető 6,0 alatti-, DTPA 6,5 (7,0) alatti-, HEEDTA 9,0 alatti és EDDHA akár 10 pH-nál.

A tápanyag-ellátás eltéréseket mutat egyes fajtáknál a standard receptekhez viszonyítva:

- nagyobb bogyójú fajtáknál javasolt a magasabb káliumszint, az ültetést követően és teljes terhelés idején,
- magasabb legyen a kalciumtartalom a tápoldatban és tábla kivonatban, amennyiben a terhelés nagy vagy a termésnövekedés nagyon intenzív,

68. táblázat. A Grodan cég által javasolt tápoldatok összetétele kőgyapotos paradicsomtermesztésnél

Paraméter	Feltöltő	1. fürt virágzásáig	3. fürt virágzásáig	5. fürt virágzásig	10. fürt virágzásig	Nagy állomány Standard
EC (mS/cm)	2,5–3	3,5–4,0	3,5–4,0	3,0–3,5	2,8–3,3	2,8–3,0
pH	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5–5,8	5,8
N (mg/l)	200–220	220–300	200–230	200–230	200–240	190–200
P (mg/l)	40–65	40–80	50–60	40–60	40–60	40–50
K (mg/l)	200–240	260–300	260–320	320–360	300–340	300–340
Mg (mg/l)	60–70	60–80	70–80	60–80	60–70	60
Ca (mg/l)	210–260	220–280	200–220	200–210	200–210	190–210
S (mg/l)	120–140	85–100	100–110	125	135	130
Fe (mg/l)	1,4–2,5	2–2,5	2,5	2,2	2	2
Mn (mg/l)	0,55–0,8	0,55	1,0	0,8	0,8	0,8
B (mg/l)	0,45–0,5	0,27	0,4	0,4	0,4	0,4
Zn (mg/l)	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Cu (mg/l)	0,05–0,15	0,05	0,15	0,15	0,15	0,15
Mo (mg/l)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

- a növekvő igényekhez igazított, magasabb magnéziumszint szükséges az első termés szedésekor és a nyári melegek időszakában,
- időszakos magasabb N-szint a növények intenzívebb növekedésre serkentése érdekében, amire nyáron, nagy melegekben gyakran szükség van,
- optimálisnál alacsonyabb N-szint főleg fényhiányos időszakban, illetve amennyiben a berendezés hőmérséklete az optimálisnál alacsonyabb.

Perlit alkalmazásakor alacsonyabb tápoldat EC-t kell használni, aminek az a következménye, hogy a termő állományban a közeg tápelemtartalma 10–15%-kal kisebb. A zsákok feltöltése folyamatos, lassú legyen, a későbbiekben gyakrabban kisebb adagokat kell alkalmazni.

A szerves közegeknél a termesztés két módszer szerint történhet: a közeg tápanyagtartalmát ültetés előtt beállítjuk az optimális szintre. Ez paradicsom esetében N–220 mg/l (egyes fajtáknál és korai ültetéshez javasolt csökkenteni 150–180 mg-ra), P–150 mg/l, K–300 mg/l, Mg–120 mg/l, Fe–10 mg/l, Mn–3 mg/l, Cu–12 mg/l, B–3 mg/l, Zn–1 mg/l és Mo–1mg/l. A tápelemek mennyisége 2–3 hétre elegendő, ez idő alatt az öntözés tiszta vízzel vagy gyenge tápoldattal történik. Később a fenofázishoz és klimatikus viszonyokhoz igazított tápoldatot kell használni. Másik módszer szerint a kiültetés „üres" tőzegbe történik, és azonnal tápoldatozással indítjuk a növényeket. A termesztés elején (3 hétig) a tápelemek koncentrációját 20%-kal növelni kell a kőgyapotra javasolthoz viszonyítva. A szerves közegeknél a tápelemek koncentrációja fényszegény időszakban 2,8–3,5 mS/cm kell, hogy legyen. A további termesztésben, jó besugárzásnál az optimális EC 2,2–2,8 között van. A közegek tápelem-megkötő képességéből adódóan azok

rendszeres vizsgálata szükséges, és ennek megfelelően a tápoldat összetételét módosítani kell. Amennyiben a túlfolyás 50% körüli, elegendő a drén vizsgálata. Amennyiben ennél kisebb, a közeg vizsgálata szükséges, és a korrekció ennek alapján történik.

A *kókuszrost* kémhatása 6,5–6,8 pH között van. A kálium mellett tartalmazhat nátriumot és klórt. Ez indokolja, hogy használatakor a termesztés kezdeti időszakában a tápoldat káliumszintjét 30–50 mg-mal csökkenteni kell, a kalciumot viszont 40 mg/l-rel növelni. Az öntözést később kezdjük és korábban fejezzük be, nagyobb egyszeri adagokat használunk (120–150 ml), és bővebb túlfolyással megakadályozzuk a tápelemek kötődését a rostokhoz. A többi szerves közeghez hasonlóan a vegetatív növekedés megakadályozható a magasabb EC tartásával. A kókuszrostban a termesztés alatt a kőgyapothoz viszonyítva magasabb kémhatást kell tartani (6,0–6,5), így az adagolt tápoldat pH-ja is magasabb.

Oltott növények tápoldatozásánál figyelembe kell venni a növények erősebb növekedési erejét. A standard értékekhez viszonyítva a termesztés első szakaszában 20%-kal, később 10–15%-kal kevesebb nitrogént kell alkalmazni. Növelni kell a Mg-szintet (figyelembe véve a növekedési fázist és a terméshelést) a termesztés elején 10%-kal, nagy terhelés idején, illetve a megnehezített tápanyag felvétel idején 20%-kal. Főleg az első 3 hétben kell kerülni az ammónium forma adagolását. A termesztés ideje alatt 23–30 mg/l-rel magasabb kalciumszint javasolt.

8.3.6.4. Termés szedése, tárolása, előkészítése eladásra

A paradicsomtermés kifejlődéséhez átlagosan 45–50 nap szükséges, bár fényhiányos időben, fajtától függően, alacsony hőmérsékleten (17 °C) néha 70 napig is eltart. A bogyó növekedése leáll, amikor eléri a jellemző nagyságot és teljesen zöld. A színeződést a fürtöt takaró levelek eltávolítása és az esti magasabb hőmérséklet segíti elő. Tavasszal, április végéig a levelek eltávolítása 2–3 zöld fürtig történik, később csak 1–2 fürt látszódjon szabadon. Azon kívül az első fürtök érése meggyorsítható a fürtkocsány hormonos kezelésével. Olykor ecsettel kenik a hígított Ethrelt (15–20%-os oldatot) a kocsányra, ügyelve arra, hogy a folyadék ne csöpögjön a növény más részeire. Előfordul, hogy alkalmazásakor a növény növekedése leáll.

A hajtatott paradicsom szedése heti 1 vagy 2 alkalommal történik olyan érettségi foknál, hogy felhasználásra biológiailag éretten kerüljön. Azonnali fogyasztásra a piros bogyókat szedik, szállításhoz és tároláshoz pedig akár szalmasárga állapotban. A kifejlett termések, ahol a kiszíneződés beindult, képesek utóérni, de ízük rosszabb lesz. A szedés csak kézzel, fürtös fajtáknál olló segítségével, optimális esetben reggel, illetve délelőtt történik. A paradicsom szedhető kocsánnyal vagy anélkül. Főleg a kocsánnyal szedett terméseknél munka közben vigyázni kell arra, hogy a bogyók ne sérüljenek a további kezelés alatt. A termést azonnal javasolt átszállítani egy hűvös helységbe, ahol a bogyók nagyság szerinti osztályozása történik. A méreten kívül figyelni kell a bogyók tisztaságát, épségét, egészségügyi állapotát. Fajtától eltérő, hibás, beteg, puha, esetleg zöldtalpas termések nem hozhatók forgalomba. A szupermarketek általában igénylik a színskála szerinti osztályozást a kereskedelmi érésnek megfelelően. Szín szerint több csoportot különböztetünk meg, ez gépi osztályozást igényel és a kereskedő cég biztosít hozzá megfelelő színskálát. Az utóbbi időkben, az

egyenletes állományokban a szedés szedőkocsik segítségével, közvetlen 10-es rekeszekbe történik, ezzel azonnal piacra kész árut kapunk. Így lényegesen csökken a kézimunka-igény.

Magyarországon a magasabb értékesítési ár érdekében, általában a kézzel válogatott paradicsomot 2 rétegben sorolják 10 kg-os műanyag rekeszekbe. Egy-egy rekeszbe azonos méretű bogyók kerüljenek, mert az ilyen áru mutatósabb, piacképesebb. A géppel válogatott árut, amelyet cm-enként osztályoznak, kézzel igazítják a ládába, és így kerül értékesítésére. A szupermarketek vagy a külföldi értékesítők általában 6 kg-os papírdobozokat vagy műanyag rekeszeket használnak. Fürtös fajtáknál egyre jobban terjed a kis fogyasztói kiszerelésű tálcás, fóliaburkolattal ellátott értékesítési forma.

Amennyiben az áru nem kerül azonnal értékesítésre, és tárolásra van szükség, javasolt 12–13 °C hőmérsékleten tartani, ahol 3–10 napig megőrzi a teljesen friss állapotát. Az optimális páratartalom a tárolás alatt 85–90%. Alacsonyabb hőmérsékleten nem képződik a piros színanyag, a bogyók könnyen sérülnek és rothadnak. 18–20 °C hőmérsékleten a paradicsom gyorsabban érik, de rövidebb ideig tárolható, a bogyók puhulnak. A bogyók veszítenek a turgorból, ráncosodnak és puhulnak a túl száraz tárolókban is, a túl párásban viszont kórokozók által okozott fertőzések léphetnek fel. Létezik egy új technológia, amely a kifejlett, zöld bogyók színeződését majdnem teljesen leállítja, ezáltal a tárolás időtartama 6–12 hétre növelhető. Ehhez klímaszabályozott tárolókamra szükséges, ahol a levegő 5% CO_2-ot és 3–5% O_2-t tartalmaz. Ezután a paradicsomot átviszik a 20 °C-os, hagyományos tárolóba, ahol a bogyók beszínesednek.

8.3.6.5. Technológiai elemek ellenőrzése

8.3.6.5.1. Közeg ellenőrzése

A termesztés ideje alatt naponta ellenőrizni kell a közeg paramétereit. Legfontosabb az EC-mérés, amelyet napi rendszerességgel, több ponton végzünk. Az optimális szintje 1–1,5 mS/cm-rel magasabb, mint az adagolt tápoldaté. Magasabb tápanyagkoncentrációnál (EC) csökken a kalcium és magnézium felvétele, a káliumé pedig nő. A hosszan tartó magas érték a gyökér elhalásához vezet. Az EC emelkedése a közegben akkor következik be, amikor a vízfelvételhez viszonyítva kevesebbet öntözünk. Értéke csökkenhető az öntözési stratégia megváltoztatásával, amikor gyakrabban, nagyobb öntözési adagot alkalmazunk. A tápoldat EC-csökkenése csak különleges esetekben javasolt, maximálisan egyszerre nem több, mint 0,5 egységgel.

Az alacsony EC általában a túlöntözés jele, és a növény vegetatív fejlődéséhez vezet. Kora tavasszal, nagy tápanyagigény idején előfordulhat, hogy a közeg EC-je az adagolt tápoldaténál kisebb. Ez esetben javasolt a több és töményebb tápoldat adagolása.

Tápanyagfelvétel szempontjából hetente 2–3 alkalommal kell vizsgálni a kémhatást. Paradicsom esetén az optimális érték 5,5–6. Hosszú, borús idő után a hirtelen magasabb nitrogénfelvétel pH-növekedéshez vezet. Ez általában rövid időn belül megváltozik, így nincs szükség korrekcióra. Amennyiben a változás hosszan tartó folyamat, a receptet úgy kell összeállítani, hogy legyenek benne ammóniumionok (max. 20–28 mg/l NH_4).

A növények folyamatos megfigyelésével és a klimatikus viszonyok optimalizálásával jobb eredmények érhetők el. Ahhoz, hogy az értékelés valós legyen, átlagos növényeket kell választani, hektáronként legalább tízet. Rendszeresen, hetente a kiválasztott növényeket egyszerű eszközök segítségével kell mérni, az adatokat feljegyezni és kiszámolni az átlagot. Az eredményeket interpoláljuk és figyelembe vesszük a növény további irányításában. A vizsgálatban mérni kell a következőket:

- vegetatív növekedést: a szár heti növekedése, szár vastagsága, levélszám változása és levél hossza, terméssszám változása és mérete,
- generatív növekedés: virágfürt fejlődése, elhelyezése, nyílt virágok száma és kinézetük, új termések száma,
- gyökérrendszer: nagysága, kiterjedése, színe és egészsége,
- rendellenességek a növekedésben vagy fejlődésben.

Az értékelésnél figyelembe kell venni nemcsak a relatív értékeket, hanem a változásokat és a sebességet is.

A paradicsom heti növekedése 15–30 cm lehet, az előző hét növekedési pontján a szárátmérő 8–12 mm. A növény hetente általában 2,5–3 új levelet hoz, amelyek kifejlett állapotban 35–45 cm hosszúak. Hetente átlagosan 0,8–1,3 fürtöt képes fejleszteni a növény, méréseknél 3–8 nyílt virág látható, ami nagymértékben függ a termesztési időszaktól és a fajtától. Amennyiben a beporzás követi a virágok nyílását, hetente 4–8 új bogyó jelenik meg. A négyzetméterenkénti összes bogyók száma 95–125 darab.

A paradicsom vegetatív növekedésű akkor, ha a szár vastag, az oldalhajtások a főhajtás csúcsához közel törnek ki és nagyon erősek, a virágok száma kevés, színük fakó, a bogyók a legalsó fürtökben kicsik és fejletlenek.

Generatív növényekre jellemző a gyenge, vékony csúcs, a tetejéhez közel álló fürttel. A virágok nagyok, sötétsárga színűek, könnyen beköttethetők. A bogyók fejlődése a fürtökben szabályos, a fajtára jellemző. Emlékezni kell arra, hogy a gyengébb, vékonyobb növény nem biztos, hogy generatív. A gyengébb növekedés lehet túlterhelés vagy sérült gyökérrendszer következménye. Túl vastag növény fejlődhet, amennyiben nincs rajta elegendő bekötött termés vagy a gyökérzónában a tápelemek mennyisége az optimálisnál alacsonyabb.

A generatív növekedést ösztönző tényezők: Gyorsabb virágzás, jobb kötődés és lassú lombtömeg-növekedés alapvetően alacsonyabb páratartalom és magasabb átlaghőmérséklet mellett tapasztalható. Elérése érdekében növelni kell a szellőztetést azonos hőmérséklet mellett, melegebbet kell tartani a délutáni órákban és törekedni kell a nagy hőmérséklet-különbségekre. Ritka öntözéseket töményebb tápoldattal végzünk, később kezdjük és korábban fejezzük be a tápoldatozást. A közeg alacsonyabb hőmérséklete (1–2 °C-kal alacsonyabb az optimálisnál) és kisebb nedvességtartalma (5–10%-kal kisebb az optimálisnál) növeli a fürtképzés sebességét. A 800–1000 ppm CO_2- tartalom és csökkentett levélszám úgyszintén a generatív növekedést indukálja.

A vegetatív növekedést ösztönző tényezők: Nagyobb lombtömeg (hosszabb és nagyobb felületű levél) olyan berendezésben fejlődik, ahol a levegő páratartalma az optimálisnál magasabb. A növények vastagodását segíti az alacsonyabb 24 órás átlag-

hőmérséklet, a nappalinál magasabb éjszakai hőmérséklet, az optimálisnál melegebb, nedvesebb közeg. Gyakori öntözések rövid éjszakai szünettel, az alacsony tápanyagtartalom (EC 0,2–0,4 mS/cm értékkel kisebb az optimálisnál) és a magas NH_4 szint (25 mg/l) a tápoldatban a vegetatív szervek fejlődését segítik elő. Ezen felül az oldalhajtások meghagyása 1–2 levéllel, a késleltetett levelezés (több levél növényenként) és tekerés (a növekedési csúcs eláll a madzagtól) könnyíti a szár növekedését.

Fejlődési rendellenességek. A hajtatásban gyakran előfordul, hogy a növények fejlődése eltér az optimálistól. Ennek oka lehet kórokozók vagy kártevők előfordulása, de gyakori, hogy a kedvezőtlen körülmények között a növény életfunkciói eltérnek az optimálistól. Ekkor fiziológiai rendellenességről beszélünk, melyek a következőképpen csoportosíthatók:

- növekedési eltérések a levélben (deformálás, átszíneződés) vagy fürtben (torz, alaktalan fürt),
- kötés hiányosságai, virágok, bogyók lerúgása,
- növények hervadása,
- elváltozások a bogyókban (hibás kiszíneződés, repedezés, üreges bogyó).

Leggyakrabban előforduló változás a levél elszíneződése. Attól függően, hogy a növény melyik részén (tetején, középmagasságon vagy alján) és a levéllemezen hol látható, más-más elem hiányára vagy túladagolására utal (64. táblázat). A levél deformálását általában fitotoxikus mérgezések okozzák. Redukált levéllemez alakul ki a közeg nagyon magas sótartalma mellett, tápanyagok hiánya esetén vagy vírusinfekció idejében. A növény tetején a levéllemez sodródását a magas pH, a mangán vagy a réz hiánya idézi elő. Az alsó levelek csavarodását a túl nagy lombfelület vagy a felvételhez képest magasabb párologtatás okozza. A növekedési csúcs barnulása, beszáradása kalciumhiányból ered (általában nehezített felvételből és nem hiányból származik). A csúcs elhalása magas pH mellett, rossz fényviszonyoknál történhet. Vöröses elszíneződés a leveleken vagy a száron a stresszreakció vagy foszforhiány eredménye. Alaktalan fürtképzés, amikor a virágok többsége ki sem nyílik, rossz fényviszonyoknál van, amikor a hőmérséklet a körülményekhez viszonyítva túl magas vagy a páratartalom túl alacsony. Dupla fürtök hideg körülmények között jelennek meg. Ha a fürt fejlődése normális, de nagyon éles szögben csatlakozik a szárhoz, és nagy a távolság a fürtkocsány alapja és az első virág között, az magas páratartalomra, illetve a fényviszonyokhoz képest melegebb körülményekre utal. A termés kötődése lassabb, ha a virágban nincs elegendő pollen, nem történik beporzás vagy a csírázása lassú (magas hőmérséklet). A termések elrúgása a közeg magas EC-je mellett van, de mangán- vagy bórhiánynál is előfordul. Hasonló jelenség figyelhető meg az első fürtökön foszfor- és káliumhiány esetén, gyenge besugárzás mellett. Kora tavasszal az első fürtökben gyakoriak az üreges bogyók, amelyek víz-, illetve káliumhiány miatt keletkeznek. Megjelenésükre akkor számíthatunk, ha gyenge fényviszonyok mellett magas EC-t tartunk a közegben, megakadályozva ezzel a megfelelő víz- és tápanyagfelvételt. A káliumhiány a termesztés ideje alatt gyenge színeződéshez, érzékeny fajtáknál zöld talpassághoz vezet. Amennyiben a bogyók nem képesek bepirosodni és a bőrszövet alatt sárgásnarancsos foltok figyelhetők meg, az a túl magas hőmérséklet eredménye, ugyanis 32 °C felett akadályozott a színanyagok kialakulása. A 16 °C-nál hidegebb levegő és a nagy hőmérséklet-ingadozás is rontja a színeződést. A bogyón, kocsány mellett megjelenő

apró, körkörös repedések lassú növekedési ütemre utalnak. Nagy, nyílt repedések keletkeznek, amennyiben a vízfelvétel nagyobb, mint amennyit képes elpárologtatni a levélzet. A jelenség elkerülhető, ha később kezdünk öntözni vagy a növény párologtatását fokozzuk. A bogyó csúcsán látható elmosódott barnás foltok vagy nagy fekete mélyedések keletkeznek, ha a kalcium nem jut el a fejlődő termésekhez. A csúcsrothadást a kalcium abszolút hiánya mellett a megnehezített felvétel (magas EC, magas K, Mg, NH_4 szint) vagy sérült gyökérrendszer miatt kialakult relatív kalciumhiány is előidézheti. A túlzott kalciumfelvétel aranypettyességet idéz elő a bogyókon.

8.3.7. Irodalom

Horinka T. – Knipf R. (2007): Zöldségnövények hiánybetegségei. Modok és Társa. Kiskunhalas.

Papadopoulos, A. P. (1991): Growing greenhouse tomatoes in soil and soilless media. Agriculture Canada Publication, Ottawa.

Resh, H. M. (1998): Hydroponic food production. Woodbridge Press Publishing Company, Beaverton.

Ross, J. (1998): Hydroponic tomato production. Casper Publications, Narrabeen. Australia.

Szőriné Z. A. (2007): A zöldségnövények generatív és vegetatív fejlődésének szabályozása klimatikus tényezőkkel. Kertgazdaság. 39(1): 3–11.

Terbe I. – Hodossi S. – Kovács A. (2005): Zöldségtermesztés termesztőberendezésekben. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Winsor, G. – Adams, P. (1987): Glasshouse crops. Long Ashton Research Station, Long Ashton, UK.

Wysocka-Owczarek, M. (2001): Pomidory pod oslonami. Hortpress Sp.zo.o, Warszawa.

Wysocka-Owczarek, M. (2004): Zaburzenia wzrostu i rozwoju pomidora. Plantpress Sp.zo.o., Kraków.

Zych, A. (2003): Metodyka integrowanej produkcji pomidorów pod oslonami. Piorin, Warszawa.

8.4. Uborka talaj nélküli termesztése

8.4.1. Termesztés története és gazdaságossága

Az uborka (*Cucumis sativus* L.) egyike a legrégebben termesztett hajtatott zöldségünk. Nagy népszerűségét beltartalmi értékeinek és diétetikus tulajdonságainak köszönheti. A benne lévő rostok és ásványi anyagok semlegesítik a savakat, amelyek a hús, sajt és zsír fogyasztásakor keletkeznek. Alacsony kalóriatartalma miatt az uborka nagyon fontos eleme a diétás étrendnek. Az uborka a Cucumis nemzetséghez tartozik, Kína déli részről és India tropikus területeiről származik. Egynyári növény, amelynek gyökérrendszere az 1 méter mélységig növekvő főgyökérből és a 25 centiméter mélységig erősen elágazó oldalgyökerekből áll. Mivelhogy gyökérzetének 80–90%-a a talajfelszín közelében nő és növekedési üteme függ a közeg minőségétől, nedvességtartalmától és hőmérsékletétől, fokozottan figyelni kell a közeg paramétereit. Az uborka szögletes keresztmetszetű, sérülékeny főszárat fejleszt, melynek hossza a fajtától és a termesztési módszertől függ. Üvegházi körülmények között elérheti a 4–5 métert. A negyedik-hatodik levélig a főszár függőle-

gesen nő, később a talajon kúszik vagy kapaszkodik az arra alkalmas támrendszerre. Ezt segítik elő a harmadik levéltől kezdve a levélhónaljban megjelenő kacsok. A főszárból nőnek az elsőrendű oldalhajtások, melyeknek száma, növekedési sebessége és további elágazásuk a növény terhelésétől és a fajtától függ, és a hajtatásban szabályozást igényel. Az uborka levelei 3–5 karéjúak, szőrösek és hosszú nyéllel illeszkednek a szárhoz. Színük különböző árnyalatú zöld, felületük sima vagy hullámos, enyhén hólyagos. Fajtától függően az uborka 1–2 hónappal a csírázás után hoz virágokat. A hím-, nő- és hímnős virágok egyesével vagy fürtösen helyezkednek el. Hajtatásban túlnyomóan a nővirágot fejlesztő fajtákat termesztik, amelyekből magvas vagy mag nélküli (partenokarp) termések fejlődnek ki. A magot fejlesztő fajtáknál a hozam függ a beporzást végző méhek aktivitásától, míg a partenokarp fajtáknál a méhek jelenléte rontja a termések minőségét. Kedvező körülmények között a termések növekedése gyors, 10–15 nappal a virág nyitása után elérik a fogyasztható állapotot. Egy tő uborkából hetente 0,45–1,35 kg hozam várható, 10–12 hét alatt pedig 20–25 db termés.

A hajtatásban az uborkát főnövényként termesztik, elsősorban a fűtéssel ellátott üvegházakban, illetve fóliákban. Régebben jól jövedelmező, gyorsan pénzt hozó zöldség volt. Az utóbbi időben a magas hő- és munkaigény, a bizonytalan ár, a fényviszonyoktól függő hozam és az olcsó import az ültetési felület csökkenését eredményezték.

8.4.2. A termesztés feltételei

8.4.2.1. A technológia alkalmazásának feltételei, előnyei

Az uborka főnövényként üvegházban és fóliában egyaránt hajtatható, a termesztőberendezések egyhajósak vagy blokkrendszerűek lehetnek. A termesztéshez szükséges minimális felszerelés a fűtő- és szellőztetőrendszer. A nem fűtött házakban csak nyári termesztés lehetséges, de a termelés kockázata akkor is nagy. Az uborka nagyon érzékeny az éjszakai hőmérséklettel szemben, nagyfokú csökkenése a virág elrúgásához, nehezebb kötődéséhez vezet. Az a berendezés alkalmas a téli termesztésre, amely a szükséges 35 °C Δt fűtési szintet biztosítani tudja. Optimális esetben, a berendezésben 3 fűtőkört kell használni: egyet a falak mellett, a második a földön elhelyezett vegetációs, harmadik a növények közötti felső vegetációs fűtés. A gyökérzóna hőmérsékletét a közeg alatti fűtőcső biztosítja. Minimális felszerelésnek az alsó vegetációs rendszer tekinthető. A fűtés pontos szabályozását a klímakomputerek teszik lehetővé, de termosztátos rendszerek is alkalmazhatók.

Termesztési és klímaszabályozási szempontból a nagy légterű berendezések alkalmasabbak, melyekben hideg időjárás esetén, szellőztetéskor a hideg levegő nem érintkezik azonnal a növényekkel, nyáron viszont a felső levelek nincsenek kitéve erős sugárzásnak. A házakat támrendszerrel kell felszerelni, amelynek magassága a termesztési technológiától függ. A főszár vezetése legalább 2,5–3 m-es magasságot igényel, hagyományos rendszereknél a 2–2,5 méteres támrendszer az optimális. Az alacsony, 7,5 m széles fóliaházak is teljes mértékben alkalmasak kétszeri ültetésre. Ezekben a házakban kevesebb gond van a megfelelő páratartalom megtartásával, de a nyári hőmérséklet szabályozása nehezebb.

A növényházak borítóanyagát illetően, téli ültetéshez az üveg jobb fényáteresztést biztosít, de a tél végi és a tavaszi ültetésű állományok egy-, illetve kétrétegű fólia alatt is könnyen termeszthetők. A fólián lecsapódó pára erősen vegetatív hatással van a növényekre, mivel csökkenti a fólia fényáteresztő képességét.

Az uborka nagyon vízigényes növény és érzékeny a rövid ideig tartó víz-, illetve párahiányra is. Ezért talaj nélküli termesztés esetén különösen fontos, hogy a növények optimális vízellátottságát mindig biztosítani tudjuk. Már néhány órás vízhiány is visszafordíthatatlan változásokhoz vezet, ami súlyosabb esetekben a növények pusztulásával járhat. A pillanatnyi vízmennyiség-szükséglet függ a besugárzástól, de egyéb tényezők, mint a fűtés szintje, a túlfolyás és a levegőmozgás is befolyásolják. A kifejlett növény transzspirációs vízszükséglete 1 J/cm^2 esetén 2,5 ml/m^2, adagolása joulonként 2,5–4 ml/m^2. Az üvegházban ültetett uborkató átlagos napi víz szükséglete 3 liter, vagyis a 4–5 hónapos termesztés alatt 300–350 liter. 1,5–2 tő/m^2 ültetési sűrűségnél kultúránként 450–700 liter tápoldat szükséges négyzetméterenként. Az uborka nem tűri a magas sótartalmat és bizonyos káros elemek felhalmozódását a gyökérzónában. Rossz minőségű víz esetén javasolt a víz sótalanítása. Az öntözéshez egyedi csepegtetőrendszer szükséges, 2–3 l/óra/tüske teljesítménnyel. Az egész termesztés alatt figyelni kell a rendszer egyenletes adagolását. Amennyiben várható a tüskék dugulása, javasolt növényenként két csepegtetőt alkalmazni. A páratartalom szabályozását nyáron, illetve ültetés után nagymértékben megkönnyíti a párásítórendszer, amely nyáron hűtési feladatokat is ellát. Ez nélkülözhetetlen a magas berendezésekben.

8.4.2.2. Alkalmazott rendszerek

A termesztési rendszer választásánál figyelembe kell venni a termesztőház felszereltségét, az ültetés időpontját és a fajtatípust.

A **szalmabálás** módszert az uborka hajtatásában régóta alkalmazzák. A préselt bálákat a talajba süllyesztve helyezik el. Talajfertőzöttség esetén javasolt teljesen elszigetelni fóliával a bálákat a talajtól. A termesztés feltétele a termesztőház precíz előkészítése. Fontos a szalma jó minősége, gyomirtó szertől vagy más vegyi anyagoktól való mentessége. A termesztés kedvező hatással van a növényekre (meleg talp, magasabb CO_2), de a tápoldatozás szempontjából nagyobb figyelmet és többszöri vizsgálatot igényel, mivel a műtrágyák egy része a szalma bomlása során felhasználásra kerül. A szalma előkészítése több műveletből áll:

- 1. nap: A szalmabálák behordása az üvegházba. Az üvegház hőmérsékletét legalább 12–13 °C-ra kell emelni, hogy elkerüljük a fermentációt.
- 2–5. nap: Öntözés naponta, gyakran kis mennyiségekkel, hogy teljesen átnedvesítse a szalmát. A száraz szalmát nehéz átáztatni.
- 4–5 nap: Műtrágyázás: 120–150 g ammónium-nitrát műtrágyát kell szétszórni minden bálára.
- 6–8. nap: Öntözés újra, gyakran kis mennyiségekkel, hogy megakadályozza a nitrogén elszivárgását.
- 9. nap: További nitrogénadagolás (70–80g ammónium-nitrát bálánként). A bálák belső hőmérséklete elérheti az 50–60 °C-t is.
- 10–12 nap: Öntözés tovább.

- 13. nap: Sók mennyiségének ellenőrzése a bálákban, ha szükséges át kell mosatni.
- 14. nap: Alap műtrágya adagolása: 70–80g ammónium-nitrátot, 200g tripla szuperfoszfátot, 100g magnézium-szulfátot és 400 g kálium-nitrátot bálánként.
- 14–15. nap: Öntözés, hogy a műtrágyák belemosódjanak a bálába.
- 16–17. nap: A talaj vagy más közeg előkészítése, a bálák tetejére (5–10 cm termesztőközeg a bálák tetején, hogy megkönnyítse az ültetést és, hogy elősegítse a megfelelő kapcsolat kialakulását a palánták és a szalma közeg között.)
- 18–20. nap: Palántaültetés, ami csak a meleg fermentáció után történhet, amikor a hőmérséklet a szalmában 35 °C alá esik. Ellentétes esetben a kiültetett növények gyökérrendszere megsérül, és a termés később várható.

Nagy munkaigénye miatt ezt a módszert egyre ritkábban használják.

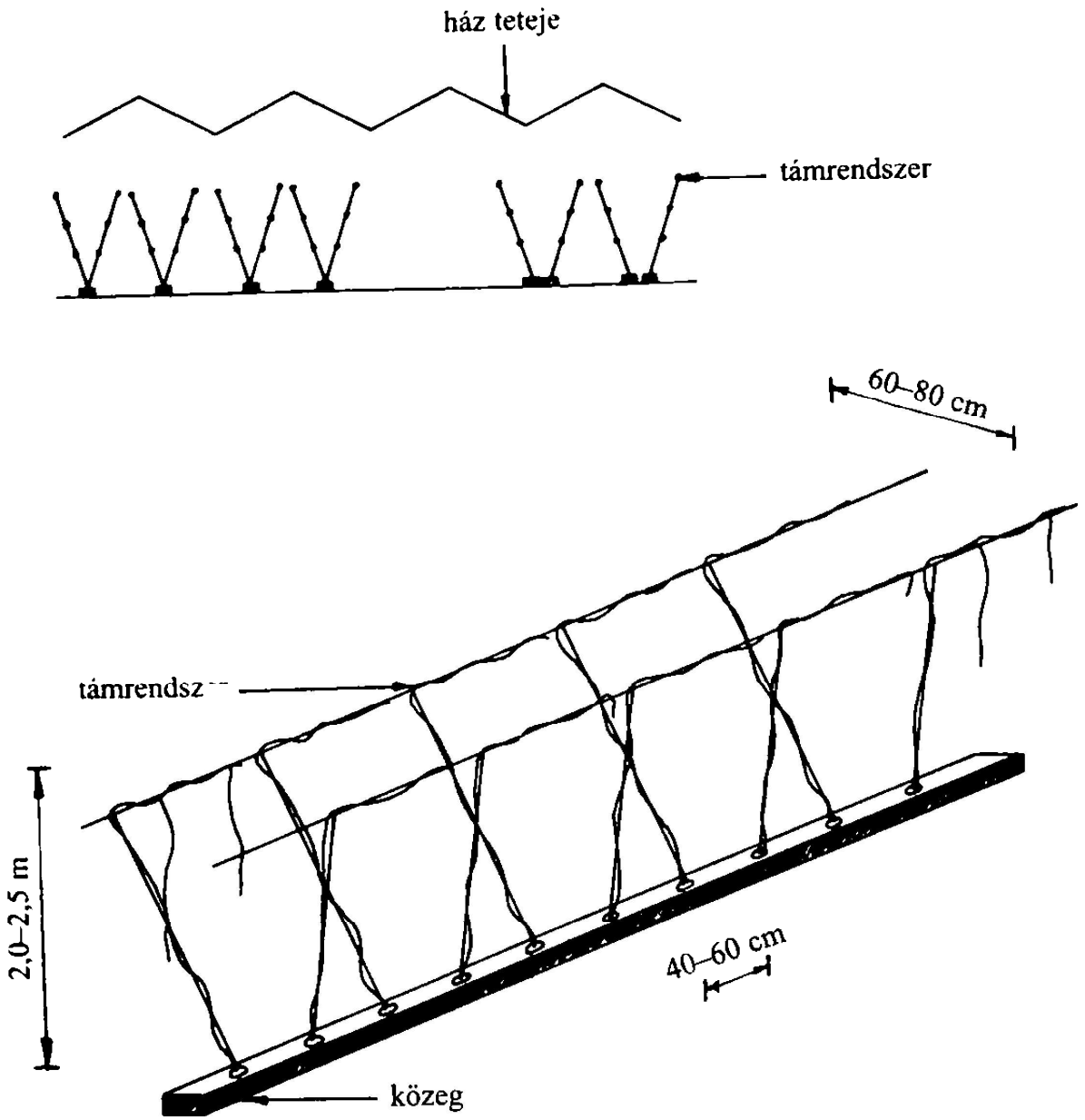
Az uborka termeszthető **konténeres rendszerben** is, ahol 2 növény kerül egy 12–18 liter közeggel kitöltött műanyag vödörbe. Alapfeltétel, hogy a közeg (tőzeg, komposztföld, kókuszrost, illetve szervetlen anyagok) laza legyen, a vízmegtartó képessége viszont nagy. Az uborka gyökere nehezen fejlődik levegőtlen körülmények között, és nem tűri a magas sótartalmat. Minél kisebb a közeg fajsúlya és magasabb a humusztartalma, annál nagyobb lehet az engedélyezett sókoncentráció. Ez borús időszakban előnyös, amikor magasabb EC szükséges a jó minőségű termés előállításához (magasabb EC-nél a termések sötétebbek lesznek). Az edényeket fehér fóliacsíkra helyezik, a növényeket V rendszerben külön huzalokra vezetik.

Termesztés szempontjából előnyösebb, ha laposabb konténereket használunk. A zsákonként használt 30–40 l közeg, 2–4 növénynek elegendő. A rendszer precíz tápoldatozást és a túlfolyás elvezetését igényli, ezért 3–4 drénkifolyó készítése javasolt. A zsákokat egy sorban helyezik el, és a növényeket V rendszerben vezetik. A leggyakrabban használt szerves közegek a tőzeg, tőzegek keveréke vagy a kókuszrost. Ezeknél figyelembe kell venni a saját tápanyagtartalmat. A szervetlen töltőanyagok közül a nagy szemű perlitet, vermikulitot, agyaggranulátumot használják. A kavics és a homok nem alkalmas uborkatermesztésre.

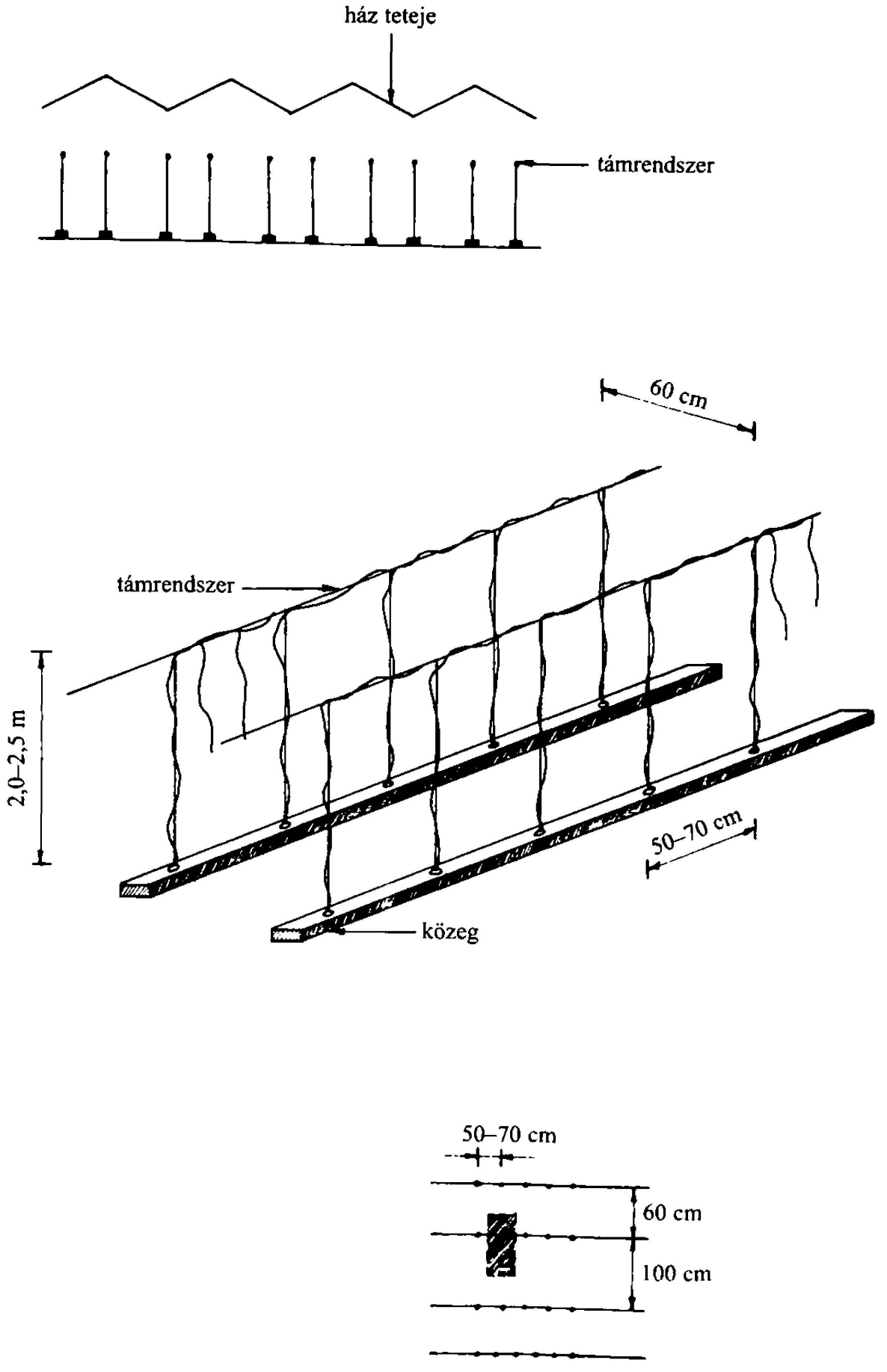
Az utóbbi időben egyre gyakrabban használják a **kőgyapotot,** amelyen a növények 5–6 nappal korábban teremnek a szalmabálán kiültetetthez képest. A hozam azonos vagy nagyobb, lényeges eltérés a termések minőségében van. Kőgyapoton jobban szabályozható a gyökérzóna, a klíma miatt sötétebb, hosszabb és tartósabb termések szedhetők. Bevált megoldás a 20 centiméter széles, 7,5 cm magas, földre elhelyezett táblák alkalmazása, V rendszerben elhelyezve *(117. ábra),* 150 cm-es sortávolsággal. Ritkábban alkalmaznak ikersoros elrendezést 15 vagy 20 cm széles táblákkal, ahol a sorok közötti távolság 60 cm, a széles sorköz 100 cm *(118. ábra).* Javasolt a termesztőtáblák alá hőszigetelő réteget használni. A felfüggesztett csatornás rendszereket csak üvegházakban, a főszár terheléses módszernél használják.

Magyar viszonyok között növényenként 5–8 l kőgyapot szükséges, vagyis a 20 cm széles táblákra 2–3 növény, a 15 cm-es táblára 2 növény ültethető.

Magas termesztőberendezésben az ültetési sűrűség 2,0–2,3 növény/m^2 a főszár terheléses módszernél. Magyarországon sokkal gyakoribb a főszár vezetése a drótig és a termések további szedése az oldalhajtásokról. Ez esetben az ültetési sűrűség 1,5–1,8 növény/m^2 a kígyófajtáknál, 2–2,2 növény/m^2 a mini kígyóuborkánál. Kőgyapotos technológiában ennél nagyobb sűrűség, erősen vegetatív fajtáknál ritkább ültetés alkalmazható. Általában a kígyóuborkákat a sorban 50–55 cm távolságban, a rövid terméseket 40–45 cm-ként ültetik.



117. ábra. Egysoros, V rendszerű elrendezés



118. ábra. Ikersoros elrendezés

8.4.3. Termesztési időszakok

Külső tényezők hatására az uborka termesztési technológiája az utóbbi időben megváltozott. A hagyományosan alkalmazott 2 ültetés helyett nyugaton egyre gyakrabban hosszúkultúrás, illetve 3–4 ültetéses rendszereket vezetnek be. Többszöri ültetéssel nem nő a hozam, a főszárról szedett, jobb minőségű termés viszont jobban értékesíthető, a metszéssel kapcsolatos munka költsége pedig alacsonyabb. A magyarországi termesztés eltér a Nyugat-Európában szokásostól, általában kétszer ültetnek, a termés 20–30%-a a főszárról, 70–80%-a az oldalhajtásokról származik.

Az uborka ültetési időpontjait a *69. táblázat* mutatja.

69. táblázat. Uborka termesztési időszakok

Időszak	Vetés ideje	Ültetés ideje	Szedés ideje	Felszámolás
Hosszúkultúrás főszár terheléssel	X. 1.–XI. 25.	XI. 1.–XII. 30.	jan.–aug.	VII. 1.–VIII. 30.
Korai hagyományos	XI. 15.–XII. 15.	XII. 20.–I. 1.	febr.–júl.	VII. 1–20.
Késő tavaszi	XII. 15.–I. 30.	I. 20.–III. 1.	márc.-júl.	VII. 1–20.
Kétültetéses				
első ültetés	X. 1.–XII. 15.	XI. 15.–I. 30.	jan.–júl.	VII. 1–10
második ültetés	VI. 20.–VII. 15.	VII. 15.–VIII. 10.	aug.–dec.	XI. 15.–XII. 30.

8.4.4. Termesztett típusok, fajták jellemzői, a választás szempontjai

Legnagyobb mértékben a fajta befolyásolja a termés mennyiségét és minőségét. Az alkalmazott technológiához, berendezéshez és a vevő igényeihez megfelelő fajtaválasztás alapvetően meghatározza a termesztés jövedelmezőségét. A termelő feladata, hogy a hajtatáshoz olyan fajtát válasszon, amellyel a legjobb eredményt érheti el. A termésük alapján 4 fajtacsoportot különböztetünk meg:

- **kígyóuborkák** – a termések hossza 30 cm-nél nagyobb, Magyarországon leginkább friss fogyasztásra termesztett típus *(119. ábra)*,
- **mini kígyóuborkák** – a termés 30 cm-nél kisebb, több országban a korai hajtatás alaptípusa, Magyarországon ritkán ültetik, más országokban (pl. Lengyelország) viszont szinte csak e fajtákat keresik,
- **salátauborkák** – 15–30 cm nagyságú termésekkel leginkább késői hajtatásban, fűtetlen berendezésekben ültethetők,
- **konzerv (berakó) uborkák** – apró, 10 cm-nél kisebb terméssel. Magyarországon leginkább szabadföldön, támrendszer mellett termelik.

Az intenzív termesztéshez történő fajtaválasztásban a következő szempontokat kell vizsgálni:

- **Alkalmasság az adott termesztési időponthoz:** a legfontosabb tulajdonságok egyike. Vannak fajták, amelyek tűrik a fényhiányt, így alkalmasak a téli termesztéshez, mások csak jó fényviszonyok mellett képesek kötni. Azokat kizáró-

lagosan csak tavasz vagy ny r termesztéshez javasolják.

- **Alkalmasság az adott berendezéshez és termesztési technológiához:** gyengén fűtött házakban kedvező, ha a fajta hidegtűrő, és 20 °C-nál hidegebb közegben is megfelelően fejlődik. Főszár terheléses metszési módnál kisebb a munkaigény, ha a nódusz kicsi és a termés gyorsan éri el a megfelelő nagyságot. Így elkerülhető, hogy lekerüljön a talajfelszín közelébe. Gazdasági szempontból előnyös, ha a főszár terméshozama nagy, és az oldalhajtás képzése gyenge. Ez kisebb metszési munkával korábbi termést eredményez. Ezeket a fajtákat csak precíz klímaszabályozás mellett lehet alkalmazni, ellenkező esetben, ha a hőmérséklet vagy páratartalom paraméterei lényegesen eltérnek az optimumtól, az a termések elrúgásához vezet, ezáltal csökken a hozam és a koraiság. A következő termések csak az oldalhajtásokon jelennek meg. A kevés termés intenzívebb vegetatív növekedéséhez vezet, emiatt szükséges a hajtás ritkítása. A könnyen megújuló fajták nagyobb biztonságot adnak a technológiai hibák helyreállításakor is.

119. ábra. Termőkorú kígyóuborkaállomány *(Fotó: Szőriné Zielinska Alicja)*

- **Kórokozókkal szembeni ellenálló képesség** a termesztés meghatározó feltétele. A hajtatási fajták tekintetében a lisztharmat-rezisztencia, illetve -tolerancia a legfontosabb. Jellemző, hogy a lisztharmat-rezisztens fajták érzékenyek a fényhiányra, így téli termesztésre nem alkalmasak. Egyéb fontos ellenállóságok: peronoszpóra, uborka mozaik vírus (CMV), mézgás varasodás (Cladosporium). Őszi termesztéshez olyan fajtákat javasolt használni, amelyek ellenállóak a magas páratartalomban fertőző kórokozókkal szemben. A leggyakoribb rezisztenciákat és jelöléseiket a *70. táblázat* mutatja.
- **A koraiságot** mutatja, hogy mennyi idő szükséges az első virág megjelenéséhez. Korai fajtáknál ez 30 nappal, későieknél 60 nappal a kelés után várható. A virágzási időpontot a környezeti tényezők megváltoztathatják. Az éjszakai és nappali hőmérséklet közötti nagy különbség késlelteti a virágok alakulását. A mini kígyóuborkák korábban teremnek.
- **A termés alakja, minősége, nagysága, pultállósága** egyre nagyobb szereppel bír. Kígyóuborkáknál előnyös a sötét szín, a sima, fényes felület. Az éretlen termésen lévő barázdák a növekedés ideje alatt ki kell, hogy simuljanak. Új, értékes tulajdonság a tárolási és szállítási alkalmasság és a pultállóság megtartása. A LSL (Long Shelf Life) fajták hosszú ideig tartják meg a tetszetős külsőt és ke-

70. táblázat. Uborka rezisztenciák jelölései

Tudományos név	Angol elnevezés	Jele
Vírusok		
Beet Pseudo Yellowing Virus		BPYV
Cucumber Mosaic Virus		CMV
Cucumber Vein Yellowing Virus		CVYV
Cucumber Yellow Stunting Disorder Virus		CYSDV
Papaya Ringspot Virus		PRSV
Watermelon Mosaic Virus		WMV
Zucchini Yellow Mosaic Virus		ZYMV
Gombák		
Cladosporium cucumerinum	Scab, gummosis	Ccu
Corynespora cassiicola	Corynespora blight and Target Spot	Cca
Didymella bryoniae		Db
Erysiphe cichoracearum	Powdery mildew	PM / Ec
Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum	Fusarium wilt	Foc
Pseudoperonospera cubensis	Downy Mildew	Pc
Sphaerotheca fuliginea	Powdery mildew	PM/Sf

ménységet. A kígyóuborka-fajták terén előnyös tulajdonság a nyaknélküliség, amikor a termés a kocsányától kezdve egyenletes átmérőjű, hengeres.

- **A növény habitusa** befolyásolja a növény egészségét és hatással van a növényvédelemre. A nagy levelű, túl vegetatív fajták könnyen árnyékolják az alatta képződő terméseket, és gátolják növekedésüket.
- **A gyökérrendszer nagysága** fontos szerepet játszik a tápanyag és a víz felvételében. Szalmabálás és zsákos rendszereknél, a növények nagy gyökérrel jobban hasznosítják a tápanyagokat. Inert közegeknél, ahol a gyökérklíma mindig optimális, a gyengébben gyökerező fajták is sikeresen termeszthetők.

8.4.5. Biológiai igények

8.4.5.1. Levegőhőmérséklet

Az uborka a melegigényes növényekhez tartozik. Maximális hajtásnövekedés 26–27 °C hőmérsékleten van, amikor az éjszakai és nappali értékek azonosak. A legintenzívebb termésnövekedés, alacsonyabb éjszakai (19–20 °C), és 20–22 °C nappali hőmérsékleten van (20,5–21 °C napi átlag hőmérséklet). Ezért, hogy megtartsuk az intenzív növekedést és fejlődést, és ne engedjük a növények megnyúlását, a hőmérsékletet a fényviszonyokhoz kell igazítani. Napos időben melegebb klímát lehet tartani a házban, a fényhiányos időszakhoz viszonyítva. A termésképzés kezdetéig nappal lehet 22–24 °C borús időben, 24–26 °C napos időben. Az éjszakai hőmérséklet nem lehet

magasabb a nappalinál, borús nap után javasolt a 20 °C tartása, napos nap után lehet 22 °C hőmérséklet. Az uborka nagyon érzékeny az éjszakai és nappali hőmérséklet közötti nagy ingadozására. A termések lerúgásával és minőségének romlásával reagál, ha ez 5–8 °C foknál nagyobb. Az első termések kialakulásától kezdve, csökkenteni kell a hőmérsékletet *(71. táblázat).*

71. táblázat. Az uborka hőmérsékleti igényei (°C) a termésszedés idején

	Fény intenzitása		
	kicsi (borult idő)	nagy (napos idő)	nagy + CO_2-adagolás
Éjszakai	19	20	20
Minimális nappali	20	21	22
Szellőztetés	25	26	28
Közeg	21, min.19	23	23

Szén-dioxid-trágyázás esetén 1–2 °C fokkal magasabb hőmérsékletet lehet tartani.

A magasabb napi átlaghőmérséklet, főleg a fényhiányos időszakban vékony, gyors, de gyenge szárnövekedést eredményezhet, hosszabb nóduszokkal, világosabb alsó levelekkel és kevesebb oldalhajtással. A termések világosabbak lesznek. A növények könnyen lerúgják a bekötött terméseket. A nyári hőmérséklet-emelkedés párásítással és a ház árnyékolásával mérsékelhető.

Túl alacsony hőmérséklet hatására a lassú növekedési sebesség rontja a termések minőségét. A hosszú termések meggörbülnek, felületükön a bőrszövet repedezik. Amennyiben az eltérés csak 1–2 °C, az oldalhajtások könnyebben törnek ki, erősödnek és több termés köt be. A nagyobb, illetve a hosszan tartó hideg a növekedés leállásához vezet, a növények fogékonyak lesznek a fertőzésekre.

A napi hőmérséklet-ingadozás erősen befolyásolja a növekedést. A terméskötéshez szükséges, hogy az éjszakai hőmérséklet alacsonyabb legyen a nappalinál, de ez nem lépheti túl a 5–8 °C-t. Nagyobb különbség esetén a növekedési ütem lassul, a növé-

72. táblázat. Hőmérséklet szabályozása különböző fajták esetén, az ültetési időpont figyelembevételével

Fajta-típus	Ültetési időpont	Első termések alakulásáig			Főszárterhelés			Oldalhajtás-terhelés		
		napi átlag (24 óra)	nappal	éj-szaka	napi átlag (24 óra)	nappal	éj-szaka	napi átlag (24 óra)	nappal	éj-szaka
Generatív	XII-I	21–22	22–23	20–21	20–21	21–22	19,5–20,5	21–22	22–23	19,5–20
Vegetatív	XII-I	21–22	22–23	19–20	20–21	21	19–20	21–21,5	21–23	18–19
Generatív	IV-VII	22	24	20–21	21	23	18	20,5	22	18
Vegetatív	IV-VII	22	24	19–20	21	23	18	20,5	22	18

nyek lerúgják a bekötött terméseket. Ezen kívül a termés minősége romlik, könnyebben lépnek fel betegségek.

A fajta, ültetési időpont és fejlődési fázis figyelembevételével határozható meg az optimális hőmérséklet. A *72. táblázatban* szereplő értékek csak tájékoztató jellegűek, minden esetben az adott körülményekhez kell igazítani.

8.4.5.2. Levegőmozgás

Az uborka azon növények közé tartozik, amely kedvezően reagál a levegő mozgására. A legjobb (0,5 m/másodperc) vertikális mozgást a fűtőrendszer üzemeltetése biztosítja.

8.4.5.3. Közeg hőmérséklete

Az uborka „meleg talpat" igénylő növény, ezért növekedése és hozama nagymértékben függ a közeg hőmérsékletétől. A szalmabálás technológiában a bomlási folyamatból származó hő elegendő fűtést biztosít. Egyéb rendszereknél fűtési rendszer szükséges. A gyökérzóna optimális hőmérséklete 20–25 °C, minimálisan 18 °C. A növények a magasabb értékeket (21–25 °C) a palántanevelési és ültetés utáni gyökeresedési időszakban igénylik, az alacsonyabbat (19–21 °C) gyenge fényviszonyok mellett. A növényre káros hatással van a 18 °C alatti és 35 °C feletti hőmérséklet. A közeg hőmérsékletének – minimális napi ingadozással – viszonylag állandónak kell lennie. Minél közelebb áll az optimumhoz, annál jobban tűrik a növények az egyéb kedvezőtlen körülményeket. Ezt figyelembe kell venni a palántanevelés ideje alatt és a korai termesztésben, amikor a hideg öntözővíz könnyen lehűti a közeget. A téli hónapokban 18–20 °C vizet javasolt használni, nyáron a minimális hőmérséklete 16 °C legyen.

8.4.5.4. Fény

Az uborka közepesen fényigényes növény. Növekedéséhez előnyös az intenzív, de szétszórt fény. Leggyorsabban 11–12 órás napi fény mellett virágzik és terem, bár eltérések vannak a fajták között. Az optimális fényerőssége 10–15 ezer lux, de a téli hónapokban az ültetés utáni intenzív vegetatív növekedéskor 6–8 ezer lux is elegendő. A generatív fázisban lévő növények 30–50 ezer luxot igényelnek, ennél kisebb fényben a termés szabályozása szükséges. Magyarországon novembertől februárig érezhető a fényhiány. Amennyiben a palántanevelés ebben az időszakban történik, javasolt a megvilágítás. A fény stimulálja a gyökér növekedését, és így jól gyökeresedett, erős palánta állítható elő. Különösen figyelni kell, hogy a palánták ne árnyékolják egymást, és a növények szétrakása időben történjen. Fényhiányos időben a növények gyengén virágoznak, lerúgják a terméseiket. Ez hosszú borús idő során érezhető, amikor a növények képesek még a szivar nagyságú terméseket is lerúgni. Termesztési kísérletek bebizonyították, hogy olykor jobb megritkítani a virágokat vagy kiszedni 1–2 termést, egyéb esetben a növény több termést rúg le. Nyáron a besugárzás gyakran 50 ezer luxnál magasabb, ami káros is lehet. Az erős közvetlen sugárzás a klorofill bontásához vezet. A felső leveleken fehér foltok jelennek meg, amelyek gyorsan beszáradnak, de csökken az asszimilációs felület, a sérült levelek könnyen megbeteg-

szenek. Az erős besugárzás károsítja a terméseket is. Erre a félig kifejlett uborkák a legérzékenyebbek. A termések méretüknél fogva lassabban melegednek, mint a növény többi része, gyakran hőmérsékletük harmatpont alá esik. A még vékony héjú terméseken lecsapódó víz, a napsugarak hatására gyorsan elpárolog és a héj károsodik. Megelőzésre javasolt, hogy a terméseket már napkeltekor melegítsük fel a nappali hőmérsékletre. A nyári időszakban a hajtatóberendezést festéssel vagy raschelháló kifeszítésével javasolt árnyékolni. Az árnyékolással szétszórt fényt kapunk, és részben korlátozzuk ennek bejutását a berendezésbe.

Uborkában a folyamatos termesztés, jelentős hozamnövekedés és minőségjavulás csak pótmegvilágítás alkalmazásával lehetséges. Az uborkát 180–240 W/m^2 fénnyel világítjuk meg. A maximális napi megvilágítás a palántanevelés ideje alatt 24 óra, termesztésben 20 óra, amikor a természetes fény intenzitása 250W/m^2 alatt van. Alkalmazásának feltételei: magas üvegház, a többi termesztési tényező optimalizálása: inert közeg, CO_2 adagolása (1000 ppm). Megvilágított kultúrákban a termesztési ciklus általában 12 hétig tart, nagyobb növénysűrűség alkalmazható (2,5–3 növény/m^2), és a hely kihasználása érdekében idősebb palántát (4–5 hetes) ültetnek. A holland tapasztalatok azt mutatják, hogy a hagyományos termesztéssel elérhető hozam 60 kg/m^2/év, megvilágítva viszont 80–90 kg, állandó főszár terhelésnél akár 100–140 kg is lehet. A hozam még tovább fokozható, amennyiben a lámpák nemcsak a növények fölött, de a sorok között is vannak. Ezzel az alsó levelek asszimilációja nő, ami 20%-os hozamnövekedést produkál. A megvilágított növények termései sötétebbek (a bőrszövet több klorofillt tartalmaz) és tartósabbak.

8.4.5.5. Levegő páratartalma

Az uborka a fejlődési fázistól függetlenül magas, 80–90%-os relatív páratartalmat igényel. Napos időben, amikor a hőmérséklet 25–30 °C körül van, akár 95%-ig is növelhető. Ősszel és télen, gyengébb besugárzásnál javasolt 70–75%-ig csökkenteni. A túl magas páratartalom, alacsony hőmérséklet esetén növeli a gombás megbetegedések esélyét. Tavasszal, a gyengén aktivizált (keveset párologtató) növényeknél a túl magas reggeli páratartalom a vízfelvétel és a kalciumháztartás zavarához vezet. Amikor a növekedési csúcs kalciumellátása nem elégséges, a gyorsan növekvő levelek széle beszárad, növekedésük leáll. A „kalap" alakú levelek akár 1–2 napos helytelen páratartalom-szabályozásnál is megjelennek. Az optimálisnál kisebb páratartalomnál kisebb levéllemez fejlődik. Ez gyakori télen a kőgyapotos termesztésben, amikor az intenzív fűtés miatt a levegő szárazabb, de előfordulhat nyári ültetésben az intenzív szellőztetés idején is. A túl alacsony páratartalom a termésrúgás egyik okozója, nyári időben elősegíti a takácsatkák és a levéltetvek szaporodását. A szélsőségesen változó páratartalom rendellenes levél- és termésnövekedést, szárrepedést okoz.

Az optimálisnál magasabb páratartalomra az oldalhajtások érzékenyebbek. Ez érezhető, amikor a főszár eléri a huzalt, a növény teteje közel van az energiaernyőhöz vagy fülledt, meleg időben. Olykor a fiatal hajtások növekedése leáll, sárgulnak. Javasolt, hogy ilyen esetben jobban szellőztessünk, éjszaka 1 °C-kal alacsonyabb hőmérsékletet tartsunk. Az energiaernyőt ne csukjuk le teljesen, és korábban nyissunk ki.

8.4.5.6. Közeg nedvessége

A közeg nedvessége függ az uborka fejlődési fázisától, ültetési időpontjától, időjárástól és a közeg tulajdonságaitól. Az ültetéshez optimális a 80–85%-os nedvességtartalom. Ültetés után javasolt folyamatosan csökkenteni a víztartalmat, ami ösztönzi az erősebb gyökérrendszer kialakulását. Az első termések fejlődésétől kezdve a kultúra végéig, újra nedvesebben tartjuk a gyökérzónát. Borús időben, illetve gyengébb fényviszonyok között a növények kevesebb vizet igényelnek, a gyökérrendszer védelmére 5–8%-kal kisebb nedvességtartalom javasolt.

A vízhiány a közegben a növények lankadásához, hervadásához vezet, a szivar nagyságú termések elfonnyadnak. Az uborka nagyon gyorsan veszi fel a közegből a nedvességet, és a 4–5 órás vízhiány a növények pusztulásához vezet. Túl nedves közegben a gyökérrendszer fejlődése leáll, súlyosabb esetben az oldalgyökerek elbarnulnak és elhalnak. A leveleken mikroelemhiány jelentkezik és gyakori a terméselrúgás is.

Erős gyökérzet és intenzív tápanyagfelvétel mellett, legfeljebb 6–8%-os napi nedvességingadozás javasolt. A nagyobb, 8–12%-os ingadozás generatív fejlődést idéz elő, míg a 6%-nál kisebb, a vegetatív növekedést stimulálja. Kora reggel a túl nagy nedvesség az arra érzékeny fajtáknál a szár repedését okozza.

8.4.5.7. Levegő szén-dioxid-tartalma

A légtér alacsony CO_2-koncentrációja az asszimiláció egyik korlátozója lehet. Az uborkatermesztésben használt szerves trágya vagy szalma bomlásából felszabaduló gázok a levegőbe kerülnek, és dúsítják azt. Kísérletek mutatják, hogy akár 5–8-szorosára nőhet a CO_2-tartalom, ami 60–70 napig elegendő mennyiség. Inert közegeknél hamar fellép a szén-dioxid-hiány, és ez nagymértékben gátolja a növekedést. Az optimális 800–900 ppm koncentráció napos időben, zárt szellőzőknél mesterséges adagolással megoldható. Amennyiben a szellőzőket akár részlegesen is nyitni kell, a javasolt tartható érték 400–500 ppm, teljes nyitásnál 340–350 ppm. Szén-dioxid-trágyázást a palántanevelés idején 4 órán keresztül (pl. 10–14 óra között) alkalmaznak, termő állományban pedig 6–8 órán keresztül. Forrásként lehet használni tartályos, cseppfolyós CO_2-ot, illetve földgáz égési termékéből nyert gázokat. Alacsonyabb értékek tartása javasolt közvetlenül az ültetés után, és amikor a relatív páratartalom túl alacsony. A maximális érték 1000 ppm, amely gyorsítja a termések növekedését, de a növények gyors öregedéséhez vezet. Ez az egyik oka annak, hogy intenzív hajtatásban 3–4 szeri ültetés szükséges évente. A túl magas szén-dioxid-koncentrációban a levelek fodrozódnak, megfeketednek.

8.4.5.8. Tápanyag

A hajtatott uborka tápanyagigénye nagy, mivel nagy mennyiségű hajtást, levelet és termést képez. A nagy hozam és jó minőség eléréséhez bőséges és arányos tápanyag-utánpótlás szükséges. A hajtatott uborka, a termesztési időszaktól függően, 1 kg termésének kifejlesztéséhez a következő tápelemeket veszi fel: N – 1,5–2,5 g; P – 0,4–0,7g; K – 2,7–5,5 g; Mg – 0,3–0,5 g; Ca – 1,3–1,8 g. Az őszi kultúrák több nitrogént igényelnek.

73. táblázat. Tápelemek hiány- és túladagolási tünetei uborkatermesztésben

Elem	Hiány tünete	Túladagolás tünete
N	Levél világoszöld, idősebb levelektől indulva sárgul, hajtás gyenge, vékony; virágok aránytalanul nagynak tűnnek, termések kicsik maradnak, a termés csúcsa elvékonyodva begörbül, gyakran rücskös	Növények sötétzöldek, növekedési ütem csökken, leveleken az erek között átlátszó foltok jelennek meg, fonnyadnak, erek elágaznak
P	Növények törpülnek, új levelek sötétzöldek, aprók, merevek, levéllemez széle felfele pöndörödik	Ismeretlen
K	Növekedési ütem, nódusz hossza csökken, levelek aprósodnak, alsó leveleken az erek közötti rész barnul, sárgul, nekrózis szélétől befelé halad, termés puha, felül vékonyodik a szár.	Gátolja más elemek (főleg Ca) felvételét, szár cikk-cakkosan növekszik
Mg	Idősebb leveleken erek között mozaikszerű klorózis indul, erek zöldek maradnak, komoly hiány esetén a növény sárgul	
Ca	Fiatal levelek és termések világosak, gyengék, torzultak, levéllemez szélén fehér apró foltok jelennek meg, levéllemez lefele pördül „kalapos"levéltorzulással, növekedés lelassul, nódusz lerövidül, termés és virág felül gyengén fejlődik, gyökerek barnák, gyengén fejlődnek,	Csökkenti a mikroelemek felvehetőségét
S	Levéllemez sárgul, lefele hajlik, sárgulás a leveleken	Levéltorzulás, levéllemez megvastagszik, durva, spród lesz
Fe	Fiatal hajtáscsúcshoz közeli levelek, hajtások klorotikusak, levélerek zöldek maradnak, levéllemez fodros, növénycsúcs fejlődése lassul	Nem ismert
Mn	Levéllemez mozaikszerűen kivilágosodik jellegzetesen világos kontúrral a szélén, erek zöldek maradnak, alsó részein apró kinövésekkel, fiatal termések görbülnek	Idősebb levelek erei vörösek vagy barnák, levéllemez sárgul (kezdetben az alsó leveleken, később az egész növényen)
B	Növekedési pont fonnyadtnak néz ki, elhal, legkisebb levelek nem nyílnak ki, elszáradnak, alsó levelek sárgulnak a szélétől kezdődően, erek zöldek maradnak, terméseken száraz repedések és nekrotikus foltok keletkeznek.	Levélszél sárgulása, jellegzetes „só" kártétel
Zn	Kicsi levél, levélszélek eltorzulnak, rövid izközű szár	Vasklorozist idéz elő, a növény a fejlődésben visszamarad, vékony
Cu	Fiatal levelek elszíneződés nélkül hervadnak, levél kékes-zöld, szár elgörbül, kevés virág fejlődik, termések aprók, sárgás-zöldek	Lassú növekedés, vastag, sötét oldalgyökér
Mo	Idősebb leveleken zöld színezőanyag foltokban eltűnik, levéllemez foltos lesz, virágméret csökken	

A tápanyagigénye és -felvétele nem egyenletes a fejlődés különböző szakaszaiban. Palántanevelés kor és ültetés után a növényeknek magasabb nitrogénszintre van szükségük, virágzáskor és a termés nevelésekor viszont több káliumra. A tápanyagpótlásnál figyelembe kell venni a termesztési technológiákból származó veszteségeket is. A tápelemek hiánya és a túladagolás által okozott tüneteket a *73. táblázat* mutatja.

8.4.6. A termesztés technológiája

8.4.6.1. A terület előkészítése

A ház előkészítése a terület pontos elegyengetésével kezdődik, amit a drénárkok elkészítése követ. A hibás profilozás a termesztés alatt sok gondot okozhat, amennyiben a túlfolyás nem távozik el és a gyökerek pangó vízben állnak. Ezen kívül fennáll annak a veszélye, hogy a talajból a fertőzés átterjed a kiültetett állományba. Ezután az egész területet vagy az ikersorok közötti részt befedjük fehér fóliával, amely a fényt visszaverve világosabbá teszi a berendezést. A teljes befedés megelőzi a gyomok növekedését és izolálja a fertőzött talajt. Részleges borításnál könnyebb tartani a magasabb páratartalmat, a talaj ezirányú pufferoló hatása jobban jelentkezik. A termesztőtáblákat vagy konténereket úgy helyezzük el, hogy a termesztés során keletkezett drénvíz ki tudjon folyni. Ültetés előtt a kőgyapotot fel kell tölteni megfelelő EC-jű és pH-jú tápoldattal. Ez az öntözőrendszeren, tüskéken keresztül történik. Konténeres termesztésnél vagy szerves anyagok használatakor feltétlenül szükséges bevizsgálni a közeget. Ha magas a sótartalma, át kell mosatni, ha majdnem „üres" a közeg, fel kell tölteni a megfelelő tápelemekkel. Ez gyakran csak tömlőn keresztül történhet. A berendezést legalább 2 nappal ültetés előtt fel kell fűteni.

8.4.6.2. Ültetés

Téli hónapokban az üvegházba általában 4–5 hetes, nyáron 3–4 hetes palántát ültetünk. A növényeknek a kocka alján vagy a cserép szélén látható, fehér gyökérzetük van, a levelek épek, sötétzöldek, puhák. A növényeket azonnal az állandó helyre ültetjük ügyelve arra, hogy a kocka egész felülete érintkezzen a táblával. Cserepes palántánál figyelni kell arra, hogy a növényeket ne ültessük mélyre, a földlabda felszíne a közeg felszínével azonos szintben legyen. Ültetés után azonnal be kell öntözni az állományt, és ha lehetőség van rá, akkor párásítani is kell. Ezzel csökkenthető a palántázással járó stressz. A növények öntözése a kockákba elhelyezett tüskéken keresztül történik, napi 2–3 alkalommal. Az egyszeri adag 100–120 ml/növény. Amennyiben ebben az időszakban erősen kell fűteni, szükséges lehet az éjszakai öntözés, mivel az erős levegőmozgás túlszáríthatja a növényeket. Nyári ültetés után javasolt egy héten keresztül használni az energiaernyőt. Ha a besugárzás több mint 750 Watt/m^2, az ernyő háromnegyedére behúzható. Az öntözéshez olyan stratégiát kell választani, hogy a kocka ne melegedjen fel.

Az ültetéssel egy menetben szükséges a tartózsinórt is rögzíteni a növényekhez. Ennek legegyszerűbb módja, ha a palántanevelő kockára rátekerjük, de rögzíthető klipsszel vagy a földlabda alá húzva és a növényt ráültetve.

8.4.6.3. Ápolási munkák

8.4.6.3.1. Fitotechnikai ápolási munkák

Tekerés: A hajtatásban használt fajtákat általában zsinórra csavarva vezetik fel, amelyet a gyökérnyaknál rögzítenek. A rövid, két ültetéses rendszereknél a zsinór másik végét felkötjük a dróthoz, állandó főszárterhelésnél pedig rátekerik a kampóra és csak így rakják fel a huzalra. Ez lehetőséget ad a folyamatos engedésre. A gyakorlatban 14–24 cm hosszú kampókat alkalmaznak, amelyen a termesztési időszaktól és fajtától függően 5–6 méter madzag van. Fontos, hogy az uborka termőrésze függőleges helyzetben legyen.

Az uborka nagyon gyorsan nő, és a fejlődő szárat hetente legalább 2 alkalommal fel kell tekerni a madzagra mindig egy irányba, hogy a termés súlya alatt a növények ne csússzanak le. A főszár terheléses rendszereknél, amikor a növények elértek a drótig, a tekeréssel egy időben kell leengedni őket, és a szárakat alul vas alátámasztókra elhelyezni.

A **metszés** az uborkahajtatás legfontosabb művelete, amely befolyásolja a koraiságot és szabályozza a termések növekedését. Az alkalmazásának fő céljai:

- elősegíteni, hogy több energia jusson a gyökerekbe,
- eltávolítani az öreg, sérült, elhalt, nemkívánt növekedési pontokat,
- támogatni a kívánatos növekedést,
- fiatalítani a hajtásokat.

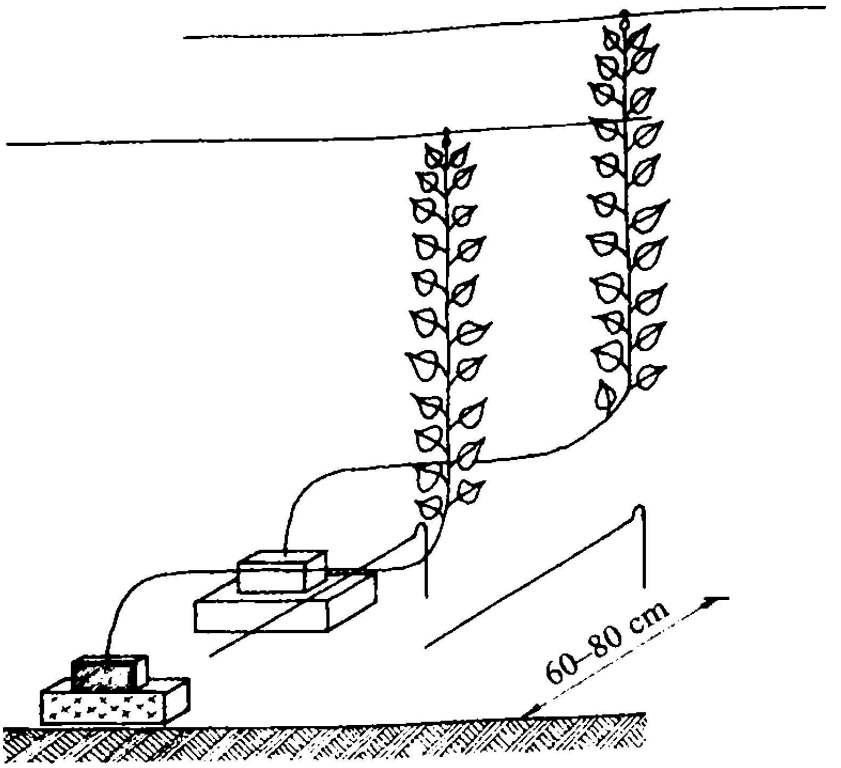
Egyes fajták intenzíven, mások nehezen bokrosodnak és lényegében minimális metszést igényelnek. Amennyiben a növény le van terhelve, az oldalhajtás növekedés lassú lesz, és erős terméssszabályozás után gyorsan indítja az új hajtásokat. A kígyóuborkák általában erősen vegetatívak, így a metszést heti rendszerességgel célszerű elvégezni.

Az uborka vezetése a főszáron alapszik.

Állandó főszárterhelésnél a terméskép zés csak azon van, az oldalhajtásokat minden esetben eltávolítjuk. Amennyiben a fajta több virágot hoz a levélhónaljban, a legerősebb 1–2-t meghagyva rendszeresen eltávolítjuk a többit. A főszárat a madzag mellett tekerjük a növekedési ütemnek megfelelően úgy, hogy a növény leveles része függőleges állapotban legyen. Amikor a főszár eléri a támrendszert, a paradicsomhoz hasonlóan kezdjük engedni a tetejét, magát a szárat pedig ráhelyezzük a száralátámasztókra. Ez a módszer erősen vegetatív és rövid ízközű fajtáknál alkalmazható *(120. ábra)*.

A *hagyományos rendszerekben* a főszárat a huzalhoz növesztjük, ezután építjük a növény hajtásrendszerét ügyelve arra, hogy állandóan legyen olyan hajtás, amely terméseket köt. Minden esetben az ültetés után, az első 5–7 levélhónaljból el kell távolítani a virágokat és a hajtásokat egyaránt. Ez elősegíti a vegetatív növekedést a kezdeti időszakban, lehetővé teszi az erős gyökérrendszer kialakítását. Fényszegény időszakban gyakran szükséges még további 1–3 hajtás és virág eltávolítása.

A továbbiakban két metszési módszer ismertetünk: klasszikus ernyőt és *módosított ernyőt*. A termesztés elején, a főszár irányításában még lehetőség van arra, hogy egy-egy módszert „tisztán" alkalmazzanak, később – a növény növekedésétől függően –



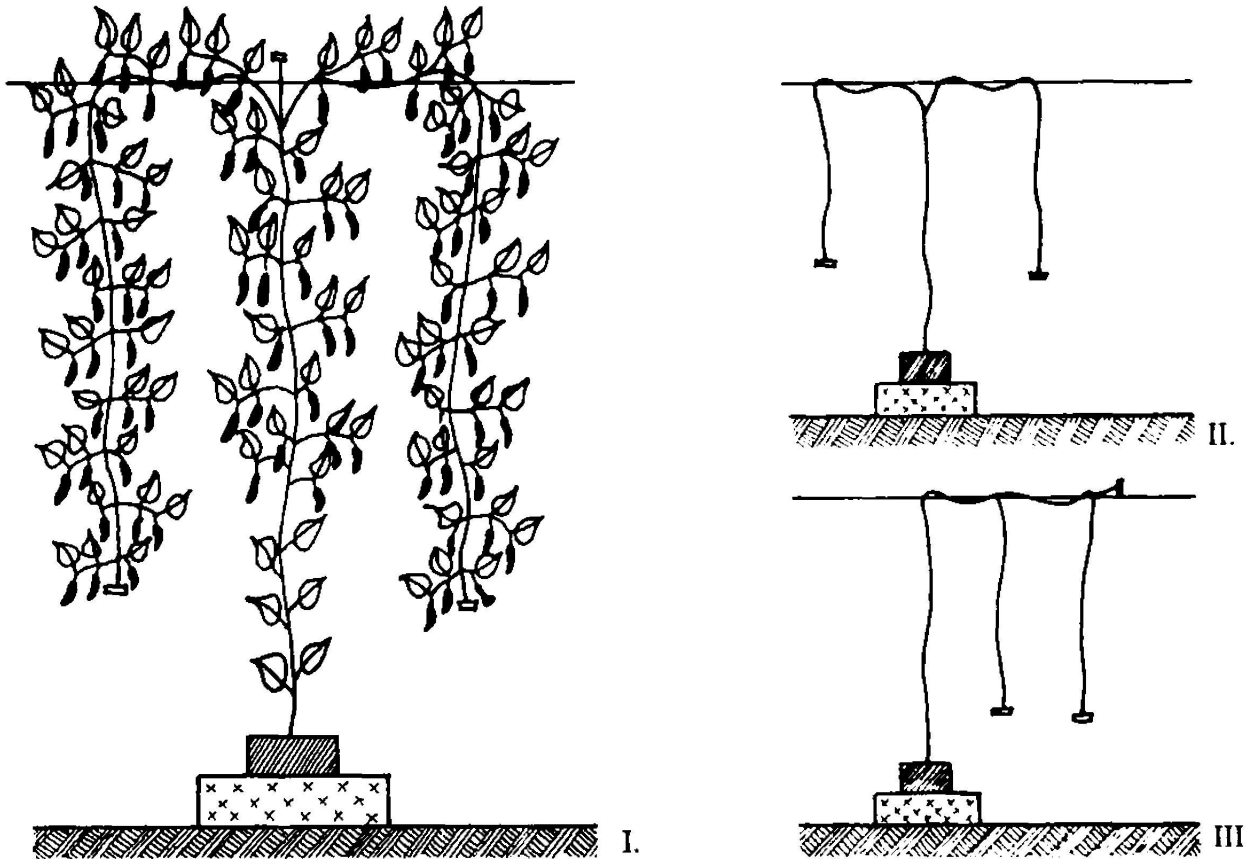
120. ábra. Főszárterhelés metszési vázlata

a kettő keverékét használják. A klaszszikus ernyő módszer főleg a főszáron termő fajtáknál ajánlott, Magyarországon ritkán alkalmazzák. A metszések vázlatát a *121. ábra* mutatja. Lényegük, hogy az ép termőszáron, 1–2 levélre és termésre, meghagyjuk az oldalhajtásokat is:

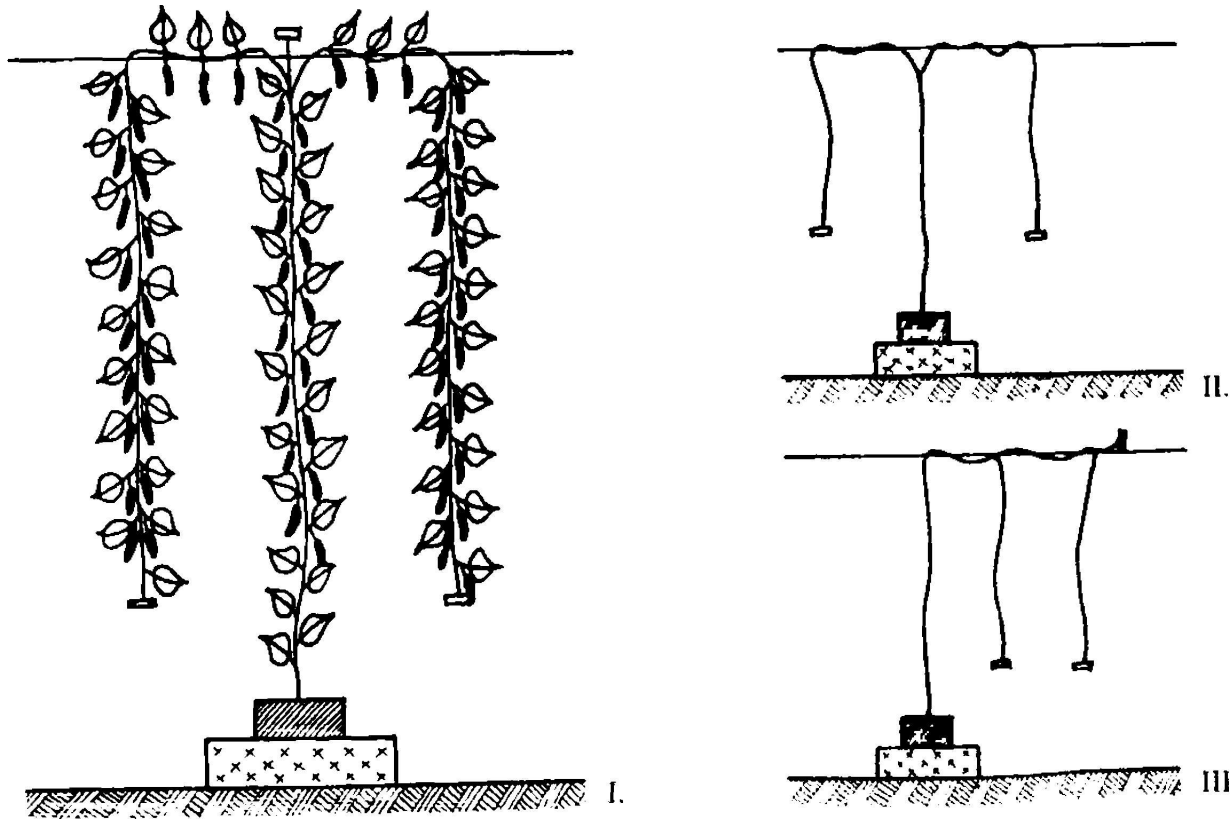
„I." VARIÁCIÓ: KLASSZIKUS ERNYŐ

- 1. lépés: Amikor a főszár eléri a vízszintes drótot (azaz 2–2,5 m magas), csípjük ki a növekedési pontot, így 2–3 extra levél nőhet a drót fölött. Használjunk egy kis darab fonalat vagy egy műanyag csiptetőt, hogy a szárat a dróthoz rögzítsük: a drót fölött megmaradt 2–3 levél segít megakadályozni a növény leszakadását, mikor az terméssel le van terhelve .
- 2. lépés: Távolítsunk el minden termést és oldalhajtást legalább a főszár legalsó 60 cm-es szakaszáról.
- 3. lépés: Távolítsunk el minden termést a főszár következő 60 cm-éről, de hagyjuk, hogy az oldalhajtások egy levelet növesszenek, és csak ezután csípjük le őket: hagyjunk egy termést növekedni minden oldalhajtáson.
- 4. lépés: Hagyjunk egy termést és egy oldalhajtást növekedni minden kacsból a főszár többi részén, az oldalhajtásokat a második levél után csípjük le, és hagyjunk két termést növekedni minden oldalhajtáson (egyet-egyet az oldalhajtás mindkét kacsából).
- 5. lépés: A vízszintes drót alatti 2 lomblevél hónaljában hagyjunk két oldalhajtást, azokat vezessük fölfelé, ellenkező esetben az oldalhajtások megtörnek. Az ernyők hossza nyáron 70–80 cm, ősszel, télen 50 cm.
- 6. lépés: Hagyjunk egy másodlagos oldalhajtást növekedni minden elsődleges oldalhajtás minden kacsából, és hagyjuk őket fejlődni a második levélig, majd csípjük le őket. Hagyjunk két termést növekedni minden másodlagos oldalhajtáson.
- 7. lépés: Távolítsunk el minden oldalhajtást, aminek a termése eléri a földet.

Klasszikus ernyő



Módosított ernyő



121. ábra. Klasszikus és módosított ernyő metszés

„II." VARIÁCIÓ: A főszárat hagyjuk a vízszintes drót mentén nőni (feltekerve a drótra), majd eresszük le, és hagyjuk lefelé nőni, mint egy főhajtást. Ezután válasszunk ki egy oldalhajtást a növény tetejénél, és ezt hagyjuk nőni a másik oldalra.

„III." VARIÁCIÓ: Növesszük a főszárat a drót mentén addig, amíg el nem éri a következő növényt, majd csípjük le a tetejét. Ezután hagyjunk két oldalhajtást növekedni a főszárról, a drótra tekert része mentén. Ezeket hagyjuk lenőni a szokott módon.

A másik, *módosított ernyős módszernél* a növényeket úgyszintén a drótig vezetjük, de a főszár oldalhajtásait eltávolítjuk. Később mindig két fő növekedési szár van, és az azokból induló másod- és harmadrendű hajtások állandó metszést igényelnek. Ebben az esetben a metszés lépései a következők:

„I." VARIÁCIÓ: MÓDOSÍTOTT ERNYŐ

- 1. lépés: Amikor a főszár eléri a vízszintes drótot (2–2,5 m magas), csípjük ki a növekedési pontot, 2–3 extra levéllel a drót fölött. Csiptetővel vagy madzaggal rögzítsük a főszárat a dróthoz. A két-három extra levél a rögzítési pont fölött megakadályozza a növény leszakadását, amikor tele van terméssel.
- 2. lépés: Távolítsunk el minden termést és oldalhajtást a főszár legalsó 7- 10 levélhónaljából.
- 3. lépés: Folytassuk az oldalhajtások eltávolítását a főszár további részén, a levélhónaljban maximum egy termés meghagyásával. A termések mennyiségét igazítsuk a fényviszonyhoz és a növények kondíciójához.
- 4. lépés: Hagyjunk három hajtást a növény tetejéről a drót fölé növekedni, a leggyengébbet csípjük vissza, a kettő legerősebbet pedig kétfelé vezetve, uborkakampóval vagy madzaggal rögzítsük a huzalhoz és hagyjuk lenőni a főszár mentén, mindkét oldalon. Csípjük le mindkét főhajtást, mielőtt bármelyik, rajtuk fejlődő termés elérhetné a földet.
- 5. lépés: Távolítsunk el minden oldalhajtást az elsőrendű hajtásokról, és csak egy termés növekedését hagyjuk a hajtás minden kacsában.
- 6. lépés: Amikor a főhajtás elöregszik és terméketlenné válik, hagyjuk, hogy új, másodrendű oldalhajtások fejlődjenek a növény tetején, és ismételjük meg a 4. és 5. lépéseket. Mielőtt hagynánk az új hajtások lefelé való növekedését, bizonyosodjunk meg róla, hogy átfutnak a vízszintes drót fölött, a jobb fényviszonyok és tartás érdekében.

„II." VARIÁCIÓ: A főszárat hagyjuk a vízszintes drót mentén nőni (feltekerve a drótra), majd eresszük le, és hagyjuk lefelé nőni, mint egy főhajtást. Ezután válasszunk ki egy oldalhajtást a növény tetejénél, és ezt hagyjuk nőni a másik oldalra.

„III." VARIÁCIÓ: Növesszük a főszárat a drót mentén addig, amíg el nem éri a következő növényt, majd csípjük le a tetejét. Ezután hagyjunk két oldalhajtást növekedni a főszárról a drótra tekert része mentén. Ezeket hagyjuk lenőni a szokott módon.

A metszéseket késsel, száraz, napos időben célszerű végezni, ügyelve a tisztaságra.

Levelezés alatt az idős, alig vagy egyáltalán nem asszimiláló levelek eltávolítását értjük. A gyakorlatban csak az alsó, száraz leveleket vágjuk le késsel. A növények szempontjából kerülni kell az alsó levelek eltávolítását, ha ezt az egészségi állapotuk megengedi. Minimálisan 1,5 méteres leveles szár szükséges. Jól klimatizált házakban elegendő csak a levéllemezt eltávolítani, nedves időjárás esetén a levélnyéllel együtt kell levágni. Gyakori a száraz levelek meghagyása is. Kora tavasszal és ősszel a jobb

fényellátás érdekében eltávolítanak néhány felső levelet, amelyek árnyékolják a növények belsejét. Nyáron ez káros lehet, mert a túl erős fénytől a felső termések hősokkot kaphatnak. Nagyon fontos, hogy hogyan és milyen körülmények között végezzük a levelezést, mert a növényeken sebfelületek keletkeznek. Kerülni kell a művelet végzését esős, párás időben, mert olyankor nő a gombás fertőzések veszélye, főleg a szürkepenészé. Erősebb szellőztetéssel és a növényeket szárító fűtéssel segítsük elő a sebhelyek beszáradását.

Terméssza bályozási műveletekben igazítjuk a növény terhelését az adott körülményekhez. Ez fajtától, kondíciótól és berendezéstől is függ. Túlterhelés esetén az uborka lerúgja a virágokat, a meglévő termések rövidek maradnak. Előfordul, hogy tavasszal, a sovány növények oldalhajtásain egy levél fejlődik és több virág. Beavatkozás nélkül csokorban nőnének az apró uborkák. Nehéz megmondani, hogy a növény hány termést képes kifejleszteni a főszáron. Holland irányelvek kg-ban fejezik ki a főszár hozamát: a korai fűtött termesztésnél 1,5 kg, december elsejei magvetésnél 2,5 kg. Nyáron viszont nyugodtan 4,5 kg-mal lehet terhelni a főszárat. A jobb minőség és a hosszabb termések érdekében a metszésre szükség van nyáron is, amikor a fény nem korlátozza az asszimiláták képzését. Magyarországon általában darabszámmal fejezzük ki: a november közepén elvetett kígyóuborkán az első termés a 9. levél után jelenik meg, és a főszáron maximum 5 darab termeszthető. A december elején elvetett növényen is a 9. levélnél hagyható meg az első termés, de a főszáron akár 12 termés is növeszthető.

A gyakorlatban, korai termesztésben az egyszerűsített séma a következő: a főszár magasságát négy részre osztjuk. Lentről nézve az első negyedben az összes termést, a másodikban minden második termést eltávolítjuk. A felén túl, mindegyik termés maradhat, az utolsó negyedben viszont a jobb oldalhajtásképzés érdekében, minden harmadik termést szedjük ki.

8.4.6.3.2. Tápanyag-utánpótlás, öntözés

Talaj nélküli termesztésben a növények tápanyagellátása elsősorban a tápoldatban lévő tápelemek mennyiségétől és koncentrációjától függ. Nagyon fontos, hogy azok összhangban legyenek a növények igényeivel, a fejlődés különböző időszakaiban. A tápoldat- és a közeg tápanyag-tartalmának és töménységének megállapításában figyelembe kell venni a fajták jellegét (vegetatív, generatív) és típusát (kígyó, mini kígyó).

A tápoldat adagolása csepegtető rendszeren keresztül történik, figyelembe véve a fényviszonyokat, a növény fejlődési fázisát és tápanyag-szükségletét. A termesztés kezdeti időszakában az egyszeri tápoldat mennyisége lehet nagyobb (400 ml/m^2/öntözés), ritkábban, később az adag csökken és a gyakoriság nő. A magas besugárzás és az intenzív növekedés idején gyakrabban kell öntözni kisebb adagokkal (akár 15 percenként 120–130 ml/öntözés). Az egyszeri adagot növelni kell, ha nagy a különbség a közegoldat és a tápoldat töménysége között. A tápoldat adagolását a növény igényeihez szükséges igazítani, kiemelt figyelmet fordítva a besugárzásra. Az ültetéstől a virágzás kezdetéig a növények igénye borús időben 300 ml/m^2/nap, napos időben 500 ml/m^2/nap. A virágzástól az igény növekszik, akár megduplázódhat az első termések szedésekor. Teljesen kifejlett növényeknél a párologtatás percenként és négy-

zetméterenként 16–20 gramm lehet, így 1 J/cm^2-ként 2–3,5 ml/m^2 tápoldat ad
sa javasolt. A tápoldat napi eloszlásával befolyásolhatjuk a közeg nedvesség
uborka érzékeny a közeg túlszárítására és túlöntözésére is, különösen borús i
A helytelen öntözés a szükségesnél nagyobb műtrágya-felhasználáshoz, a
pusztulásához vagy a növények éhezéséhez vezet. Az egyensúlyban lévő áll
tápoldatozása 2 órával napkelte után kezdődik és napos időben két órával nap
előtt, borús időben 3 órával napnyugta előtt fejeződik be.

Nyári ültetésnél, meleg időben nő a Phytium fertőzés veszélye. Az első hé
kat kell öntözni 2,2 EC-vel, hogy a gyökerek hamar benőjenek a táblákba. Ké
töménységet emelhetjük és korlátozzuk az öntözések számát: reggel addig
lunk, amíg a túlfolyás megjelenik, és a kocka hőmérséklete lecsökken. A legme
időben – 11–17 óra között – kerülni kell az öntözéseket. A vízhiányból szá
veszteségek kisebbek, mint a Phytium fertőzés miattiak. A termesztés ala
mS/cm közötti EC-értékű tápoldattal öntözzünk. Ha a sókoncentráció a kőgya
4 fölé emelkedik, nagyobb túlfolyást kell biztosítani.

A termesztés alatt a vízminőségtől függően szükséges a túlfolyás. Ez nem
rolt tápoldat, jelentős szerepet játszik a közeg paramétereinek betartásában és
leges tápelemek kimosásában. Az időjárástól függően borús napon 5–10%, nap
ben 15–20% túlfolyás az elvárt mennyiség. Fontos, hogy a túlfolyás 3–4 öntöz
jelenjen meg, legkésőbb 10–11 órakor. Amennyiben kisebb túlfolyást kapunk,
ni kell az adagot és a sűrűségét.

Tápoldat összetétele. Talaj nélküli termesztésnél a tápoldat összetételét a
fejlődési fázisaihoz kell igazítani, a korrekció az állomány habitusa, illetve a
összetétele alapján történik. Alapvetően törekedni kell az optimális generatív-
tív növekedési egyensúly beállítására, amit főleg a N:K arány befolyásol. A t
növekedésével a káliumigény folyamatosan nő. Az optimális arányok a követk
ültetéstől a drót eléréséig a N:K arány1:1, ezután növeljük a kálium mennyi
tápoldatban 1:1,2 arányban. Intenzív termésnövekedés idején ez 1:1,4 -re mód
mennyiségek változtatása a legegyszerűbben úgy kivitelezhető, ha változtatjuk
cium-, kálium- és ammónium-nitrát mennyiségét. A többi műtrágyamennyiség
zatlan marad.

Kőgyapotos termesztésnél a javasolt tápodat összetételét a *74. táblázat* mu

A megadott makroelemek értékei csak tájékoztató jellegűek, a pontos összetét
állapításánál figyelembe kell venni a növények kondícióját és az időjárási viszony

A tápanyag-ellátás eltéréseket mutat egyes fajtáknál a standard receptekhez viszo

- mini kígyóuborkánál javasolt magasabb EC-t használni,
- gyenge besugárzás idején alacsonyabb nitrogénszintet tartunk a tábláb
  tápoldatban,
- a termés színe érdekében az EC a táblában nem eshet 2,2 alá,
- időszakosan magasabb nitrogénszint a növények intenzívebb növekedé

74. táblázat. A Grodan cég által javasolt tápoldatok összetételei kőgyapotos uborka termesztésnél

Tápoldat paraméter	Palánta	Tábla feltöltése	Első 4 hét	Erős terhelés	Nagy állomány Standard
EC (mS/cm)	2	2.5	2,4	2,4–3	2–2,5
pH	5,5	5,3	5,5	5,5	5,5
$N\text{-}NO_3$ (mg/l)	180	210	210	240	220
$N\text{-}NH_4$ (mg/l)		10	10	10–20	10
P (mg/l)	50	45	40	40–50	45
K (mg/l)	190	230	290	340	300
Mg (mg/l)	40	60	45	50	45
Ca (mg/l)	170	210	190	180	180
S (mg/l)	40	70	60	75	70
Fe (mg/l)	2	2,5	2,5	2,5	2,5
Mn (mg/l)	0,55	0,8	0,8	0,8	0,8
B (mg/l)	0,27	0,5	0,32	0,32	0,32
Zn (mg/l)	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Cu (mg/l)	0,1	0,15	0,06	0,05	0,05
Mo (mg/l)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

A *szerves közegeknél* a termesztést a közeg tápanyagtartalmának beállításával indítjuk. Az optimális értékek a magas (több mint 10%) humusz tartalmú közegeknél: $N\text{-}NO_3$ – 250–400 mg/l, P – 300–450 mg/l, K – 700–1000 mg/l, Mg – 150–250 mg/l. Kisebb humuszmennyiség esetén az értékek a következők: N – 200–300 mg, P – 150–250 mg, K – 300–600 mg, Mg – 150–200 mg közeg literenként. A kalcium optimális szintje mindegyik közegben 1500–3000 mg/l. A kőgyapotos rendszerhez hasonló tápoldatozásnál alacsonyabb makroelemszinteket tarthatunk. A nitrogén, foszfor, magnézium érték alacsonyabb szinten tartható. A szerves közegeknél a tápelemek koncentrációja (EC) 2,8–3,5 mS/cm kell, hogy legyen.

Oltott növényeknél a tápoldatozásában figyelembe kell venni a növények erősebb növekedési erejét. A standardértékekhez a termesztés első szakaszában 20%-kal kevesebb N-t kell alkalmazni.

8.4.6.4. Termés szedése, tárolása, előkészítése eladásra

A hajtatott uborkát általában frissen fogyasztják. A termés tárolása ritkán és rövid ideig tart. Az uborka szedése általában kétnaponta történik, amikor a termések elérik a fogyasztási méretet. A munkát reggel végezzük – amikor a termések még nem melegedtek fel – oly módon, hogy a kocsányát visszacsípjük vagy elvágjuk, meghagyva egy 1 cm-es darabot a termésnél. Szedés után az uborkát nagyság szerint osztályozzuk. Kereskedelmi osztályoktól függetlenül elvárás, hogy a termések tiszták, egész-

ségesek, sérülésmentesek, frissek legyenek. Javasolt a termést azonnal átszállítani egy hűvös helységbe, ahol csökken a súlyvesztesége.

Az azonnal nem értékesített áru 12–13 °C hőmérsékleten tárolható 7–10 napig. Alacsonyabb hőfokon az uborka felülete sérülhet. Rothadáshoz hasonló foltok jelentkeznek akkor, amikor a termés 1–2 napig szobahőmérsékleten van. A tárolás alatt súlyveszteség következik be, de a fóliába csomagolt áru vesztesége minimális: 1% az 1–2 hetes tárolás alatt. A nem csomagolt termések egy hét alatt 3–4%-ot, két hét alatt 6–8%-ot veszítenek a tömegükből. A tárolóban a 95%-nál alacsonyabb páratartalom növeli a termésveszteségeket. Általában 5%-os súlyveszteségnél az uborka még nem veszít a kereskedelmi értékéből.

A termesztés első három szedéséből származó termések hosszabb ideig tartják meg a kereskedelmi értéküket.

A 12–13 °C-nál magasabb hőmérsékleten tárolt termések könnyen sárgulnak. A folyamat sebessége függ a növények tápanyag-ellátásától is. A klímaszabályozott tárolókamrákban (5% CO_2 és 5% O_2) a sárgulási folyamat leáll, az uborka akár 2–3 hétig tárolható.

8.4.6.5. Technológiai elemek ellenőrzése

8.4.6.5.1. Közeg ellenőrzése

Az egész termesztés alatt a közeg paramétereit naponta ellenőrizni kell. Legfontosabb az EC-mérés, amelyet napi rendszerességgel, több ponton végzünk. Az optimális szintje 0,5–1 egységgel magasabb, mint az adagolt tápoldaté, standard értéke 3,5–4 között van. Magasabb tápanyag-koncentrációnál (EC) a gyökérrendszer károsodik, terméselrúgás következik be. Hosszan tartó magas értéknél a levelek szélén sárga csík jelenik meg, a levelek aprósodnak.

Az alacsony EC általában a túlöntözés jele és a növény vegetatívabb fejlődéséhez vezet. Kora tavasszal, nagy tápanyagigény idején előfordul, hogy a közeg EC-je az adagolt tápoldaténál is kisebb. Ez esetben javasolt a több és töményebb tápoldat adagolása.

Tápanyagfelvétel szempontjából hetente 2–3 alkalommal kell vizsgálni a kémhatást. Az optimális érték 5,5–6,5. Alacsonyabb értéket (5–5,5) a szerves közegeknél, magasabbat (6–6,5) szervetlen közegeknél lehet tartani. 5 körüli pH-nál nő az uborka termőképessége, 5-nél kisebb érték mellett viszont a gyökérrendszere könnyen elpusztul.

8.4.6.5.2. Fejlődési rendellenességek

A hajtatásban gyakran előfordul, hogy a növények fejlődése eltér az optimálistól. Ennek oka lehet valamilyen kórokozó vagy kártevő előfordulása, de gyakori, hogy a kedvezőtlen körülmények között a növény életfunkciói eltérnek az optimálistól. Uborka esetén a leggyakoribb fiziológiai rendellenességek:

- **Virág, termés elrúgása** stresszt követően jelentkezik. Télen, kora tavasszal a túl sok meghagyott termés, a főszár túlterhelése idézheti elő. Amennyiben a fényviszonyokat nem tudjuk javítani, minél gyorsabban csökkenteni kell a növény

terhelését és hagyni, hogy megerősödjön. A virágzás akár 2 hétre is leáll, ha a növényt drasztikusan megmetsszük (vegetatív szervek aránya megváltozik a gyökér mennyiségéhez viszonyítva). A gyökérveszteség is csökkenti a tápanyagellátást, ezzel nő a lerúgott termések száma. Ezen kívül az intenzív vegyi növényvédelem, a levegő szenynyeződése (égési gáz bekerülése esetén) is azonos tüneteket mutat. A kiváltó tényezők megszüntetésével, a normális növekedési ütem visszaáll.

- **A növény tetején elszíneződések** láthatók. A reggeli sötét szín a növekedési ponton a kevés öntözés jele. Ez azt mutatja, hogy előző nap keveset öntöztünk, a vizet pótolni kell, megfontolva az éjszakai öntözés lehetőségét (plusz 2 öntözés 100–150 ml/növény). Ezen kívül magasabb átlaghőmérséklettel is aktiválhatjuk a növényeket. A növény klorotikus, világos hajtásvége, esetleges foltos levelei, túlterhelt állományban, hosszan tartó felhős periódus után figyelhetők meg. Az elszíneződéseket a vas relatív hiánya okozza és orvosolható a növények gyors terméstehér-mentesítésével, jobb vas-kelát használatával és magasabb reggeli EC tartásával.
- **A növekedési csúcs mérete** eltér az optimálistól. A vastag, rövid ízközű, tömzsi szár, erőteljes kacsokkal és nagy virágokkal a túl vegetatív növekedés eredménye. Javasolt 2 °C fokkal emelni a 24 órás átlaghőmérsékletet, nappal 3–4 órán keresztül 25–26 °C hőmérsékletet tartani, amíg a tünetek nem szűnnek meg és az új oldalhajtások nem jelennek meg. Vékony hajtás kialakulásakor, apró levelek és virágok fejlődésekor erősíteni kell a vegetatív növekedést úgy, hogy az éjszakai és a nappali hőmérsékletet egymáshoz közeli szintre állítjuk be. Ez végrehajtható a nappali hőmérséklet csökkentésével, illetve az éjszakai emelésével.
- **A levélzet torzulása, elszíneződése.** Amennyiben a növekedési ponthoz közeli levelek széle sárgul, ernyőszerűen eltorzul vagy elhal, javasolt az optimális páratartalom-értékeket tartani, hogy a transzspiráció helyreálljon és a növény tetejéhez elegendő kalcium jusson. A korai szellőztetés, ezzel a növények párologtatásának fokozása a tünetek előfordulását mérsékli, de a torz leveleket nem gyógyítja. Gyors megoldást jelent a lombtrágyázás 1g/l kalcium-nitráttal vagy kalcium-kloriddal. A sárgásbarna levélszín a növény fölső részén, súlyos esetben az egész növényen, a levelek túlmelegedése és az alacsony páratartalom jele. A ház árnyékolása, hűtése, illetve a magasabb páratartalom tartása megszünteti a jelenséget. Az alsó levelek sárgulását a meleg, túl párás klíma okozza. Az állapot hasonlít a N-hiány tüneteihez, de az asszimilátak hiánya gyenge, erőtlen levéllemez alakulásához vezet, helyenként zöld foltok maradnak rajtuk.

8.4.7. Irodalom

Horinka T. – Knipf R. (2007): Zöldségnövények hiánybetegségei. Modok és Társa, Kiskunhalas.

Nagy J. (1997): Dinnye, uborka, tök. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest.

Papadopoulos, A.P. (1994): Growing greenhouse seedless cucumbers in soil and soilless media. Agriculture and Agri-Food Canada Publication, Ottawa.

Resh, H. M. (1998): Hydroponic food production. Woodbridge Press Publishing Company, Beaverton.

Szőriné Z. A. (2007): A zöldségnövények generatív és vegetatív fejlődésének szabályozása klimatikus tényezőkkel. Kertgazdaság. 39(1): 3–11.
Terbe I. – Hodossi S. – Kovács A. (2005): Zöldségtermesztés termesztőberendezésekben. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
Winsor, G. – Adams, P. (1987): Glasshouse crops. Long Ashton Research Station, Long Ashton, UK.
Zych, A. (2003): Metodyka integrowanej produkcji ogórków pod oslonami. Piorin, Piorin, Warszawa.

8.5. Dinnye talaj nélküli termesztése

8.5.1. A termesztés gazdasági jelentősége

A görögdinnye (*Citrullus lanatus*/THUMB/MANSFEELD) klasszikus értelemben vett hajtatása jelentéktelen. Üvegházban, nagy légterű fóliás létesítményekben alig hajtatják. Időszakos takarással (fóliaalagutas takarás) viszont egyre nagyobb területen termesztenek görögdinnyét.

Az üvegházi sárgadinnye-hajtatás azokban az országokban kiemelt fontosságú, ahol nincs számottevő szabadföldi termesztés (Hollandia, Dánia, Anglia stb.). Az említetteken kivül más, nagy üvegházi felülettel rendelkező országok kisebb felületen, elsősorban a választék bővítése céljából termesztik a sárgadinnyét. Hagyományos értelemben vett sárgadinnye-hajtatást Európában Hollandia folytat, de hajtatják a sárgadinnyét Franciaországban, Olaszországban és Spanyolországban is.

Magyarországon a sárgadinnye (*Cucumis melo* L.) üvegházi hajtatását a nagy építési és fűtési költségek miatt nem tartják kifizetődőnek. A fóliás termesztőlétesítmények alkalmazása viszont növekedett az elmúlt időben, és a jövőben is fejlődés várható ezen a téren. Alattuk a sárgadinnye nagy biztonsággal, jövedelmezően termeszthető.

A sárgadinnye hazai termőterülete, ennek megfelelően gazdasági jelentősége is a II. világháborút követő években folyamatosan csökkent. Jelenleg többet importálunk belőle, mint amennyit exportra szállítunk, holott adottságaink kiválóak a sárgadinnye termesztéséhez. Sárgadinnyét 1000–1200 ha-on termesztenek ma Magyarországon. Ebből kb. 400 ha a fóliás hajtatás (folyamatosan növekszik), döntő hányadát enyhe fűtésű és fűtetlen fóliasátrakban termesztik. A túl korai, fűtéses hajtatás az import miatt nem gazdaságos, június közepétől történő szedés a hazai piacon már versenyképes.

8.5.2. A termesztés feltételei

A sárgadinnye a magas légterű és az alacsony fóliasátrakban egyaránt hajtatható. A sárgadinnye hajtatása a többi zöldségfajhoz hasonlóan a létesítmény fűtésének erősségétől függően építhető be a hasznosítási rendszerbe *(75. táblázat)*. Hazai körülmények között a dinnyehajtatás túlnyomó többségben talajon történik.

Jól fűthető berendezésekben (üvegház, fóliás létesítmény) február közepétől ültethetjük főnövényként. A kultúra tenyészidejét a szabadföldi tömegáru piaci megjelenése szabályozza. Enyhe fűtésű fóliasátrakban célszerű a második hasznosítási szakaszban ültetni. Ez március közepétől lehetséges. A fűtetlen fóliás hajtatás kifejezetten sárgadinnye termesztésére javasolt technológia. Sárgadinnye esetében jó minőségű (ex-

75. táblázat. Sárgadinnye hajtatás különböző fűtésszintű termesztőberendezésekben

Technológia	Fűtetlen fóliás	Enyhe fűtésű fóliás	Fűtött fólia	Őszi hajtatás
Fűtési szint	–	5–10 °C Δt	18–25 °C Δt	15 °C Δt
Ültetési idő	ápr. 1–20.	márc.15–30.	febr.1.–	július

portra is alkalmas) termés fólia alatt termelhető meg biztonsággal. Szabadföldön a csapadékosabb, hűvösebb idő ugyanis nagy terméskiesést okozhat. A kis légterű, könnyen átszellőztethető fóliasátrak használata is lehetővé teszi a legigényesebb piacra történő értékesítést. A fűtés nélküli fóliás létesítményekben a hidegtűrő zöldségfajok kikerülése után, április első, második dekádjában ültethetjük ki a dinnye palántáit.

A sárgadinnye talaj nélküli termesztését elsősorban a talajból fertőző betegségek kiküszöbölése, másrészt az elérhető nagyobb termésátlagok miatt alkalmazzák. Nemcsak kőzetgyapoton, hanem vödrös technológiával, perlitben, tőzegben, fenyőkéregben vagy kókuszrostban is sikerrel hajtatható a sárgadinnye *(122. ábra)*. Magyarországon a jelenlegi értékesítési árak mellett a korai ültetés és a talaj nélküli, nagyobb beruházási költséget igénylő hajtatási technológia sárgadinnye esetében nem terjedt el széleskörűen.

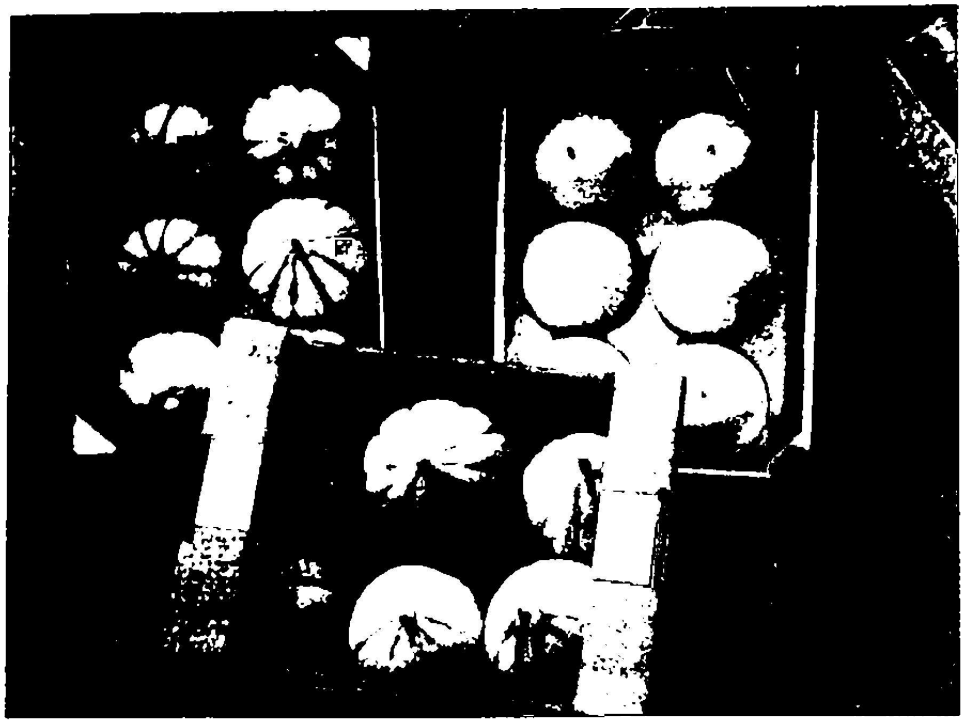
122. ábra. Sárgadinnye-hajtatás vödörben
(Fotó: Szőriné Zielinska Alicja)

8.5.3. Termesztett típusok, fajták jellemzői, fajtaválasztás szempontjai

Fajtaválasztáskor már az európai igényeket kell alapul venni. A vásárlók által kedvelt fajtát, illetve fajtákat kell nekünk is termesztenünk.

A termesztés szempontjából legjelentősebb fajtacsoportok *(123. ábra)*:

– *Cucumis melo* var. *cantaloupensis:* Kantalup dinnyék: gömbölyded termésűek, gyengén vagy erősen barázdáltak (gerezdesek), általában narancssárga hússzí-



123. ábra. Magyarországon termesztett legjelentősebb fajtacsoportok (felül balra Charentais, felül jobbra Galia, alul középen Kantalup típus) *(Fotó: dr. Kappel Noémi)*

nűek. A dinnyések körében jól ismert ez az alakkör. Olasz-amerikai típusnak nevezik az erősen paralécezett, gerezdelt, tojásdad formájú fajtákat, melyek erőteljes fejlődésűek, nagyfokú ellenállósággal, sok esetben pultontarthatósággal, jó szállíthatósággal, megújulóképességgel és nagy termőképességgel rendelkeznek. Jelenleg a Magyarországon termesztett sárgadinnyefajták döntő hányada ebbe a fajtacsoportba tartozik. Ebbe a csoportba sorolható a francia nemesítésből származó *Charentais* alakkör is, amely hazánkban az elmúlt években jelent meg, választékbővítőként. Az ide tartozó fajták hússzíne narancssárga, ízük kellemes, minőségük kiváló, felületük enyhén barázdált, exporttermesztésre azonban kevésbé alkalmasak, mert nehezebben tűrik a szállítást.

- *Cucumis melo* var. *reticulatus*: Galia típus: gömbölyű termésű, hálómintázatú, recézett termésfelületű, a legrövidebb tenyészidejű fajtacsoport, amely korábban Magyarországon igen elterjedt volt, cukordinnye néven ismerték a fogyasztók. A termés foltosodását okozó gombás betegségek miatt a termesztése kockázatosabb, viszont a piacon magasabb áron értékesíthető, mint a másik, olasz-amerikai típus. A termesztésének kockázata technológiai változtatásokkal jelentősen csökkenthető, éppen ezért termesztőberendezésekben, talaj nélküli termesztésre igen alkalmas fajtacsoport. Döntően zöld hússzínű fajtákat találunk ebben a csoportban, de előfordul narancssárga húsú fajta is.

8.5.4. Biológiai igények

Fényigény tekintetében a sárgadinnye a legigényesebb csoporthoz tartozik. A vegetatív szakaszban gyenge fényintenzitás hatására levelei aprók lesznek. Különösen a virágzás, termésérés idején kíván sok fényt, a virágok azonban már 5000–7000 lux

fényerőn megtermékenyülnek. Borús, hűvös időben a fejlődés lelassul, az érés késik, a minőség romlik, a termés héja vastag, a hús színe pedig kevésbé lesz intenzív. A kutatók megállapították, hogy a fényerősség, valamint a hím- és nőivarú virágok aránya szorosan összefügg egymással, csökkenése növeli a nővirágok és csökkenti a hímvirágok számát.

Hőigény. A sárgadinnye Markov-Haev szerint a legtöbb meleget igénylő 25 ± 7 °C-os zöldségfajok csoportjába tartozik.

Vízigény. A dinnyék testét 87,0–91,5%-ban víz alkotja, ebből adódóan sok vizet igényelnek. Vízigénye az egyes fejlődési szakaszokban jelentős mértékben változik. Csírázáskor, valamint a hajtás- és termésfejlődés idején sok vízre van szüksége.

Tápanyagigénye nagy. A tápelemek közül káliumból veszi fel a legtöbbet, ezt követi a nitrogén, a kalcium, a foszfor és a magnézium. A tápelemarányok a tenyészidő folyamán állandóan változnak. A tápanyagfelvétel az első virágok kötésekor a legnagyobb.

8.5.5. A termesztés technológiája

8.5.5.1. Ültetés, elrendezés

A sárgadinnyét talaj nélküli termesztésben támrendszer mellett termesztik. A támrendszer kialakításának célja, hogy a kiültetett növények fölötti légtérrel vagy annak egy részével megnöveljük a növény termőterületét. A növényházi hajtatásban a vázszerkezet határozza meg a kialakítandó termőfelület nagyságát és a támrendszer elhelyezési módját.

Támrendszer mellett termesztve 3–5 db/m^2 állománysűrűséggel dolgozzunk. Őszi hajtatáskor 1,5–2 db/m^2 növényszámot tervezzünk.

Növényelrendezést tekintve, javasolt a soros elrendezés, lehetőleg kerüljük az ikersoros ültetést, a dinnye nagy fényigényét ismerve.

Kiültetés után legfőbb feladat a környezeti tényezők szabályozása. Magyarországon a hajtatott dinnye sikere azon múlik, hogy a növényt milyen gyorsan tudjuk a gyors növekedési szakaszába hozni, ott az első termős virágokat megtermékenyíteni.

A hőmérséklet kiültetés után éjjel 16–18 °C-nál alacsonyabb ne legyen. Borult napokon 20–22 °C-ig, napos időben 28–30 °C-ig növelhető a hőmérséklet. A virágok megtermékenyítése és termékenyülése 16–38 °C között lehetséges. A jelzett hőmérsékleti határok között a növény és a megporzást végző poszméhek tevékenysége összhangban van. Közismert, hogy a méhek 15 °C alatt még nem, 38 °C felett már nem képesek a virágok zavartalan megtermékenyítésére. 1000 m^2-ként telepítsünk egy méhcsaládot a hajtató létesítménybe. A megfelelő hőmérsékleten túl a megfelelő páratartalomról és ivóvízről is gondoskodnunk kell számukra. A méheket legkésőbb a termős virágok megjelenésekor helyezzük el a létesítményben.

A fény a hajtatás kezdeti időszakában játszik fontos szerepet. A fény erősségének és időtartamának növekedése következtében a növény élettevékenysége is felgyorsul, amennyiben a többi életfényező is kedvezően alakul. Az elégtelen fény jele a virágfejlődés leállása. A megvilágítás időtartama és erőssége a hím- és nővirágot hozó virágzáshabitusú fajták hím- és nővirágainak arányát is megváltoztathatja. Hosszabb ideig tartó megvilágítás a nővirágok arányát növeli, főleg alacsonyabb hőmérséklet mellett.

8.5.5.2. Ápolási munkák

8.5.5.2.1. Fitotechnikai ápolási munkák

Hajtásigazítás. A támrendszer mellett hajtatott dinnye hajtásait a növekedési ütemüknek megfelelően a tartózsinórra kell tekerni, vezetni. Ezt a munkát óvatosan végezzük, mert a nagy víztartalmú, lazább szövetállományú dinnyehajtás (inda) könnyen eltörhet.

Kisüzemi eljárás a virágok kézi megporzása, ecsetelése. Az első termős (hímnős, nő) virágok megporzása elvégezhető kézzel is, de ez jelentős munkatöbblettel jár. Erre akkor kerül sor, ha méhek valami ok miatt nem telepíthetők a házba. A hímvirágok 1 héttel korábban jelennek meg, mint a termős virágok. Kutatások kimutatták, hogy minden nővirágot legalább 8-szor kell a beporzást végző rovaroknak meglátogatni, hogy megfelelő legyen a termékenyülés. A kiültetés utáni 2–3. héten már célszerű a beporzást végző rovarok jelenlétéről gondoskodni.

A **metszés** a sárgadinnye termesztésében speciális és sokat vitatott ápolási munka. A támrendszer mellett történő hajtatásban, történjék ez talajon, földkeverékben vagy vízkultúrás termesztésben, zömében erőteljes főhajtást fejlesztő fajtákat hajtatnak. Ezeket a fajtákat metszeni kell. A főhajtást a legritkább esetben metszik. Nagyon erős növekedés esetén a felső tartóvezeték elérésekor visszavágják, illetve a vezetéken visszabuktatva letetejezik a növényeket. Így a metszéssel a vegetatív és a generatív részek aránya szabályozható, s a termés érése időzíthető.

Általánosan alkalmazott metszési módszer, hogy a korai kiültetéseknél a 8–9. nóduszig minden oldalhajtást eltávolítanak, hogy megfelelő vegetatív felület alakuljon ki. Ezután az oldalhajtásokat az első termés utáni nóduszon – amikor a termés elérte a kb. golflabda nagyságot – visszatörik. Ezen a nóduszon a levél meghagyható, de el is távolítható. Amennyiben a gyenge megporzás vagy a hőmérséklet-ingadozás miatt nincs terméskötődés az oldalhajtás első vagy második nóduszán, érdemes az egész oldalhajtást eltávolítani, így a felsőbb hajtásokon elősegíthető a kötődés. Későbbi kiültetéseknél az alsó oldalhajtásokon is meghagyhatók a terméskezdemények.

8.5.5.2.2. Tápanyag-utánpótlás, öntözés

A dinnye érzékeny az egyenletes vízellátásra. Ha az érés előtti időszakban csak a szükséges vízmennyiséget adagoljuk, a minőség kedvezően alakul. Forró, nyári napokon a berendezés klímáját kisadagú öntözéssel, párásítással kedvezően alakíthatjuk. Ezáltal a méhek munkáját is segítjük, a növény hőigényét a biológiai optimumhoz közelítjük, a termékenyülést elősegítjük.

A kiültetés után a növekedési és a fejlődési ütemnek megfelelően kell tápoldatozni a növényeket. Kiültetés után 4 hétig 300–600 ml tápoldat kijuttatása javasolt naponta növényenként, később fokozatosan kell emelni az adagokat, a terméskötődés időszakában 800–1200 ml, termésnövekedéskor 1600–2400 ml a napi vízadag. Az első termések betakarítása után csökkenteni kell az adagot 1600–1800 ml-re. Amennyiben a vízellátottság nem megfelelő, a növények kalciumfelvétele is korlátozottá válik.

76. táblázat. Sárgadinnye talajnélküli termesztéséhez javasolt tápoldat-összetétel (mg/l)

Tápelem	Fejlődési fázis (ültetéstől számított hetek)			
	0–2	2–4,5	4,5–9	9–20
N	120	160	200	170
P	50	50	50	50
K	113	135	165	135
Ca	134	134	152	134
Mg	40	40	40	40
S	65	65	65	65
Cu	0,2	0,2	0,2	0,2
Zn	0,3	0,3	0,3	0,3
Mn	0,8	0,8	0,8	0,8
B	0,7	0,7	0,7	0,7
Mo	0,06	0,06	0,06	0,06
Fe	2,8	2,8	2,8	2,8

Nitrogénből az ültetés után 2 hétig 120 mg/l mennyiség adagolása javasolt, a 3. héttől növelhető a koncentráció, az érés megkezdődésétől viszont csökkenteni kell a nitrogén arányát a tápoldatban *(76. táblázat)*. Egyes források az érés során a kálium szükséges mennyiségét a tápoldatban 225 mg/l adagban határozzák meg.

Az érés során a kálium mennyiségének emelésével növelhető a termések cukortartalma. A tápoldat EC-je éréskor 3,8-ra emelhető, pH-ja 5,5–5,6 legyen.

A tápelemhiány és -túladagolás tüneteit a *77. táblázat* foglalja össze.

77. táblázat. Tápelemek hiány- és túladagolási tünetei sárgadinnyén (Horinka, 1997 nyomán)

Elem	Hiány tünete	Túladagolás tünete
N	Idősebb levelek sárgulnak, a virágzás erős, a terméskötődés viszont gyenge. A termések mérete kicsi.	Vegetatív túlsúly, a termésekben minőségi (szín, íz) romlás következik be
P	A levél sötét, merev, a lemez a levél széle felé kanalasodik és fokozatosan szárad.	Ismeretlen
K	Levélnyél sárgul, a levél barnás színeződést mutat. Az erek mentén a levéllemez zöld marad, az érközök kivilágosodnak. A termés hússzíne jellegtelen, alacsony cukortartalmú és vízízű.	Más elemek felvehetőségét gátolja
Ca	Levélen áttetsző foltok jelennek meg. Elsősorban a fiatal levelek érzékenyek. A hajtáscsúcs elszárad.	Mikroelemek felvehetőségét csökkenti
Mikroelemek	Gyenge kondíciójú növények kevés és gyenge minőségű virágot fejlesztenek. Rossz a kötődés.	

8.5.5.3. Termés szedése, tárolása, előkészítése eladásra

A hajtatott sárgadinnyét lehetőleg biológiailag érett állapotban kell szedni. Érésének utolsó napjaiban képződik a legtöbb cukor a termésben. A sárgadinnye termése utóérik. A cukor viszont a korábban leszedett termésben nem éri el azt a szintet, mint a teljesen érettben, a leszedett termés cukortartalma ugyanis tovább nem emelkedik. Ezért csak a hosszabb szállításra tervezett értékesítés esetén szedjük 3–4 nappal korábban a sárgadinnyét.

A betakarítást akkor lehet elvégezni, amikor a termés kezd leválni a kocsányról és a cukortartalom elérte a maximumot. A terméshéj színe a cserezettség alatt zöldből sárgászöldre, sárgára változik. A Galia típusú a t kn l a terméshéj színéne v tozása alapján lehet szedni, ha a termés hirtelen leválik a kocsányról, akkor már túlérett.

124. ábra. Egy tőről jóval több termés szedhető a hagyományos technológiához képest
Fotó: Szőriné Zielinska Alicja)

A pultállóság biztosítására különböző eljárások alkalmazhatók: fertőtlenítés, hűtés, bevonatok vagy speciális csomagolás használata.

A leszedett terméseket lehetőleg 4 órán belül előhűteni kell a további tárolhatóság érdekében. A Kantalup típusú fajták nem érzékenyek a hidegre, 0–2 °C-on tárolhatók, a Galia típusú dinnyéket viszont nem szabad 7 °C alá hűteni. Így 95%-os relatív páratartalom mellett 14 napig is tárolhatók. Az újdonságnak számító LSL-fajták akár 6 hétig is megőrzik minőségüket.

Speciális csomagolásra úgynevezett módosított lé terű csoma olóan a ok alkalmasak, melyek légterében a megváltozott oxigén-széndioxid arány lassítja az érést és a mikrobafejlődést.

A szedések számát a környezeti tényezők nagyban befolyásolják. Általánosságban növényenként 4–6 darab termés takarítható be *(124. ábra)*. Ez kb. 8–21 kg/m^2 termésátlagnak felel meg, de a négyzetméterenkénti növényszámtól és a termesztett fajta átlagos termésméretétől függően ennél több is lehet.

8.5.6. Irodalom

Fukuda, N. – Anami, Y. (2002): Substrate and nutrient level: Effects on the growth and yield of melon 'Cucumus Melo" in soilles culture. Acta Horticulturae. 588: 111–117.

Guler, H. G. – Olympios, C. – Gerasopoulos, D. (1995): The effect of the substrate on the fruit quality of hydroponically grown melons Cucumis melo L. Acta Horticulturae. 554: 51–59.

Horinka T. (1997): Tápoldatozás a zöldségtermesztésben. Kemira Kft., Hódmezővásárhely.

Rodrigez, J. C. – Cantliffe, D. J. – Shaw, N. L. (2006): Soilless media and containers for greenhouse production of 'Galia' type muskmelon. HortScience. 41(5): 1200–1205.
Nagy J. (2005): A sárga- és görögdinnye. Szaktudás Kiadó Ház Rt., Budapest.
Pardossi, A. – Malorgio, F. – Campiotti, C. – Tognoni, F. (2002): A comparison between two methods to control nutrient delivery to greenhouse melons grown in recirculating nutrient solution culture. Scientia Horticulturae. 92: 82–95.
Shaw, N. – Cantliffe, D. J. – Taylor, B. S. (2001): Hydroponically produced Galia muskmelon – What's the secret? Proc. Fla. State Hort. Soc. 114: 288–293.

8.6. A tojásgyümölcs talaj nélküli termesztése

8.6.1. Termesztés története és gazdaságossága

A tojásgyümölcs (*Solanum melongena* L.), más néven padlizsán, tojáscsucsor, lilatök vagy törökparadicsom a burgonyafélék *(Solanaceae)* családjába tartozó, melegigényes, évelő növényfaj, a burgonya közeli rokona. A tojásgyümölcsöt a világon 400–450 ezer hektáron termesztik. A termőfelület jelentős része (86–87%) Ázsiában található, itt a tojásgyümölcs nagy hagyományokra viszszatekintő, mindennapos fogyasztású zöldségnövény. A jelentősebb tojásgyümölcs-termesztő országok India, Kína, Japán, Törökország, Olaszország és Franciaország, itt a mindennapi étkezések fő alapanyagául szolgál. Magyarországon a teljes termőfelülete az eladott vetőmagból következtetve 150–250 hektár körüli lehet. A főváros körüli kertészetekben, valamint jelentős mennyiségben Csongrád és Békés megyében foglalkoznak termesztésével és látják el a piacot. Ezzel szemben hajtatási felülete mindössze néhány hektár, ezen belül talaj nélküli termesztésével – többnyire csak kiegészítő növényként – csupán néhány termesztő foglalkozik. Gazdasági jelentősége a hajtatófelület nagyságából adódóan nem számottevő, ezért meghatározó zöldségfajjá várhatóan nem válik.

Annak ellenére, hogy a tojásgyümölcs termesztése ősidőkre nyúlik vissza, hajtatása viszonylag új keletű. Nyugat- és Észak-Európa üvegházaiban csak az elmúlt 20–25 évben kezdték el hajtani. Termesztésének nagy lendületet adott a vízkultúrás technológia széles körű elterjedése is. Nyugat-Európában az étkezési szokások változásával fogyasztása egyre jobban emelkedik. Hollandiában a tojásgyümölcs talaj nélküli termesztésben a legjövedelmezőbb hajtatási kultúrák egyike.

8.6.2. A termesztés feltételei

8.6.2.1. A technológia alkalmazásának feltételei, előnyei

A tojásgyümölcsöt a paradicsomhoz és a paprikához hasonlóan főnövényként hajtatják üvegházban és fóliás létesítményekben is. Erős növekedése, nagy lombfelülete és a botrítiszes betegségre való érzékenysége miatt célszerűbb a klímaszabályozási szempontból kiegyenlítettebb és könnyebben szabályozható nagy légterű berendezésekben termeszteni, ahol a támrendszer legalább 2,5–3,0 méter magasan van. A paradicsommal ellentétben ugyanis a tojásgyümölcs szilárd szárszerkezetének köszönhetően nem

fektethető el. Hosszúkultúrás termesztésre (8–10 hónap) csak a 3,5–4 m vápamagasságú vagy az ennél magasabb növényházak alkalmasak, ellenkező esetben nagyon nehéz a növényeket „alacsonyan" tartani és a tenyészidőszakban az állomány megfelelő egészségi állapotát fenntartani. A berendezés fűtési szintjét a kiültetéshez igazítsuk, télen szükséges a 30 °C-os hőlépcső (Δt) biztosítása. Február végétől 15–20 °C Δt, március végétől elegendő a 10 °C Δt. A tojásgyümölcs esetében is elsősorban a vegetációs fűtést alkalmazzuk. Az alulról sugárzó hő hatására így gyorsabban felszáradnak a levelek, amivel csökkenthető a tojásgyümölcsnél a botrítiszes betegség kockázata. A hőlégbefúvós fűtést csak későbbi ültetési időpontokban (március) vagy csak vészfűtésre használjuk. A berendezésben ilyenkor nem lesz egyenletes a légtér hőmérséklete, ami az állomány egyenetlen növekedését eredményezheti.

8.6.2.2. Alkalmazott rendszerek

Az alkalmazott termesztési rendszer megválasztásánál elsősorban a termesztőberendezés méreteit, felszereltségét (pl.: fűtési szint) és az ültetési időpontot vegyük figyelembe. A tojásgyümölcs így termeszthető szinte valamennyi talaj nélküli termesztési módszerrel. A növény nagy lombfelülete miatt igyekezzünk olyan elrendezéseket választani, ahol a lomb könnyen átszellőzik. Nem szabad túlságosan besűríteni az állományt.

Kőzetgyapotos vagy más polietilén fóliatömlős termesztésben az ikersoros elrendezés javasolt. A sortávolságok legalább 100+60 cm-re legyenek, így az intenzív körülmények között igen erőteljes növekedésű tojásgyümölcs állományban 5–6 hónap múltán is viszonylag kényelmesen lehet dolgozni. Egy méteres paplanok esetén 2 növényt, két méteres paplanoknál metszésmódtól függően 3 vagy 4 növényt helyezzünk el paplanonként. Vödrös vagy konténeres termesztés esetén az egysoros és az ikersoros elrendezések is javasolhatóak. A sortávolságok ebben az esetben is 100 cm, illetve 100+60 cm legyenek. Vödrönként egy növény kiültetése ajánlott. A vödröket vagy konténereket úgy helyezzük el, hogy a növények a sortávolságtól és metszésmódtól függően 50–60 cm-re legyenek egymástól.

8.6.3. Termesztési időszakok

A tojásgyümölcsnek Európában két fő ültetési időpontja van. Hollandiában üvegházban már január elején kiültetik, amihez a magot már novemberben elvetik. A másik ültetési időpont, fűtés nélküli létesítményekben tavasszal van, földrajzi szélességtől függően ez lehet február eleje (pl. Antalya, Almeria) vagy április közepe (pl. Magyarország).

78. táblázat. A tojásgyümölcs esetében javasolt szaporítási és ültetési időpontok

	Magvetés	Tűzdelés	Ültetés
Üvegházi termesztés	XI. 15.	XII. 15.	I. 20–25.
Fűtött fóliás termesztés	I. 10.	II. 10.	III. 15.
Fűtés nélküli fóliás hajtatás	II. 15.	III. 10.	IV .20–25.

Hazánkban üvegházba nem ültetik. A téli időszakban inkább paradicsommal, paprikával vagy kígyóuborkával hasznosítják a termesztőberendezéseket. Magyarországon többnyire a közepesen vagy az enyhén fűtött fóliaházakba ültetik, de a leggyakrabban fűtetlen berendezésekben találkozhatunk a termesztésével *(78. táblázat)*.

8.6.4. Termesztett típusok, fajták jellemzői, a választás szempontjai

Igen gazdag fajtaválasztékkal rendelkező zöldségféle. A folyamatos szelekciónak és nemesítési munkának köszönhetően a legkülönbözőbb színű és alakú fajtákkal találkozhatunk a vetőmag-katalógusokban. Tojás alakú, nagy, húsos termésének színe a sötétlilától a vörösön át a sárgásig vagy a fehérig *(125. ábra)* változik (a növény a fehér terméshúsától és alakjáról kapta a tojásgyümölcs nevet), olykor csíkozott, külseje fényes. Alak tekintetében van, ahol a hengeres vagy egészen megnyúlt csepp alakú fajtákat keresik, de az egészen gömbölyű termésforma sem ritka.

Hazánkban főleg a mélylila színű, megnyúlt tojás formájú, 300–500 gramm tömegű fajtatípust kedvelik a fogyasztók *(126. ábra)*. Napjainkban megjelentek úgynevezett „tüskementes" fajták is, megkönnyítve a termesztést és az értékesítést. Hajtatásra számos fajtát kínálnak a zöldségvetőmagot forgalmazó cégek.

125. ábra. A tojásgyümölcs a fehér termés színéről és alakjáról kapta a nevét *(Fotó: dr. Tompos Dániel)*

126. ábra. Magyarországon elsősorban a mélylila szín és a megnyúlt tojásforma a közkedvelt *(Fotó: dr. Tompos Dániel)*

8.6.5. Biológiai igények

8.6.5.1. Hőmérséklet

Melegkedvelő növény, több meleget igényel, mint az ebbe a családba tartozó növények többsége, így például a paprika és a paradicsom. A számára optimális hőmérsékleti tartomány 22–25 °C. A fagy körüli hőmérsékleti értékeket nem bírja, 0 °C-os hőmérséklet a növény pusztulását okozza. Kritikus hőmérsékleti értékei a 40 °C feletti és a 8 °C alatti értékek, melyeken a növény már tartós károsodást szenved. Az opti-

mális közeghőmérséklet a talaj nélküli termesztésben 18–2
vagy borús időben csökkenhet, de legfeljebb 2–3 °C-kal. A
kek esetén a gyökérzet aktivitása csökken, a növekedés le

A tojásgyümölcs nem bírja a nagy hőingadozásokat. Ha
szakai léghőmérséklet, a növény rosszul köt és a leveleken
ben a botrítisz is megtámadhatja. Ennek a gombának kedv
körülmények, a lecsökkent hőmérséklet és a növények felü
dekezés hiánya ilyenkor az állomány károsodásához vagy p
termesztésben ezért a tojásgyümölcs hőigényének optimál
legfontosabb feladat, mivel ezzel befolyásolható legjobban

8.6.5.2. Fény

A megtermékenyüléshez és a zavartalan fejlődéshez általá
tásra van szükség, de vannak partenokarpiára hajlamos f
debb megvilágítás mellett is termést képeznek. A megvil
hány fajta közömbös, azonban a hajtató fajtákról összesség
vidnappalos körülmények között is jól fejlődnek, ezzel e
hosszabb, 14–16 órás megvilágítást igényelnek. Fényig
mesztőlétesítmény fényáteresztését kell ellenőriznünk, ill
tatófelületek tisztán tartását, esetleges fóliacseréjét jelenti.
tek, melyek jelentősebb energiaráfordítás nélkül kivitelez
igényeinek megfelelő fényintenzitást biztosítani tudjuk. Ro
ra a bogyók színe világosabb és fénytelenebb lesz, ami jel
za a piaci értékesíthetőséget.

8.6.6. Közegnedvesség és a levegő pá

A tojásgyümölcs a *Solanaceae* család tagja, és mint minde
vízfelhasználás jellemzi. A tenyészideje kezdetén több ví
amikor a gyökerei megerősödtek, mélyebbre hatolnak a
vízmennyiség biztosítása is. Optimális fejlődéséhez 75–80
van szüksége.

8.6.7. A termesztés technológiája

8.6.7.1. Terület előkészítése

Attól függően, hogy a tojásgyümölcsöt milyen talaj nélküli termesztéstechnológiával hajtatják, többféle termesztési módról is beszélhetünk. Legelterjedtebbek a kőzetgyapotos és a vödrös (konténeres) technológiák. A fő különbségek a terület előkészítésében, a palántanevelés közegében és a hajtatóközeg megválasztásában van.

Kőzetgyapotos termesztésben a paprikánál, paradicsomnál már leírt módon történik a terület elegyengetése és szintezése. Ezek után takarjuk a területet fedett fehér színű talajtakaró fóliával. Ennek szerepe a talaj izolálása, a teljes fonálféreg- és gyommentesség biztosítása. Ugyanakkor a korai időszakban a fehér színnek köszönhetően a fény hasznosítása is számottevően javul. Konténeres termesztés esetén is érdemes a fehér fedett fóliás takarást választani, de elengedhetetlen legalább a sorok takarása fekete vagy fehér fóliával. A vödrök alá, a drénvíz elvezetése miatt gondoskodjunk megfelelő alátétről (hungarocell, faléc, tiszta homok).

Ezt követően telepítsük a csepegtető öntözőrendszert és rakjuk ki a területre a kőzetgyapot paplanokat vagy más közeggel töltött tartóedényeket. A tojásgyümölcs esetében kőzetgyapotos termesztésben az ikersoros elrendezésnek megfelelően rakjuk ki a paplanokat. A paplanok vagy vödrök elhelyezése után töltsük fel a közeget a vízminőségünknek megfelelő tápoldatrecept alapján. Az alábbi táblázat egy általános tápoldatozási recept *(79. táblázat)*. A termesztés megkezdése előtt mindenképpen vizsgáltassuk be az öntözővizünket, és ennek megfelelően kérjünk pontos tápoldatreceptet.

79. táblázat. A tojásgyümölcs talaj nélküli termesztésében javasolt tápoldat összetétele (Szőriné, 2002 nyomán)

Tápelemek	Standard	Feltöltés	Ültetés után	Erős növekedés
N (mg/l)	238	232	238	252
NO_3 (mg/l)	230	224	230	244
NH_4 (mg/l)	8	8	8	8
P (mg/l)	39	39	39	39
K (mg/l)	264	188	225	303
Mg (mg/l)	61	73	61	61
Ca (mg/l)	130	160	150	130
S (mg/l)	48	40	48	48
Fe (mg/l)	2	2	2	2
Mn (mg/l)	0,55	0,55	0,55	0,55
B (mg/l)	0,32	0,43	0,32	0,32
Cu (mg/l)	0,05	0,05	0,05	0,05
Zn (mg/l)	0,33	0,33	0,33	0,33
Mo (mg/l)	0,05	0,05	0,05	0,05
EC (mS/cm)	2,1	2,0	2,0	2,2
pH	5,6–5,8	5,6–5,8	5,6–5,8	5,6–5,8

8.6.7.2. Ültetés

Az ültetést az előzőekben már leírt sor- és tőtávolságokra végezzük a metszésmódtól függően, így négyzetméterenként 2–2,5 növény kerül kiültetésre. Talaj nélküli termesztésben az ültetés gyorsan végezhető, a paplanokon előzetesen kialakított „lyukakra" vagy a termesztőedényekbe (vödör, konténer stb.) kell a nevelőkockát helyezni. Cserepes vagy tápkockás palántanevelés esetén a közegbe ültetünk. Az ültetést követően vagy azzal egy időben történik a tápoldatot adagoló csepegtetőelemek beszúrása (1 db/növény) is a nevelőkockába (kőzetgyapot) vagy a termesztőközegbe. Az öntözéshez egyedi csepegtetőrendszer szükséges, melynek teljesítménye legalább 2 l/óra/csepegtető tüske.

8.6.7.3. Ápolási munkák

8.6.7.3.1. Fitotechnikai ápolási munkák

Az ápolási munkák részletezése előtt érdemes megjegyezni, hogy a többi fő hajtatási növénnyel ellentétben a tojásgyümölcs-állományban a munkavégzés nehezebb, különösen a nyári meleg időszakban. A leveleken fejlődő szőrök ugyanis gyakran okozhatnak kiütéseket és bőrirritációt, ezért mindig gondoskodjunk megfelelő öltözékről, mielőtt az állományba megyünk.

Hajtásrögzítés. A tojásgyümölcs szabadföldön önmagát megtartani képes hajtásrendszerrel rendelkezik. Szárában elegendő a támasztószövet ahhoz, hogy a növény önmagát a termések együttes súlyával megtartsa. A tojásgyümölcs-hajtatásban – a szabadföldi termesztéssel ellentétben – gondoskodnunk kell a megfelelő támberendezés kialakításáról, így a növények kezelhetősége jelentősen könnyebb és a jobb térkihasználás is fontos szempont. A növények felkötözését, rögzítését – növényvédelmi okok miatt – közvetlenül a kiültetés után kell elkezdeni, hogy a szár és a levelek a vizes talajjal ne érintkezzenek. A zsineget csúszókötéssel rögzítik a dróthoz, hogy később utána lehessen feszíteni, az alsó részen pedig a tojásgyümölcs szárához műanyag gyűrűk (klipszek) segítségével történik a zsineg rögzítése *(125. ábra)*. Ezek ugyan többletkiadást jelentenek, de több éven keresztül használhatók, meggyorsítják a munkát, és segítségükkel a letermett növényeket is könnyebb a támrendszerről eltávolítani.

Metszés. A tojásgyümölcs-hajtatásban az egyik legfontosabb és folyamatosan végzendő feladat a növények megfelelő metszése. A paradicsommal ellentétben a tojásgyümölcs merev szárának következtében nem fektethető el, így ha a növény eléri a felső drótot, nincs hova tovább növekednie. A metszés kivitelezését ezért a termesztőberendezés adottságai határozzák meg, így beszélhetünk főszár-, illetve kaszkádmetszésről. Magas berendezésben célszerű főszármetszést alkalmazni *(127. ábra)*. Ilyenkor az alsó terméskorona meghagyása után minden oldalhajtást eltávolítunk, a kiválasztott főszárat vagy főszárakat pedig teljesen leterheljük. A metszésmód megválasztásakor vegyük figyelembe, hogy minél több főszárat hagyunk, annál kevesebb növényt kell kiültetnünk négyzetméterenként, ugyanakkor növényeink magassága és a termésátlagok ennek következtében csökkennek.

asz metsz s az a acsonya berendezések metszésmódja, amikor is az alsó terméskoronát szintén meghagyjuk és a főszárakat 2–3 szintenként (elágazásonként) visszametsszük, majd a visszametszés alatti oldalhajtást vezetjük tovább. Ezzel a metszési móddal a növények alacsonyabban tarthatók.

Fürtmetszés. Fontos megjegyezni, hogy „metszeni" kell még a virágokat (virágzatokat) is, ez az úgynevezett „fürtmetszés", mivel a tojásgyümölcs hajlamos a dupla, valamint a tripla virágok képzésére. Az ilyen mellékvirágokat feltétlenül el kell távolítani, csak a legerősebb virág maradjon meg, különben a termések nem fejlődnek rendes méretűre és elaprósodnak, így piaci értékesíthetőségük jelentősen csökken.

127. ábra. A nagy légterű létesítményekben a főszárterheléses metszést alkalmazzák *(Fotó: dr. Tompos Dániel)*

A fent felsorolt fitotechnikai munkákkal együtt végezzük el rendszeresen a főszár(ak) tekergetését és az oldalhajtások eltávolítását heti rendszerességgel. A levelezést az ültetés után 4–5 héttel kezdjük meg és minden második héten ismételjük meg a műveletet. Alulról távolítsuk el a már elöregedett, nem asszimiláló, megsárgult leveleket, a főszárak tekergetésekor pedig mindig vegyünk le 1–2 fiatal levelet a hajtáscsúcs közeléből. Így javítjuk a fényellátottságot, átláthatóbb lesz az állományunk, aminek következtében könnyebben átszellőzik, csökkentjük a betegségek fellépésének kockázatát és a szedést is megkönnyíthetjük *(128. ábra)*. Idősebb állományokban, erős növénykondíció esetén, a már lelevelezett szárrészen kitörő oldalhajtásokat meghagyhatjuk, amiről további termések is kinevelhetők.

128. ábra. Lelevelezett termőállomány *(Fotó: dr. Tompos Dániel)*

Nagy figyelmet kell fordítani a **páratartalom szabályozására,** tekintettel arra, hogy a botrítiszes betegség magas páratartalom mellett jelentkezik *(129. ábra).* Ezért igyekezzünk 65–75%-os relatív páratartalmat biztosítani. A párásító rendszert kizárólag csak napos időben alkalmazzuk úgy, ogy eg ső naplemente el tt a te jes lombfelület megszáradjon.

129. ábra. A tojásgyümölcs nagyon érzékeny a botrítiszes betegségre *(Fotó: dr. Tompos Dániel)*

Az eredményes termesztéshez elengedhetetlen a pontos **klímaszabályozás.** Folyamatos vegetatív növekedésre és megfelelő terméskép ződésre csak 18–20 °C körüli közeghőmérséklet mellett számíthatunk, ez különösen fontos a kezdeti növekedés és gyökérfejlődés időszakában. A léghőmérsékletet úgy szabályozzuk, hogy nappal 21–22 °C, éjjel 18–20 °C legyen. Napos időben csak 27–28 °C felett szellőztessünk. Az első virágok megjelenése után az éjszakai hőmérsékletet csökkentsük 17 °C-ra, majd ezt az értéket az erősen leterhelt növények vegetatív növekedésének fenntartása érdekében csökkentsük tovább 16 °C-ra. A túlzottan lehűlő termésekre il enkor kicsa ódhat a pára, és a reggeli hirtelen felmelegedés növelheti a botrítiszes fertőzés kockázatát. Ezt a hatást kis mértékű szellőztetéssel és a vegetációs fűtőcsövek 40 °C-on tartásával ellensúlyozhatjuk. Összességében elmondható, hogy ha 5 °C-os hőlépcsőt tartunk az éjszakai és a nappali hőmérséklet között, azzal generatív irányba tereljük a növényt, azaz a terméskép zést és termésfejlődést segítjük, míg ha csökkentjük a különbséget, azzal a vegetatív növekedést serkentjük. A megfelelő vegetatív-generatív egyensúly esetén kellő számú, nagy méretű virágokat hoz a növény, gyors termésfejlődés és szép piacos terméskép zet jellemzi az állományt. Kutatók megfigyelték, hogy a virág mérete egyenes arányban áll a belőle fejlődő termés méretével és minőségével. Így jó termésátlagra csak nagy méretű virágok esetén számíthatunk.

A tojásgyümölcs termesztésénél is elsősorban a **tápoldatozással,** ezen belül is főleg a N:K arány módosításával irányíthatjuk növényeinket. Mivel a tojásgyümölcs nagy vegetatív lombfelülettel rendelkezik a termés kötődés, termésfejlődés idején, ezért a megfelelő vegetatív-generatív egyensúlyban az 1:1-es N:K arányú tápoldatot adjunk ki. Ha túl erős a vegetatív növekedés, akkor növeljük a kálium mennyiségét (N:K=1:2). Gyenge lombnövekedés vagy túlkötés esetén fordítsuk meg a N:K arányt 2:1-re. A tápoldatozásnál vegyük figyelembe, hogy a tojásgyümölcs érzékeny a magnézium- és a kalciumhiányra is. Ilyenkor a termés a bibeponti részen puhul, barnul.

A pontos tápanyag-utánpótlást a javasolt tápoldatozási recept alapján végezzük *(79. táblázat)*. A kicsepegtetett tápoldat mennyisége és összetétele a növények állapotától, a termesztőközegtől, valamint termesztőedény típusától függően változhat. Perliten történő termesztésben fajtához igazított kőgyapotos recepturát alkalmazzunk, ugyanolyan közeg EC-kel dolgozunk, csak a tápoldat EC-k magasabbak, mivel a növényeknek nagyobb a tápanyagfelvétele. Tőzeg alapú keverékekben a standard recepttől eltérően az alábbi paramétereket meg kell emelni, a tőzeg korától, minőségétől, nátriumtartalmától függően:

Foszfor: 20–80%-kal,
Kalcium: 20–50%-kal,
Magnézium: 20–30%-kal,
Vas: 20–50%-kal,
Mangán: 10–20%-kal.

Általános szabályként elmondható, hogy az öntözések kezdete tecnológiától függetlenül napkelte után 0,5–1 órával legyen, a drénvíz 1,5–2 órával az első öntözés után jelenjen meg. Az utolsó öntözés napnyugta előtt 1–2 órával fejeződjön be. A drén% tőzeges keverékekben nem mérhető pontosan, vödrönként más és más. Perlitben és kőzetgyapoton, ahol homogénebb a közeg, pontosan mérhető, és mérni is kell, értéke 20–40% között legyen vízminőségtől függően. Az egyszeri öntözési adag kb. 1–1,5 dl, minden öntözés után legyen csepegés a vödörből, ellenkező esetben káros sófelhalmozódás léphet fel.

A tojásgyümölcs talaj nélküli termesztésében is alkalmaznak oltott növényeket. Erőteljesebb gyökérrendszerük miatt az alanyok az oltványnak is erőteljesebb növekedést biztosítanak. A termesztés során ezért figyeljünk arra, hogy az oltott növények növekedése sokkal erőteljesebb, így más tápanyagreceptet igényelnek. A termesztés első szakaszában 15–20%-kal, később 10–15%-kal kevesebb nitrogént adjunk ki, és növeljük a kalcium- és a magnéziumadagot is legalább 10%-kal.

A **CO_2-trágyázás** a tojásgyümölcs esetében is kedvezően hat a növények fejlődésére, a termés minőségére és mennyiségére egyaránt, s kutatók azt is bebizonyították, hogy a koraiságot is növeli. Az adagolást, ha lehetőségünk van rá, már ültetés után elkezdhetjük. A technológia feltétele a korszerű üvegház vagy fóliasátor, precíz szellőztetőrendszerrel, klímaszabályozó automatikával és a szén-dioxid adagolására alkalmas berendezéssel. A növényházban 1000 ppm-es koncentrációt igyekezzünk tartani, az adagolást csak napfelkelte után 1–2 órával érdemes megkezdeni és napnyugta előtt legalább 2 órával befejezni.

8.6.7.4. Termés szedése, tárolása, előkészítése eladásra

A tojásgyümölcs szedése az ültetést követő 60–80. napon kezdődik. A bogyóméret iránti igény igen változó, de általában a 300–500 grammos terméseket keresik. Tavasszal hetente egyszer, nyáron hetente kétszer, télen 10–14 naponként kell a szedésről gondoskodni. Az érettséget a bogyó fajtára jellemző, erősen fényes héjszíne jelzi. Teljes érést követően a tojásgyümölcs termése gyorsan kezd puhulni. A szedést késsel vagy metszőollóval kell végezni, semmiképpen sem szabad törni, tépni, mivel így jelentősen sérülhet a növény. Szedés után osztályozni kell, figyelve arra, hogy az érzékeny bogyók ne sérüljenek.

A megfelelő szedésérettség megállapítása nehéz feladat. Az érettség biztos jele, ha a termés színe sötét és fényes. A színesedés a kocsány felőli részen kezdődik, és fokozatosan húzódik lefelé, a bibepont irányába. Legkorábban akkor lehet szedni, ha a színeződés már a bogyó felső részén látható, így leszedve, a termés szépen utóérik. Egy virágzatból fejlődött több termés esetén, az első virágból képződött termés a legnagyobb, a mellékvirágok eltávolítása tehát növeli az egyedi terméstömeget. Az így előállított termés piacosabb, jobban eladható. Túlérve a termés keseredhet, amit a terméshéj fényének elvesztése és keményedése jelez. Az értékesítést ronthatja a termés húsának szálkássága is, melynek mértéke a fajtákon különbözően jelentkezhet, de megfelelő technológiával ez elkerülhető.

A biológiai érettségben lévő tojásgyümölcs termésének tárolási ideje igen rövid. Szobahőmérsékleten már 5–6 nap után ráncosodik, így piaci értéke romlik. Jelentősebb minőségromlás nélkül körülbelül 10 napig tartható el, ha a tároló helyiség hőmérséklete 10–15 °C-os, relatív páratartalma pedig 80–85%-os. A termesztők a betakarítási időt úgy próbálják időzíteni, hogy az áru minél gyorsabban a piacra kerüljön, ez az idő egy, maximum két nap lehet. Külföldre történő szállítás esetén a frissen szedett termések a csomagolást követően klimatizált kamionokba kerülnek és a rakodás után azonnal szállíthatóvá vállnak.

8.6.8. Irodalom

Hodossi S. (1994): Tojásgyümölcs. In Balázs S. (szerk.): Zöldségtermesztők kézikönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Hodossi S. (2001): Zöldségkülönlegességek termesztési és hasznosítási lehetőségei. Primom, Nyíregyháza.

Horinka T. (1997): Tápoldatozás a kertészeti termesztésben. Kemira Kft., Hódmezővásárhely.

Terbe I. (2000): Tojásgyümölcs. In Balázs, S. (szerk.): A zöldséghajtatás kézikönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

8.7. A fejes saláta talaj nélküli termesztése

8.7.1. Termesztés története és gazdaságossága

Magyarországon, de világviszonylatban is a levélzöldségfélék közül a legnagyobb jelentőséggel bíró növényfaj a fejes saláta (*Lactuca sativa* L. var. *capitata* L.), fogyasztása és termesztése ősidőkre nyúlik vissza. Erről a legelső bizonyítékok Észak-Afrikából származnak, ahol már 2500 évvel ezelőtt széles körben fogyasztott növénynek számított. Egyiptomból Kis-Ázsián keresztül jutott el Európába, elterjedésében a hódító háborúk nagy szerepet játszottak. Olaszországból és Görögországból került az északabbra és nyugatabbra fekvő államokba, így a XV. században Angliába és Franciaországba. Feljegyzések szerint 1500 évvel ezelőtt Franciaországban alakult ki a jelenlegi, keserűanyagoktól mentes, fejet is képező formája. A fejes saláta üveg alatti termesztésével már a XVII. században is foglalkoztak a franciák, a termesztési módszert a németek és az angolok tőlük vették át, és a XIX. században mind a két ország-

ban sokfelé alkalmazták. Ennek köszönhetően a salátatermesztés olyan országokban is elterjedt, ahol a klimatikus adottságok egyébként alkalmatlanok lettek volna.

Egyes országokban az elfogyasztott zöldségféle 10%-át is meghaladja a salátafogyasztás, aminek új lendületet adott a sokirányú nemesítés és az újabb, egyre színesebb és érdekesebb fajtatípusok megjelenése. Többnyire az intenzív kertészeti gazdaságokban termesztik, rövid tenyészidejénél fogva jól beilleszthető a vetésforgóba elő- és utónövénynek. Főnövénynek ritkán ültetik. A legnagyobb termesztők a világon Kína, az Egyesült Államok, Spanyolország és Olaszország.

Magyarországon a salátatermesztés termőfelülete nem haladja meg a 400–500 ha-t, ennek több mint a fele hajtatás. Többnyire kisüzemekben termesztik, ahol a nagy kézimunkaerőt igénylő szedést meg tudják gazdaságosan oldani. Nálunk a hajtatását az olcsóbb fóliasátrakban végzik, az üvegházak beruházásánál és üzemeltetésénél jelentkező magas költségeket nem bírja el a saláta. Értékesítése nagyfokú szervezettséget, jól működő hűtő- és páraláncot igényel, különösen nyáron nehéz a forgalmazása a gyors fonnyadás, és az ebből adódó értékvesztés miatt.

A zöldségnövények talaj nélküli termesztésével már 20. század előtt is foglalkoztak a tudósok, de a technológia üzemi szintű bevezetése csak az 1970-es években kezdődött Hollandiában. Azóta egyre több módszerrel és egyre több növényfajra kísérletezik ki a megfelelő közegeket és tápoldat recepteket. Az utóbbi 10–15 évben fejlesztették ki a különböző levélzöldségek talaj nélküli termesztési módszerét is, mely az USA-ban, Ausztráliában, Új-Zélandon és az európai kontinensen (Hollandia, Olaszország) is terjed. A technológiának köszönhetően a palántából – ültetési időponttól függően – akár 30–50 nap alatt is képesek kész terméket előállítani, így létrejöhettek az úgynevezett „salátagyárak", amelyek egész évben, folyamatosan termesztenek különböző típusú frisspiaci salátatípusokat.

Magyarországon a fejes salátánál még nem honosodott meg ez a termesztési mód. Ennek oka elsősorban a technológia viszonylag nagy beruházásigényében, az ismeretanyagok hiányában és az újdonságában keresendő. A technológia ismertetése ezért szinte kizárólag külföldi irodalmi adatokra és módszerekre támaszkodik. A saláta talaj nélküli hajtatására Magyarországon még nincs kialakult rendszer. Ugyanakkor érdemes meggondolni, hogy a hazai klimatikus és piaci viszonyok között milyen talaj nélküli technológiával és milyen termesztési időszakban folytatható gazdaságos termesztés.

8.7.2. A termesztés feltételei

8.7.2.1. A technológia alkalmazásának feltételei, előnyei

A talaj nélküli salátatermesztéshez nincs feltétlenül szükség olyan nagy légterű létesítményekre, mint a fő hajtatási növények (paprika, paradicsom, uborka) esetében. Egyes országokban árnyékoló hálók alatt szabadföldön és kisebb fóliaalagutak alatt is termesztenek ilyen módszerrel salátát. Ilyenkor az ültetési és szedési időszak rövidebb, a téli hónapokban szünetel a termesztés.

Hazánkban elsősorban a kisebb légterű és egyszerűbb fóliasátrak javasolhatók a termesztéshez. A folyamatos, egész évben történő hajtatáshoz azonban elengedhetetlen feltétel a nagy légtér, a kiegyenlített klíma, fűtési rendszer és a megfelelő klíma-

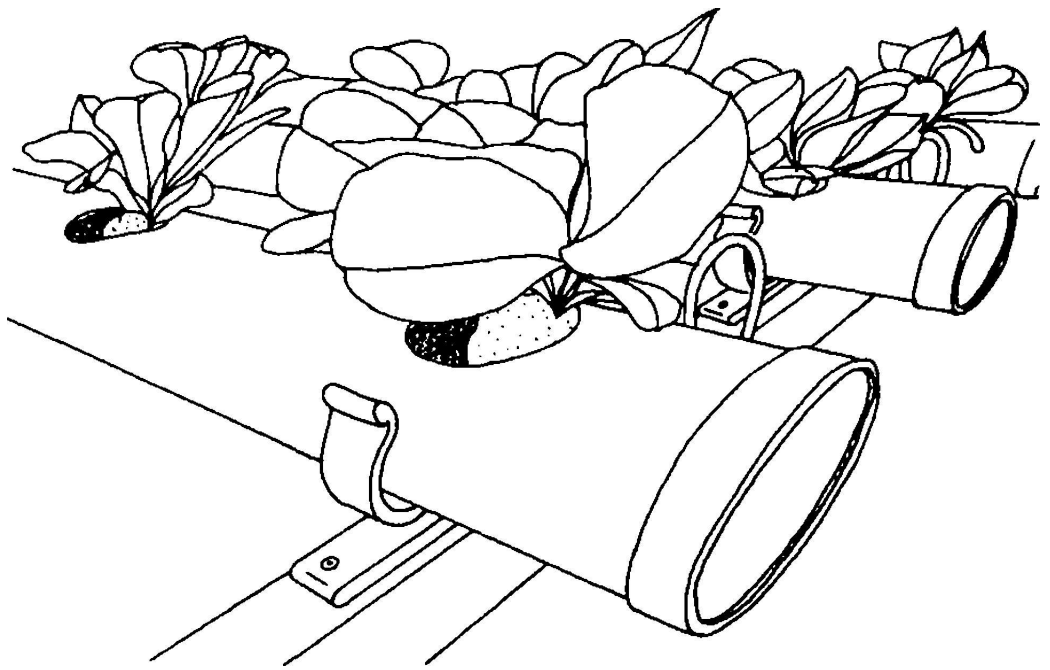
szabályozás (szellőztetés, párásítás stb.). Ilyenkor folyamatosan ültetnek és szednek az év 12 hónapjában, egy fej salátát a tavaszi-nyári időszakban akár 30–35 nap alatt is elő lehet állítani. Ezért különösen nyáron fontos a megfelelő technológiai háttér, ezt korszerű, nagyobb légterű berendezés nélkül a hazai klímaviszonyaink mellett igen nehéz biztosítani. A technológia magyarországi viszonyokra történő kidolgozása még a jövő egyik feladata.

Általános megfigyelés, hogy talaj nélküli termesztésben az intenzív körülményeknek és a pontos tápanyag-utánpótlásnak köszönhetően akár 30–50%-kal is lerövidülhet a növények tenyészideje.

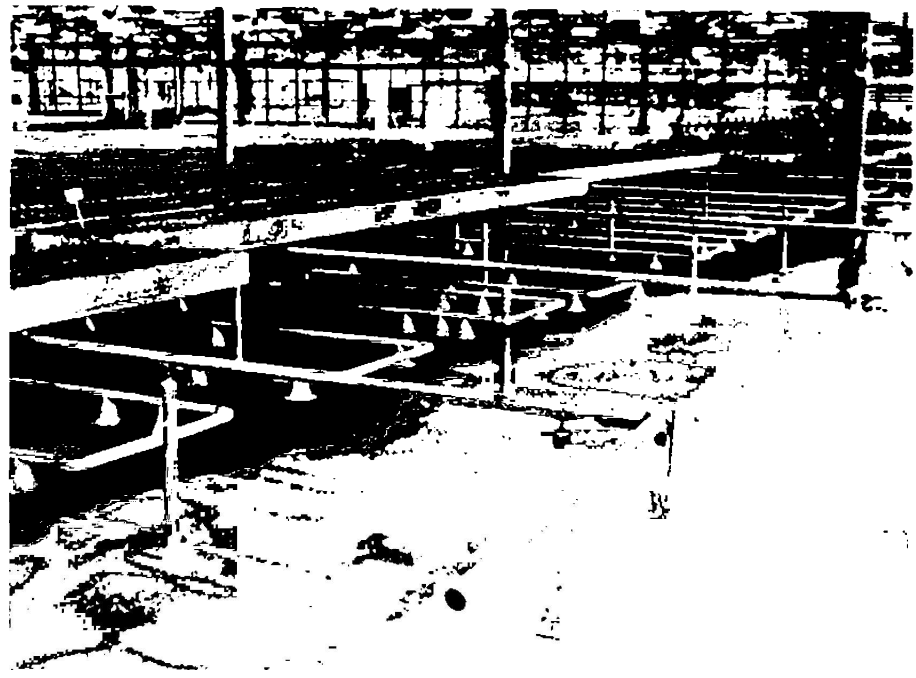
8.7.2.2. Alkalmazott rendszerek

A saláta rövid tenyészideje és viszonylag egyszerű termeszthetősége miatt gyakorlatilag bármely talaj nélküli technológiával termeszthető. Az alábbiakban részletesen csak azt a néhány termesztési technológiát ismertetjük, ami a külföldi termesztési gyakorlatban már elterjedt.

NFT (Nutrien Film Tecnology). Az egyik legjobban elterjedt talaj nélküli termesztési mód a salátánál az úgynevezett NFT módszer, melynek lényege, hogy nincs gyökérrögzítő közeg, a növények gyökere néhány milliméter vastagságú tápoldatba merül. A saláta termesztéséhez speciális csatornákat alakítanak ki, melyek keresztmetszete lehet négyszög és ovális egyaránt *(130. ábra)*. Napjainkra különböző anyagokból és igen változatos méretben készülnek ezek a termesztési rendszerek speciálisan a termesztett növényhez előre lyukasztott fedéllel. A technológia beruházási költsége ezért is magas, a csatornák ugyanakkor több mint 10 évig is használhatók. A legáltalánosabb a PVC-ből készült, fehér színű, 100×150 mm keresztmetszetű csatornák használata, melyeken a lyukakat 20–25 cm-re helyezik el egymástól. A csatornaelemek tetszőleges hosszban szerelhetők össze, így megkülönböztetünk rövid (3 m-nél rövidebb), közepes és hosszú (15–20 méter) rendszereket.



130. ábra. Salátatermesztés NFT-módszerrel (ovális keresztmetszetű csatornarendszerben)



131. ábra. Salátahajtatás asztalon *(Fotó: Dudás László)*

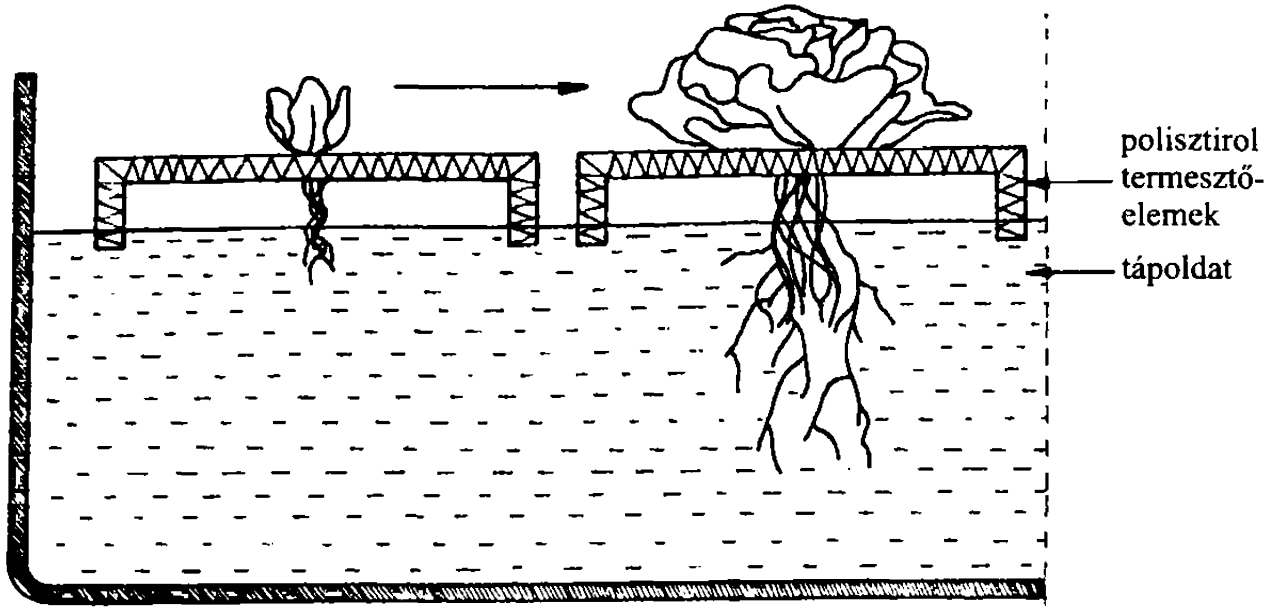
A csatornákat speciális asztalokon *(131. ábra)* vagy támberendezésen helyezik el. A helykihasználást polcos rendszerrel növelik. Ilyenkor akár 6 szintet is kialakítanak a növényházban. Ennek alkalmazásakor azonban oda kell figyelni a fényre, az alsó szintek mindig kevesebb fényhez jutnak. Az NFT technológiához ugyanakkor nagyon fontos a megfelelő lejtési szög beállítása, ezt segíti a már említett támberendezés is.

A technológia olyan szinten fejlődik, hogy egyes termesztőknél már a saláta szedése is egy menetben, teljesen automatizáltan történik. A másik fejlesztési irány a növényház kihasználásának a javítása. Ezt elsősorban különböző polcrendszerekkel és speciális elhelyezésekkel érik el. Ilyen például az úgynevezett „A-keretes" (A-frame) megoldás, ahol négyzetméterenként 40 növényt tudnak kiültetni. Ez a megoldás azonban széles körben nem tudott elterjedni, túl magas beruházási költségei miatt.

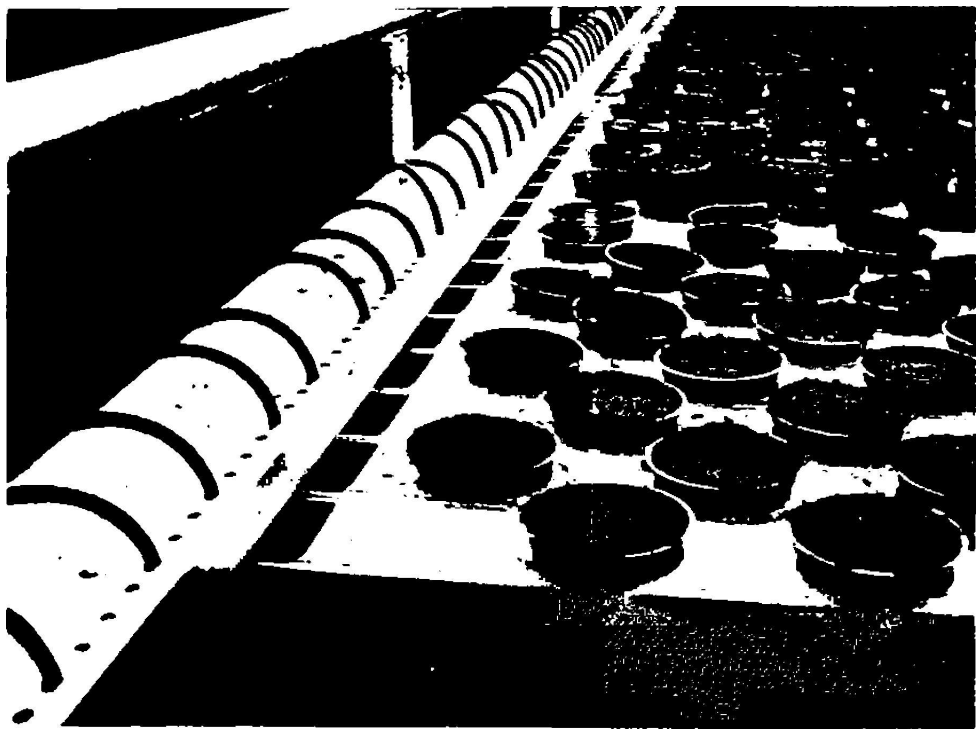
Úszó hidropóniás rendszer (Floating Hydroponics). Ennek a módszernek a lényege, hogy nagyobb ágyásokat alakítanak ki, melyeknek a mélysége 25–30 cm. Az ágyásokat feltöltik tápoldattal, a salátát pedig polisztirol (hungarocell) táblákba ültetik, így a növények szorosan egymás mellett a tápoldat tetején úsznak. Az ágyások méretét elsősorban a növényház típusa és adottságai határozzák meg.

A technológia gyakorlatilag úgy működik, mint egy futószalag. A termesztést folyamatosan végezhetjük. Az ágyások egyik végén a tápoldat tetejére helyezzük a 2–3 hetes palántákat, a másik oldalon, évszaktól függően 4–6 hétre szedjük a piacos árut. Napjainkra a technológiát már teljesen gépesítették, így a salátánál jellemző munkaerő-költségeket is sikerült lecsökkenteni. Sok előnyös tulajdonsága miatt az NFT rendszer mellett ez a másik jellemző termesztéstechnológia a saláta talaj nélküli termesztésében *(132. ábra)*.

Aggregát hidropóniás rendszerek. Amíg a támasztóközeges rendszereknek nagy jelentősége van hajtatási főnövényeink (paprika, paradicsom, uborka) esetén, addig a saláta esetében ezek kisebb jelentőséggel bírnak. A saláta gyakorlatilag bármilyen kö-



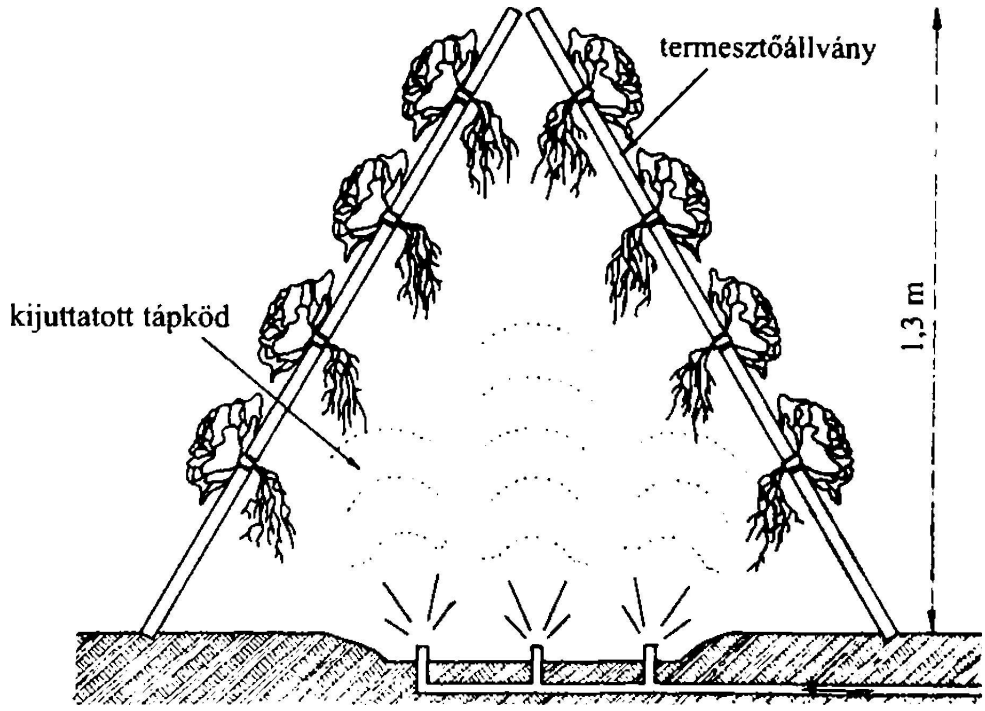
132. ábra. Az úszó hidropóniás rendszer (Floating Hydroponics) vázlata *(Morgan, 1999)*



133. ábra. Kultúraindítás tőzeges hidrokultúrás rendszerben
(Fotó: Dudás László)

zegen hajtatható: kőzetgyapoton, tőzegben *(133. ábra),* homokban, fűrészporban, perliten vagy ezek keverékein egyaránt. Ezeken a közegeken a termesztés gazdaságossága azonban erősen megkérdőjelezhető a saláta esetében, ezért a technológia nem terjedt el a termesztési gyakorlatban.

Aeropóniás rendszerek. Az aeropóniás vagy tápködkultúrás rendszerek sem terjedtek el széles körben a termesztési gyakorlatban. Ennek oka a technológia magas beruházási költsége és bonyolultsága. A rendszer lényege, hogy az előzőekben leírt módon a növényeket egy „A-keretre" (A-frame) speciális polisztirol vagy más hasonló tulajdonságokkkal rendelkező táblába helyezik úgy, hogy a gyökerek egy zárt, fénymentes



134. ábra. Az A-keretes aeropóniás rendszer működési vázlata *(Morgan, 1999)*

közegbe kerülnek, ahol 2–3 percenként néhány másodpercre finom porlasztású szórófejekkel úgynevezett tápködöt képeznek *(134. ábra)*. A rendszer előnye az igen preciz tápanyag-utánpótlás és a jó helykihasználás. Ezzel a módszerrel kétszer annyi növényt lehet kiültetni területegységre vetítve, mint a hagyományos technológiákkal.

8.7.3. Termesztési időszakok

Magyarországon a salátahajtatásban a termesztőlétesítmény fűtési szintjétől függően a következő kiültetési időpontok lehetségesek:

erősen fűtött fóliasátrak (15–20 Δt °C):	egész télen
enyhén fűtött fóliák (5–10 Δt °C):	február közepe
fűtés nélküli fóliasátrak:	március eleje
őszi hajtatás fűtés nélkül:	szeptember eleje – közepe
őszi hajtatás enyhe fűtéssel(5–10 Δt °C):	szeptember vége – október eleje

Talaj nélküli termesztéssel az erősen fűtött fóliasátrakban gyakorlatilag folyamatosan termeszthető a saláta. Fűtés nélküli berendezésekben biztonsággal csak március elejétől október végéig végezhető a termesztés.

8.7.4. Termesztett típusok, fajták jellemzői, a választás szempontjai

A salátatermesztés egyik meghatározó tényezője a fajta, melyet a termesztési időszaknak megfelelően kell megválasztani. A fajtaválasztás szempontjai nem különböznek a hagyományos termesztési módszereknél ismert tulajdonságoktól. Hajtatási időszak szerint a következő felosztást tehetjük: őszi, téli, tavaszi;

– szabadföld: tavasz, nyár, ősz.

Legfontosabb fajtabélyegek:

Morfológiai bélyegek:

- levél: külső levelek száma, levelek állása, alakja, vastagsága, színe, széle
- fej: alakja, mérete (nagy: 400g <; közepes: 300–400 g; kicsi: < 300g), állománya, torzsa nagysága

Biológiai tulajdonságok:

- tenyészidő hossza (rövid: < 50 nap; közepes: 50–70 nap; hosszú: 70 nap <),
- ellenálló képesség: hidegtűrés, betegség (vírus, peronoszpóra, levélbarnulás),
- termőképesség,
- felmagzási hajlam,
- beltartalmi értékek.

A hajtatási fajtákkal szembeni követelmény, hogy gyenge megvilágításban is fejet képezzenek, míg a szabadföldi fajtáknál, hogy hosszúnappalos körülmények között későn menjenek magszárba. A fajták felcserélése a termesztés sikerét veszélyeztetheti, mivel a szabadföldi (nyári) fajták a hajtatásban (rövidnappalos körülmények között) nem fejesednek be, a hajtatófajták pedig nyáron (hosszúnappalos körülmények között) magszárba mennek.

A fejes salátával kapcsolatban Magyarországon támasztott fogyasztói igények a következők:

- sárgászöld, „szőke" levélszín,
- vékony levél,
- nagy fej,
- a fej takaróleveleinek jó átfedése, tömött fej,
- erősen záródó, széles alap.

A sárgászöldtől a sötétzöldig változhat a fejes saláta levélszíne. Bár nálunk a sárgászöld típus kedvelt, de az utóbbi időben a méret került előtérbe és csak azt követi a szín. A fejes salátát többnyire savanyúságként fogyasztjuk, ahol a „szőke" szín jól mutat. Azonban házilag készített salátakeverékekben a sötétebb színű fajták erősebb zöld színe a többi összetevő mellett esztétikailag jobb hatást kelt, mint egy sápadt világoszöld szín. Üzemi méretekben a salátakeverékek alapanyaga a jégsaláta, mind színe, mind levélszerkezete miatt. Ezenkívül a sötétebb színű fajtáknak a betegség ellenállósága is jobb.

A fogyasztók a vékony levelű fajtákat kedvelik, de mivel ezek hamar összeesnek, a kereskedők a vastagabb levelűeket helyezik előtérbe. Ezek előnye, hogy egy-két napig tárolhatók és jobban szállíthatók.

Fejnagyság tekintetében egyre inkább a nagyobb fejűeket (300–400 g) keresi a piac, nemcsak ősszel, de a tél végi – tavaszi időszakban is. Fontos követelmény a hazai piacon a fej zártsága és tömöttsége, bár ezek a fajták érzékenyebbek az élettani betegségekre. Külföldön zárt fejű, de kevésbé szoros átfedésű fajtákat termesztenek.

Azok a fajták, melyek alapja jól záródik, a botrítiszes, szklerotíniás betegségeknek jobban ellenállnak. A széles alap az ún. ládatöltő fajták sajátja, mely fajtákat mind a kereskedők, mind a termelők igen kedvelnek.

A nemesítés sokat lépett előre, hiszen az utóbbi években állami elismerésre került fajták legtöbbje teljes peronoszpóra elleni rezisztenciával rendelkezik. A teljes rezisztencia az utóbbi években a 1–27 rasszok elleni védelmet jelentette. Várható azonban új rasszok megjelenése.

Az úgynevezett salátakülönlegességeknek (színes levelű, hólyagos felületű, szeldelt stb.) nálunk nincs nagy piaca, bár a csomagolt salátakeverékek fontos alapanyagai, de a friss piac kevéssé ismeri őket, a fogyasztók sem keresik, többnyire éttermek és szállodák vásárolják hideg- és melegtálak díszítésére. A világon a talaj nélküli termesztésben nemcsak a klasszikus vajfej salátát és a jégsalátát hajtatják, más típusok is népszerűek: a batávia, a római saláta, a tölgylevelű változatok, lolo rossa (vörös) és a lolo bionda (sárga) változatok.

8.7.5. Biológiai igények

8.7.5.1. Hőmérséklet

A fejes saláta hidegtűrő növény, termésképzés idején a 16 °C-ot tekintjük hőmérsékleti optimumának. A hajtatásban az eredményes termesztés egyik alapvető kritériuma a pontos hőmérséklettartás, ezért a fejes salátát gyakran, mint hőérzékeny növényt is emlegetik. A hőmérséklet jelentős mértékben kihat a tenyészidő hosszúságára, a termés minőségére és mindenek előtt a fejsúlyra.

Csírázása már 2–3 °C-on megindul, optimálisnak a 12–15 °C közötti, egyes fajták esetében 1–2 °C-kal magasabb hőmérséklet tekinthető. A nagy meleg kifejezetten hátráltatja a kelést, 30 °C feletti hőmérsékleten a csírázás vontatottá válik, esetenként a mag teljesen el is fekszik. A levélzet 4–5 °C-on, gyökerei 6–7 °C-on indulnak növekedésnek. A hideget legjobban az egy-két leveles fejlettségű növény viseli el, ez az érték a tavaszi és őszi fajtáknál –4, –5 °C. Fejesedés idején érzékeny a hidegre. A tartósan alacsony, fagy körüli hőmérséklet több fajta esetében antociánosodást válthat ki, a levelek elszíneződése a hőmérséklet emelkedésével megszűnik.

Hőmérsékletigényét a fajtán kívül nagymértékben meghatározzák a nappali fényviszonyok. Erősebb napsütés esetén a hőoptimuma nagyobb, ezért a termesztéstechnológiai ajánlásokban a hőigényt a fényviszonyok függvényében adják meg.

8.7.5.2. Fény

Fényigénye nagy, intenzív fényviszonyokat igényel, a félárnyékot, köztes termesztést nem viseli el. A generatív szakaszban minden fajta esetében a zavartalan fejlődéséhez intenzív megvilágításra van szükség, ugyanakkor a fejképzés időszakában ilyen vonatkozásban jelentős különbség van, a hajtató fajták gyengébb fényviszonyok között is jól fejesednek, a nyári szabadföldi fajták ebben a fázisban is intenzív fényviszonyokat igényelnek. A fejes saláta fejesedéséhez megközelítőleg 3000–4000 lux szükséges, azaz 30–40 W/m^2.

A megvilágítás időtartamát illetően is igen jelentős a fajták közötti különbség. Vannak, melyek 12–14 órán túli megvilágítás hatására már magszárat fejlesztenek, ilyenek a hajtató saláták, a nyári fajták ennél hosszabb napszakot, 14–16 órát is elviselnek anélkül, hogy jarovizálódnának.

A fény hiánya nálunk többnyire a téli hónapokban fordul elő, tavasszal és ősszel ritkán, csak erősen szennyezett üveg alatt vagy elöregedett, fényáteresztő képességét elvesztett, kettős takarású fóliák alatt. Ilyenkor a palánták megnyúlnak, rossz a fejese-

dés, laza fejek fejlődnek, fokozottan érzékennyé válik a növény a betegségekre. A kedvezőtlen fényviszonyok között kisebb a lombtömeg-növekedés, ebből következően kisebb a termésmennyiség, és a tenyészidőszak is jelentős mértékben megnövekszik.

A fény összetétele is befolyásolja a saláta növekedését. A fóliák alatt, ahol több a kék és kevesebb a vörös színtartomány, valamivel zömökebb növények fejlődnek, míg az üveg alatt, ahol az infravörös és vörös fény aránya nagyobb a kékhez képest, megnyúltabb, és lazább szövetrendszerű lombozat alakul ki.

8.7.5.3. Víz és páratartalom

A salátát nem soroljuk a nagy vízigényű növények közé. A termésképzéséhez felhasznált vízmennyiség jelentős mértékben változik az alkalmazott termesztési módtól (pl. szaporítási mód) és a termesztés időpontjától *(80. táblázat)*.

A növény vízfelhasználása a tenyészidő folyamán is változik, a lombozat növekedésével egyre több vizet párologtat el és épít be szervezetébe. Kezdetben, a fejesedésig kisebb vízadagok mellett is jól fejlődik a növény, míg a fejesedés kezdetétől a tenyészidő végéig több vizet kíván.

A levegő alacsony vagy magas páratartalma a termésképződésen túl több fertőző és élettani betegség kialakulását is befolyásolja. A fejes saláta nagyon érzékenyen reagál a levegő páratartalmára, illetve annak változására. A magas, 90% feletti nedvességtartalom kétféle élettani betegséget is kiválthat, az üvegesedést és a lágy levélszél barnulást. Az üvegesedéskor vagy ahogy a termesztők nevezik „jegecesedés" alkalmával a salátafej megszívja magát vízzel, a teteje üvegszerű lesz. Az ilyen termés vágás után gyorsan hervadásnak indul, nem bírja a szállítást, betegségekre különösen érzékennyé válik, és könnyen felreped. A magas páratartalom másik gyakori tünete a lágy vagy más néven belső levélszélbarnulás. A belső, fiatal levelek szélén barna, rothadásszerű, 4–8 mm széles csík képződik. Gyakran nehezen látható, ugyanis a fejesedés megindulása után a külső levelek eltakarják. Megjelenése a téli és kora tavaszi,

80. táblázat. A fejes saláta vízigényének változása a fényviszonyok függvényében (Geissler, 1999 nyomán)

Hónap	Felhasznált vízmennyiség (l/m^2/hónap)
Január	19
Február	39
Március	43
Április	84
Május	84
Szeptember	42
Október	37
November	21
December	19

fényszegény hónapokban várható, ha keveset szellőztetnek, és a páratartalom tartósan 90% felett van. Szellőzőktől, ajtóktól távolabb eső részeken jelenik meg először. A beteg növényben ilyenkor nagyon alacsony a kalciumszint.

A túl alacsony páratartalomnak is van jellegzetes élettani betegsége, amely az idősebb leveleken mutatkozik először. A száraz vagy külső levélszélbarnulás alkalmával kezdetben az idősebb levelek szélén apró, tűszúrásszerű szövetelhalások képződnek, majd idővel ezek egyre nagyobbak lesznek, összeérnek, és egy száraz, 5–10 mm szélességű csíkot alkotnak. A betegség akkor jelentkezik, ha tartósan alacsony a páratartalom vagy ha hirtelen lecsökken. Ez akkor fordul elő, ha borús időt követően kisüt a nap, erősen kiszellőztetik a fóliasátrat, és néhány perc alatt a páratartalom 50% körüli értékre esik.

A saláta számára a 70%-os relatív páratartalom mondható optimálisnak, ilyen telítettség mellett leggyorsabb a növekedés üteme. A gombás és baktériumos betegségek elszaporodása számára az ennél párásabb környezet kedvez.

8.7.5.4. Tápanyag

A saláta a közeg sótartalmára és a növényi toxikus anyagra különösen érzékeny. Tápanyag-igénye más zöldségnövényhez hasonlítva (pl. paradicsom, uborka) alacsonynak mondható. Ugyanakkor figyelembe kell venni azt, hogy a viszonylag kevés tápanyagot meglehetősen rövid idő alatt veszi fel a talajból (a szükséges tápanyagmennyiséget rövid idő alatt kell a növény számára biztosítani), így könnyen felvehető tápanyagokat igényel, és sóérzékenysége miatt nem lehet magas az alkalmazott közeg tápanyagszintje sem.

A levélzöldségféléknek különösen fontos tápanyaga a nitrogén, a nagy levéltömeg fejlesztéséhez elsősorban ebből a tápelemből van szükség nagyobb mennyiségre. Hiánya viszonylag gyorsan és szembetűnő módon jelentkezik. Nitrogénhiány esetén a külső, idősebb levelek halványak maradnak, súlyosabb esetben kisárgulnak, esetleg érközötti klorózist mutatnak. A tünetek a levél széle irányából a levélnyél felé húzódnak.

A levélzöldségek nem kifejezetten foszforigényes növények. A súlyos hiány viszont jól felismerhető tüneteket okoz. Az alsó levelek előbb sötétzöld, majd később barnászöld, vöröseszöld elszíneződésűek lesznek. A növény fejletlen, gyökérzete csökött. A tünetek idővel átterjednek a középső, súlyos esetben a fiatal levelekre is. A foszforhiány tünetei leggyakrabban tőzeges tápkockában történő palántanevelés során figyelhetők meg.

A kálium jelentős mértékben fokozza a fejes saláta hidegtűrő képességét és betegségellenállóságát. Hiányának tünetei sárgulás formájában először az idősebb leveleken jelennek meg. Kezdetben csak a levélerek közötti szövetrészek sárgulnak ki, majd egy idő után a vékonyabb erek is. A vastagabb levélerek végig zöldek maradnak, még akkor is, amikor már a levéllemezen megindul a nekrózis. Ettől a levélnek egy jellegzetes, csíkos színezete alakul ki, ami könnyen megkülönböztethető a nitrogénhiánytól.

A magnéziumhiány rendszerint csak a legidősebb leveleken figyelhető meg, könnyen összetéveszthető a káliumhiánnyal. Amiben különbözik, az a klorózis színárnyalata: míg a káliumhiány világossárga, addig a magnéziumhiány narancssárga vagy vöröses tónust mutat.

81. táblázat. A fejes saláta által hasznosított tápanyagmennyiség különböző terméssszintek esetén

Termés-mennyiség (kg/m^2)	Összes lombtömeg (kg/m^2)	Tápanyagok mennyisége (g/m^2)				
		nitrogén	foszfor	kálium	kalcium	magnézium
2,0	2,2	5,0	1,7	9,0	2,1	0,7
2,5	2,8	6,0	2,3	10,8	2,8	0,9
3,0	3,4	7,5	2,9	12,6	3,5	1,2
3,5	4,0	8,5	3,4	14,4	4,2	1,4
4,0	4,6	3,4	4,0	16,3	2,9	1,7

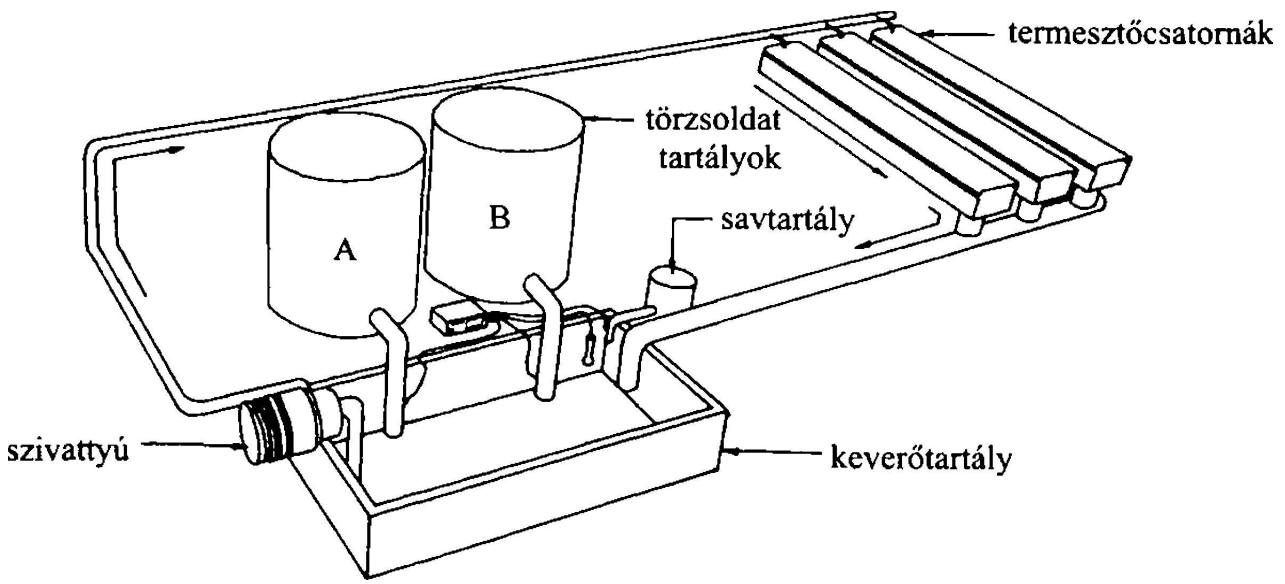
A mészhiánybetegségek (pl. levélszélbarnulás betegségek) többnyire a kalcium felvételének zavarából adódnak, ezért kezelésük is inkább a környezeti tényezők megváltoztatásával a leghatásosabb.

A tápanyagok felvételének dinamikája a lombnövekedés ütemét követi. Kezdetben lassan növekvő tendenciát mutat, majd a fejképződés idején hirtelen felgyorsul, ezt követően a felvétel növekedésének üteme lassul. A tápanyagfelvétel nagysága a termésmennyiséggel mutat szoros korrelációt *(81. táblázat).*

8.7.6. A termesztés technológiája

8.7.6.1. Terület előkészítése

A létesítmény előkészítése az állványos vagy asztalos NFT módszer telepítése esetén más talaj nélküli termesztési rendszerekhez hasonlóan a terület pontos kiegyenlítésével kezdődik, amit az egész terület fehér fóliával történő lefedése követ, amely visszaverve a fényt világosabbá teszi a hajtatóházat. Ezt követően kerülnek kihelyezésre az állványok, majd összeszerelik a csatornákat és beállítják a megfelelő lejtést. Összeállítják az öntözési rendszert, amelyet pontos számítások előznek meg *(135. ábra).*



135. ábra. Az NFT rendszer működési vázlata *(Morgan, 1999 nyomán)*

Először a csatornák hosszát és a lejtés szögét határozzák meg, majd ehhez a megfelelően méretezett drénelvezetők hosszát. Erre azért van szükség, hogy a gyökérzetnek elegendő hely jusson, ne maradjon pangó víz a csatornákban, ugyanakkor állandó legyen a tápoldat áramlási sebessége a rendszer teljes felületén. A termesztési gyakorlatban általában 40 méternél hosszabb csatornákat már nem használnak, leggyakrabban 30 méternél rövidebb szakaszokra osztják a területet.

Első lépésben a tápoldat mennyisége könnyen meghatározható ezzel az egyszerű képlettel:

$$V = 1000 \times L \times W \times D,$$

ahol: V: a csatornában a tápoldat mennyisége vízszintes csatornák esetén (l)
L: csatorna hossza (m)
W: csatorna szélessége (m)
D: tápoldat mélysége a csatornában (m)

Példa: 20 méter hosszú, 10 cm széles csatornát, 2 mm tápoldatfilmmel tervezve a szükséges tápoldatmennyiség, a fenti képletbe behelyettesítve: $V = 1000 \times 20 \times 0{,}1 \times \times 0{,}002 = 4$ liter, ami 1 liter/perces átfolyással számítva 4 perc alatt tölti fel a csatornát a megfelelő szintre (vízszintes csatornák esetén).

A lejtésszög beállításánál vegyük figyelembe, hogy minél nagyobb a lejtés, annál nagyobb az átfolyás és annál kisebb a tápoldatfilm vastagsága. Ugyanakkor az oxigénellátás így növelhető a gyökérzónában. Minél kisebb a beállított lejtési szög, annál kisebb az átfolyási sebesség, és annál vastagabb a tápoldatfilm a csatornában.

A következő lépésben tervezzük meg a drénelvezető csövek átmérőjét. Ehhez az alábbi képletet használjuk:

$$\text{Drénvezeték átmérője } (m^2) = 1{,}2^* \times (V/1000 \times n)/l,$$

ahol: V: a csatornában a tápoldat mennyisége vízszintes csatornák esetén (liter)
n: csatornák száma drénvezetékenként (db)
l: drénvezetékek hossza (méter)
*: 20% tartalékkal számolva, hogy minden esetben el tudjuk vezetni a felesleges tápoldatot.

A következő lépés ezek után a keverőtartály méretének meghatározása. Érdemes alapesetben legalább 50%-kal túltervezni a tartály méretét. A legtöbb termesztő azonban ennél is nagyobb keverőtartályokkal dolgozik. Ilyenkor a rendszer teljes feltöltöttsége esetén is legfeljebb félig ürülhet csak ki a tartály. Erre a tartalékra (pufferre) a kiegyenlített tápoldatadagolás miatt van szükség. Minél kisebb a tartály, annál nagyobb mértékű változások állhatnak be a tápoldat összetételében, esetleg töménységében. Így sokkal gyakrabban kell módosítani a tápoldatot.

A tartályt a tervezés után a talajfelszín alatt kell elhelyeznünk, hogy biztosítani tudjuk a zárt rendszerben visszaáramló tápoldatnak a megfelelő lejtési szöget, és fel tudjuk tölteni oxigénnel a „használt" tápoldatot.

$$\text{Minimális tartályméret (l)} = 2000 \times N \times L \times W \times D + L_1 \times (d_1 \times 0{,}5)^2 \times 3{,}14 + L_2 \times (d_2 \times 0{,}5)^2 \times 3{,}14 + L_3 \times (d_3 \times 0{,}5)^2 \times 3{,}14$$

ahol: N: csatornák száma (db)
L: csatornák hossza (m)
W: csatorna szélessége (m)
D: tápoldat mélysége a csatornában (m)
L_1: adagolócső hossza (m)
d_1: adagolócső belső átmérője (m)
$L_{2,3}$ és $d_{2,3}$: ha más méretű adagolócsövek is vannak a hálózatban (m)

A fenti képlethez a tervezésnél még érdemes a drénvezetékekben lévő tápoldat mennyiségét is hozzászámolni, amelyet a következő képlettel számolunk ki:

$$\text{Tápoldat mennyisége a drénvezetékekben (l)} = (L_c \times W_c \times D_c)/1000,$$

ahol: L_c: drénvezetékek hoszza (m)
W_c: drénvezeték szélessége (m)
Dc: tápoldat „mélysége" a drénvezetékben (m)

Végül, ha a szükséges adatokat megkaptuk, már csak a megfelelő teljesítménynyel rendelkező szivattyút válasszuk ki a rendszerhez, amely teljesen egyenletes vízáramot biztosít. Helyezzük el a törzsoldattartályokat, a savtartályt, és a pontos EC- és pH-méréshez szükséges szenzorokat. Lehetőség szerint a rendszerhez megfelelő, a tápoldat keverését és adagolását szabályozó és vezérlő automatikát is telepítsünk *(135. ábra)*.

A folyamatos, egész éves termesztés szinte lehetetlen az öntözővíz kezelése, fertőtlenítése, zárt rendszerekben pedig a tápoldat rendszeres fertőtlenítése és szűrése nélkül. A szűrésre általában a különböző szennyeződések, növénymaradványok, algák, rovarok miatt van szükség, főleg zárt rendszerek esetén. Ehhez számos módszer áll rendelkezésre, ugyanakkor érdemes megjegyezni, hogy többnyire igen nagy költséggel működtethetők. A külföldi termesztési gyakorlatban alkalmazott módszerek: UV-sugárzással történő fertőtlenítés, klórozás, mikroszűrés, ózonos kezelés és a fordított ozmózisos eljárás (csak öntözővíz esetén).

8.7.6.2. Ültetés

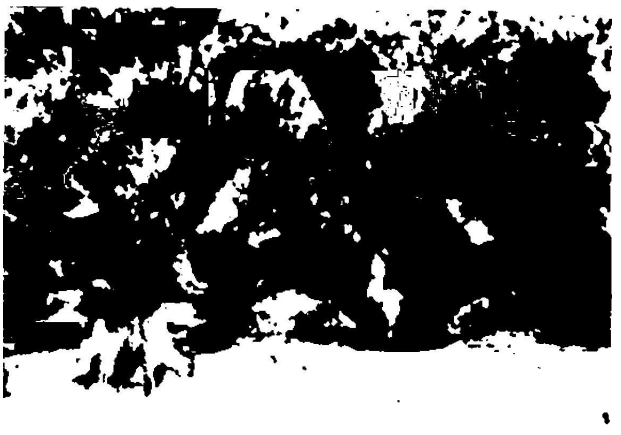
Az ültetésre vagy kihelyezésre akkor kerül sor, ha a palánták elérték a megfelelő fejlettséget. Erre a termesztési időszaktól és a palántanevelés módszerétől függően 20–30 nap után kerül sor. Az állománysűrűség mindig a termesztett fajtatípustól, vagy fajtától, az alkalmazott termesztési rendszertől és az ültetés időpontjától függ.

Egyszintes rendszerekben általában 10–16 növényt (25–35 cm × 25–35 cm), ültetünk négyzetméterenként.

A többszintes, polcos hajtatásnál tovább növelhető a területegységre vetített tőszám. Ebben az esetben figyeljünk oda, hogy az alsóbb szintekre általában kevesebb fény jut, ezért itt ültessük ritkábbra a növényeket. Ha különböző fajtatípusokat hajtatunk, akkor a színes levelű fajták mindig kerüljenek a világosabb felső polcokra, a világoszöld levelű növényeket ültethetjük alulra, a vörös levelű fajták színének kialakulásához ugyanis nagyobb fényintenzitásra van szükség.

A hagyományosnak mon at va e saláták esetében a hazai termesztési gyakorlatban jól bevált növényszám a 18–20 db/m^2.

Ettől a talaj nélküli technológiáknál sem érdemes eltérni. A sűrűbb ültetés következtében kisebb fejeket terem a saláta és csökken a koraiság is, ugyanakkor gyorsabban fellépnek olyan gombás ete ég k, mi b i z, i elle sűrű állomány esetén szinte lehetetlen védekezni.



136. ábra. Az azonos fejlettségű salátapalánták később is egyforma ütemben fejlődnek *(Fotó: Dudás László)*

A folyamatos és egyenletes növekedés elősegítése érdekében lehetőség szerint válogatott, közel azonos fejlettségű palántákat ültessünk ki. Betakarításkor így egy, de legfeljebb két menetben leszedhető az állomány *(136. ábra)*.

8.7.6.3. Ápolási munkák

A gyors fejlődés és a jó minőség alapvető feltétele a fényviszonyoktól függő hőmérséklet- és páratartalom-szabályozás *(82. táblázat)*. Az optimálisnál alacsonyabb hőmérsékleten lelassul a növekedés, elhúzódik a tenyészidő, magasabb hőmérsékleten nagyobb levelek, lazább fejek képződnek, romlik a minőség.

A téli hónapokban a megfelelő hőmérsékletet fűtéssel, a nyári időszakban pontos klímaszabályozással, árnyékolással és okszerű szellőztetéssel tudjuk tartani. Nagyon fontos, hogy mindig a fényintenzitásnak megfelelő hőmérsékleti értékeket tartsunk a növényházban. A saláta fényigénye kisebb, mint más hajtatási kultúráké (pl.: paprika, paradicsom), ezért különösen nyári hónapokban érdemes árnyékolással csökkenteni a berendezés hőmérsékletét.

A vízkultúrás salátatermesztésben nagyon fontos a légtérszabályozás mellett a kijuttatott tápoldat hőmérséklete is, különösen igaz ez az NFT technológiával hajtatott

82. táblázat. A léghőmérséklet szabályozása a fejes saláta hajtatása során (°C) (Terbe, 2000 nyomán)

Hónap	Napos idő esetén		Borús idő esetén	
	nappal	éjjel	nappal	éjjel
Január	16–18	6–8	10–12	4–6
Február	18–20	6–8	12–14	4–6
Március	20–22	8–10	14–16	5–8
Április	22–25	8–12	16–18	6–10
Október	16–18	8–10	10–12	6–8
November	14–16	6–8	8–10	4–6
December	12–14	4–6	8–10	4–6

növényeknél, ahol a gyökerek közvetlen a tápoldatban helyezkednek el. A tápoldat hőmérsékletét igyekezzünk 15 °C és 22 °C között tartani.

A berendezés légterének páratartalom-szabályozása külön odafigyelést igényel. Próbáljuk a levegő relatív páratartalmát 70 és 80% között tartani. Ennek érdekében szükséges lehet a napjában 1–4 alkalommal végzett 1–2 mm-es adagú párásító öntözés. Ilyenkor is ügyeljünk arra, hogy a levélzet minél gyorsabban felszáradjon, így elkerülhetjük a különböző gombás betegségek fellépését.

A vízkultúrás rendszerekben az egyik legfontosabb ápolási munka a tápanyagok biztosítása a növények számára. Nem lehet általános receptet alkalmazni minden egyes fajtatípusra és termesztési időszakra. A standard receptből kiindulva ezt folyamatosan ellenőrizni és a növények állapotából következtetve szükség szerint módosítani kell. A legtöbb termesztő a *83. táblázat* határértékei szerint állítja össze a kijuttatandó tápoldatot.

83. táblázat. A fejes salátánál a termesztők által leggyakrabban használt tápoldatok határértékei és a standard recept összetétele (Morgan, 1999 nyomán)

Tápanyagok	Mennyiség (mg/liter)	Standard tápoldat (mg/liter)
Nitrogén	100–200	206
Foszfor	15–90	52
Kálium	80–350	247
Kalcium	122–220	186
Magnézium	26–96	52
Vas	5–10	6,5
Mangán	0,5–1,0	1,92
Cink	0,5–2,5	0,25
Réz	0,1–1,0	0,07
Bór	0,4–1,5	0,7
Molibdén	0,5–1,0	0,05

A táblázatban jól látható, hogy igen széles tartományban változnak a kijuttatott mennyiségek. Ennek oka elsősorban az eltérő vízminőség és a termesztett fajtatípusokból eredő különbségek. A vörösre színesedő fajták és a jégsaláták például sokkal magasabb káliumszintet igényelnek, mint más fajtatípusok. A megfelelő receptet ezért csak az öntözővíz részletes vizsgálata, a termelt fajtatípus és az ültetési időszak függvényében állítsuk össze *(84. táblázat)*.

Az EC- és pH-szabályozással a növények növekedését, minőségét és a színesedést is nagymértékben befolyásolhatjuk. A salátánál a javasolt pH-érték 5,5–6,1 közötti, tartomány ettől nagymértékben nem ajánlott eltérni. A tartomány felett vagy alatt egyes tápelemek felvétele nehézkessé válhat, szélsőséges esetben a felvétel meg is szűnik és hiánytünetek lépnek fel.

A saláta sóérzékeny növény, ezért a tápoldat EC-szintjének beállítása nagy odafigyelést igényel. A túl magas EC-értékek hatására a levelek megkeményednek, színük

84. táblázat. Standard tápoldat recept fejes salátára NFT-technológiában (fordított ozmózissal kezelt víz esetén) *(Morgan, 1999 nyomán)*

Törzsoldat összetevők (100× higítással)	Összetevők mennyisége (g/100 l)
A tartály	
Kalcium nitrát	9294
Kálium nitrát	2384
Vas EDTA (13%)	500
B tartály	
Kálium nitrát	2384
Mono kálium foszfát	2453
Magnézium szulfát	5256
Mangán szulfát	80
Cink szulfát	11
Bórsav	39
Réz szulfát	3
Ammónium molibdenát	1

sötétebb lesz, szélsőséges esetekben a levelek széle is megbarnulhat, töredezhet. A saláta számára NFT kultúrában az 1,2–2,2 mS/cm EC-tartományt javasolják a kutatók. A pontos értéket nagymértékben befolyásolják a termesztési körülmények és a fajta. Fényszegény időszakokban inkább magasabb (1,8–2,0 mS/cm), nyáron alacsonyabb értékre (1,2–1,6 mS/cm) állítsuk be a tápoldat töménységét. A vörös színű fajták és a jégsaláta termesztésekor vegyük figyelembe, hogy ezek a típusok kevésbé sóérzékenyek. A nálunk termesztett típusoknál azonban érdemes még tovább csökkenteni a fent megadott értékeket, a nyári időszakban akár az 1,0 mS/cm érték alá.

A tápoldat összetétele mellett igen fontos az NFT technológiánál az átfolyás sebessége. Erre megint számos értéket írnak le a külföldi szakirodalmak. A gyakorlatban a salátánál 1,2–2 liter/perc a javasolható. Az átfolyást azonban nem érdemes nagymértékben növelni. Kutatások bebizonyították, hogy 2 és 12 liter/perc között a növelve az átfolyást, lassul a növekedés és romlik a minőség. A kutatás szerint a salátánál az optimum 2 és 6 liter/perc között van.

Az NFT rendszerekben nagyon fontos a tápoldatban oldott oxigén mennyisége. Minél magasabb a hőmérséklet, annál több oxigénre van szükség a tápoldatban. Ezzel a problémával csak zárt rendszerekben kell számolnunk, ahol a növények, mire a csatornák végéhez ér a tápoldat, elfogyasztják az oxigént. A megfelelő oxigénszintet a tápoldatban ilyenkor egyszerű módon pótolhatjuk. A tartályba történő visszavezetésnél a drénvizet legalább 0,2–0,5 m magasról engedjük bele a tartályba. Ez elegendő a hiányzó oxigén pótlására. Minél nagyobb az esési magasság, annál több oxigént juttathatunk vissza a tápoldatba.

A levegő szén-dioxid-koncentrációja jelentős mértékben befolyásolja a fejek növekedését. Szellőztetés hiányában nemcsak a páratartalom emelkedik a nemkívánt szintre, az oxigén is felgyülemlik, és a szén-dioxid elfogy, aminek következtében az asszimiláció előbb lelassul, majd fokozatosan leáll. Az elfogyott szén-dioxidot pótolhatjuk a levegő cseréjével (szellőztetés) és mesterséges úton, iparilag előállított szén-dioxid bevezetésével. A szén-dioxid mesterséges pótlása esetén a 600–1200 ppm-es koncentráció jótékony hatással van a növekedésre és a fejméretre, ugyanakkor magas költsége miatt a salátahajtatási gyakorlatban nemigen alkalmazzák.

8.7.6.4. Termés szedése, tárolása, előkészítése eladásra

A fejes saláta betakarítását akkor kezdjük el, amikor a fejek keménysége kézzel jól kitapintható. A kifejlett termések szedésével tavasszal nem lehet sokat várni, mert a hosszú nappalok hatására gyorsan megindul a magszárképződés. A téli, kora tavaszi időszakban már kisebb fejátlagtömegnél (300 gramm) megkezdhető a szedés, késő tavasszal a nagyobb fejeket igényli a piac (350–400 gramm).

Nálunk a salátát a hagyományos talajos termesztésben két-három menetben vágják, mert az egyenetlen állomány következtében az érés nem egyszerre történik. Így a második és harmadik szedések alkalmával mindig jelentős mennyiségű (3–5%) az olyan termés, ami a vágás alkalmával megsérül, amit összetaposnak. Talaj nélküli termesztésben az egyenletes tápanyag-ellátás és megfelelő klímaszabályozás mellett a betakarítás csökkenthető 1–2 menetre. Az asztalokon történő elhelyezés esetén pedig taposási kárral sem kell számolnunk. Gépi betakarítással a szedés kizárólag egy menetben végezhető.

137. ábra. Cserepes saláta csomagolása *(Fotó: Dudás László)*

A szedést általában a kora reggeli órákban kezdjük. Míg talajos termesztésben vágáskor a fejet a közeg felett kb. 1 cm magasan elvágjuk, leválasztva a gyökeret, addig a talaj nélküli termesztésben gyökérrel együtt is szedhetjük a salátát. A tápoldatból való kiszedés után a gyökeret összekötik, majd a fejet becsomagolják speciális perforált polietilén zacskóba vagy celofánba úgy, hogy a csomagolóanyagot gumival rögzítik a gyökér fölött. Cserepes termesztésnél a növényeket cseréppel együtt értékesítik, celofánba csomagolva *(137. ábra)*. Ezeknek a módszernek az előnye, hogy a saláta jobban bírja a szállítást és hosszabb ideig tárolható. A talaj nélküli termesztésnek köszönhetően pedig a leve e g l.

Ha szedéskor a gyökeret eltávolítjuk, abban az esetben levágott és lepucolt fe-

jeket azonnal torzsával felfelé, papírral bélelt ládába rakjuk. A vágási felületen megjelenő tejnedvet gyenge vízsugárral mossuk le, különben a levegő hatására gyorsan megfeketedik és kellemetlen, öreg, piszkos termés benyomását kelti.

A szedés után minél gyorsabban hűtsük le a salátát, így meghosszabítható a tárolás. Figyeljünk arra, hogy se a szállításnál, se a tárolás során ne helyezzük egy légtérbe olyan zöldségekkel vagy gyümölcsökkel, amelyek etilént termelnek (pl. paradicsom, dinnye, alma, körte, banán). A rövid idejű tároláshoz a legmegfelelőbb a 0–2 °C közötti hőmérséklet, 90–95%-os relatív páratartalom mellett. Ilyen körülmények között akár 2–3 hétig is tárolható a talaj nélküli termesztésből származó saláta.

8.7.7. Irodalom

Morgan, L. (1999): Hydroponic lettuce production. Casper Publications, Narrabeen, Australia.

Terbe I. – Fehér M. (2000): Levélzöldségek. In *Balázs, S.* (szerk.): A zöldséghajtatás kézikönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

8.8. A szamóca talaj nélküli termesztése

8.8.1. Termesztés története és gazdaságossága

A szamócát a bogyósgyümölcsűek közül a világon a legnagyobb mennyiségben termelik. A termesztett szamóca eredetét Kelet-Ázsiába teszik, de a vadon élő szamócát már az ősember is gyűjtögette, fogyasztotta. A római kori írásos anyagok már megemlékeznek a vadon termő szamóca fogyasztásáról, de ismert volt a germánok körében is, akik – mai szóval méregtelenítőként – nagyobb mennyiségben fogyasztották. Termesztése a XV. század környékén kezdődött, majd számos keresztezés, nemesítési folyamat után alakultak ki a ma termesztett fajok.

A szamóca talaj nélküli termesztését a 80-as években fejlesztették ki Hollandiában és Belgiumban. Ezt követően a technológia üzemi szinten is elterjedt főleg Olaszországban, Spanyolországban, Angliában és Franciaországban. Németországban, az Egyesült Államokban és a skandináv országokban a technológia még nem honosodott meg. Napjainkra például Olaszországban már több mint 70 hektáron folyik talaj nélküli szamócahajtatás.

A világon a legnagyobb termesztő az Egyesült Államok (18–20 ezer hektár, 500 ezer tonna), ezen belül is Kaliforniából és Floridából származik a frisspiaci áru zöme. A talaj nélküli termesztés felülete itt minimális. Az ázsiai kontinensen Japánban (7–8 ezer hektár) és Dél-Koreában termesztik a legtöbb szamócát. Nagy termesztőországok még Mexikó és Törökország is. Európában összesen 100–110 ezer hektáron termesztenek szamócát, ebből alig 1%, azaz 1100–1200 hektárra tehető a talaj nélküli termesztés. A legnagyobb termesztők Európában Spanyolország, Lengyelország, Olaszország és Franciaország.

A magyarországi teljes termesztőfelület 700–900 hektár körül ingadozik. Évente ez 10–12 ezer tonna termést jelent. A fő termesztési körzetek Pest megye, Bács-Kiskun megye, Nógrád megye és a Dunántúl.

Magyarországon megközelítőleg 2 hektáron folytatnak talaj nélküli szamócahajtatást, igazán kialakult termesztéstechnológiája még nincs.

8.8.2. A termesztés feltételei

8.8.2.1. A technológia alkalmazásának feltételei, előnyei

A szamóca talaj nélküli termesztéséhez az éghajlati adottságoknak megfelelően különböző körülményeket kell biztosítanunk. Amíg Kaliforniában szabadföldön árnyékoló hálók alatt is találkozhatunk ezzel a termesztéstechnológiával, addig Dél-Európában inkább egyszerűbb berendezésekben, a talajra helyezett zsákokban történik a talaj nélküli hajtatás. Nagy légterű, korszerű, fűtött létesítményekkel, függesztett támberendezésű üvegházakkal főleg Hollandiában, Belgiumban, Angliában és Japánban találkozhatunk.

Hazánkban elsősorban a nagyobb légterű fűthető (15–20 °C Δt) fóliasátrak, támrendszerrel vagy függesztett technológiával lennének alkalmasak a termesztésre. A függesztett rendszerhez csak igen erős vázszerkezettel rendelkező berendezéseket szabad használni, ami tovább növeli a költségeket. A termesztőlétesítménynek ilyenkor nemcsak a növények, de a termesztőközeg súlyát is el kell bírnia. A másik megoldás lehet a jövőben a kevésbé költséges, kisebb légterű, enyhén fűtött (10–15 °C Δt) berendezések használata, ahol talajra helyezett zsákokban, esetleg állványokon folyik a termesztés. Ez utóbbira már vannak próbálkozások hazánkban. Üvegházi körülmények között a paradicsom, a paprika vagy a kígyóuborka mellett nem várható a technológia elterjedése.

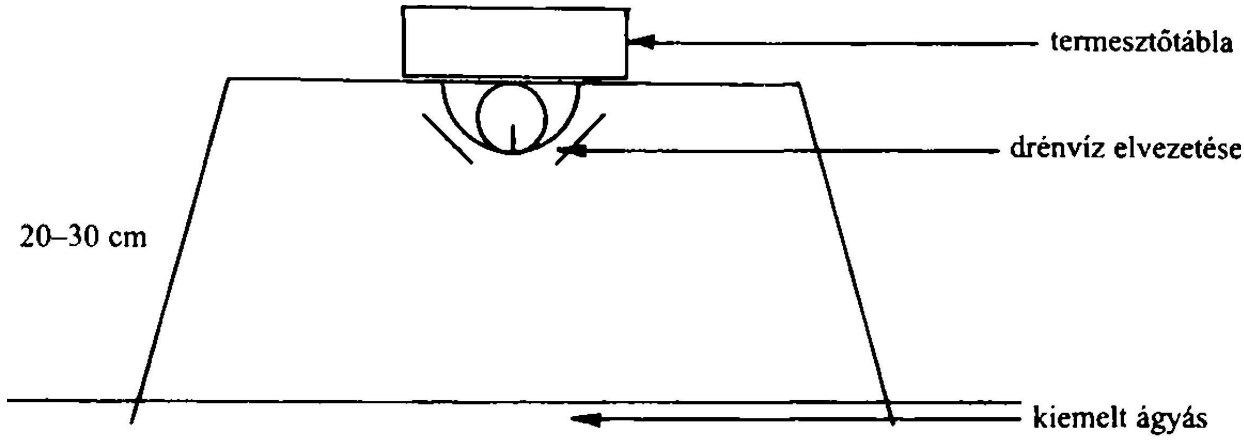
A támrendszeres vagy függesztett technológia fő előnyei, hogy jóval több növény is kiültethető négyzetméterenként, nő a munkaerő hatékonysága, tisztán maradnak a növények, és nem szennyeződik a gyümölcs, ugyanakkor a növényvédelmi és szedési munkálatok is könnyebben kivitelezhetők.

Általános megfigyelés, hogy míg hagyományos termesztésben 25–35 dkg termés szedhető tövenként, talaj nélküli termesztésben az intenzív körülményeknek és a pontos tápanyag-utánpótlásnak köszönhetően akár meg is duplázható a termésátlag. A számos előny mellett azonban meg kell említeni a magas bekerülési költségeket is. A termesztőedények vagy táblák, az egyedi csepegtetők, a fűtési és tápoldatozó rendszer vagy a pontos klímaszabályozást lehetővé tevő automatika, függesztett termesztés esetén pedig az állványok is igen nagy anyagi terhet jelentenek a kertész számára.

8.8.2.2. Alkalmazott rendszerek

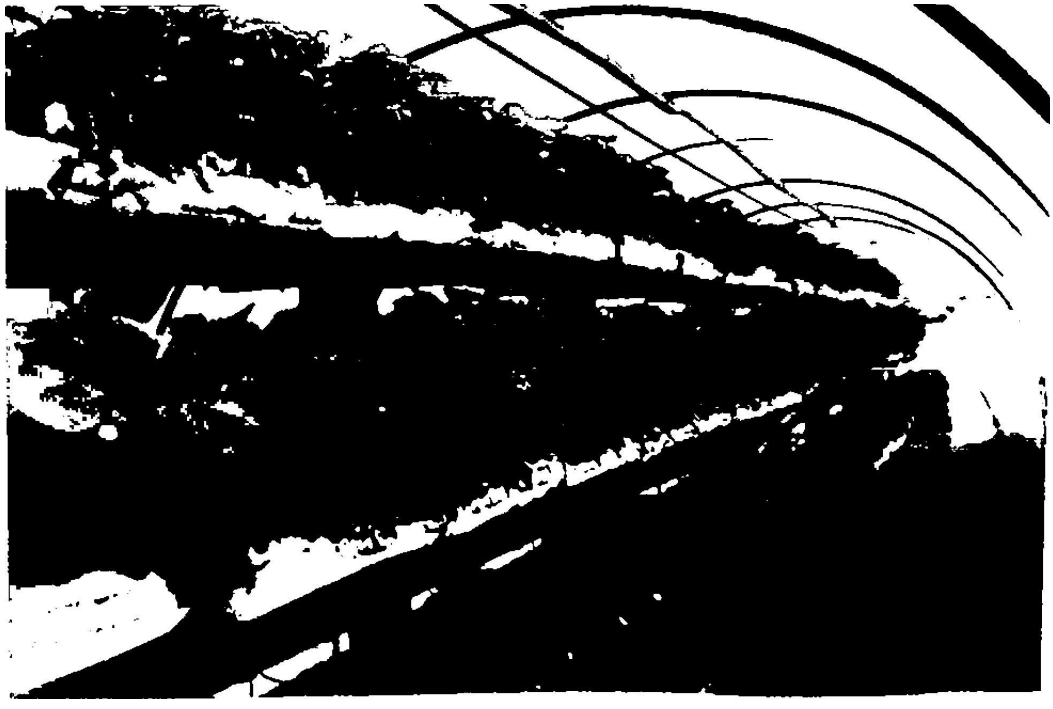
A szamóca hajtatása gyakorlatilag bármelyik talaj nélküli termesztési módszerrel sikeresen folytatható. Európában a termesztési gyakorlatban jellemző a polietilén fóliatömlős, termesztőtáblás rendszerek alkalmazása. Leggyakrabban kőzetgyapoton, tőzegen, kókuszroston és perlitben termesztik. Egyes esetekben ennél a növénynél is találkozhatunk a salátánál már részletesen leírt NFT technológiával.

Az alkalmazott rendszer nagymértékben függ a termesztés helyétől. A mediterrán klímájú országokban alkalmazott technológiában, egyszerűbb termesztőlétesítményekben a talajból származó hőt használják ki úgy, hogy csak 20–30 cm-re emelik ki a sorokat a talajból. Ilyenkor a drénvaz elvezetését zárt rendszerben dréncsővel, nyílt rendszerekben egyszerű drénelvezető csatornával oldják meg *(138. ábra)*. Ennél



138. ábra. A talajból kiemelt „bakhátas" termesztési rendszer vázlata

a technológiánál a déli országokban csak vészfűtésre van szükség, de sokszor még azzal sem rendelkeznek a termesztők. A kisebb költségű technológia alkalmazásának feltétele Magyarországon a fűtési rendszer, amelynek csöveit vagy a kiemelt ágyások két oldalára, ha pedig lehetőség van rá, akkor legalább egy csövet a paplan alá helyezzünk el. Tovább növelhetjük a tőszámot ennél az egyszerűbb tecnológiánál is, speciális polcos rendszer építésével. Itt arra kell ügyelnünk, hogy a különböző szinteken az eltérő fén- és hőmérsékleti viszonyok miatt máshogy fejlődnek a növények, így nehézkessé válhat az állomány egységes kezelése (tápoldatozása, szedése). A sorokat egysoros elrendezés esetén 80–90 cm-re helyezzük el. Ikersoros rendszerben 100–110+50–60 cm legyenek a sortávolságok. A polcos rendszerben legfeljebb három szintet alakítsunk ki. Az elsőt helyezzük 50–60 cm-es magasságba, a másodikat 110–120 cm-re, majd a harmadikat pedig 170–180 cm-re a talajtól *(139. ábra)*. A pontos méreteket mindig a termesztőberendezés méretei alapján számítsuk ki.



139. ábra. Polcos termesztés kis légterű fóliasátorban *(Fotó: Horváth Csilla)*

A nagy légterű, korszerű fóliasátrakban és üvegházakban a függesztett rendszerek terjedtek el. Ilyenkor a termesztőtáblákat tartó csatornákat a létesítmény vázrendszeréhez rögzítik, esetleg kiegészítésül alátámasztják, a fűtőcsöveket pedig a csatornák alá helyezik el *(140. ábra)*. A technológia legnagyobb előnye a kényelmes és gyors munkavégzésből adódó kisebb kézimunka-igény, és a könnyebben kezelhető, átlátható állomány. A sorokat ilyenkor 100–110 cm-re helyezik el egymástól. Ha ikersoros elrendezést választunk, akkor a sortávolság 100–110+50–60 cm.

A konténeres vagy vödrös termesztést a szamóca hajtatásában főleg a holland és belga termelők alkalmazzák. A módszer lényege, hogy 5–8 literes polietilén konténereket, vödröket vagy hoszszabb (80–100 cm) ládákat töltenek meg megfelelő közeggel – ez lehet tőzeg, perlit, kókuszrost vagy ezeknek különböző arányú keverékei –, majd ebbe ültetik bele a kész palántákat. A technológiát az olasz és spanyol termesztők is átvették, és tovább is fejlesztették. Céljuk, hogy a mediterrán fényviszonyokat minél jobban kihasználják, ezért növelni akarták a területegységre kiültethető növények számát. Így alakult ki a függőleges fóliatömlőkben való termesztést. Amíg a hagyományos telepítési rendszerekben általában 8–12 növényt ültetünk ki négyzetméterenként, addig a függőleges fóliatömlőkbe ültetett tövekből akár 50 darab is juthat egy négyzetméterre. A zsákok rögzítésének módjától függően két típust különböztetünk meg: a 12–15 cm átmérőjű megtöltött tömlőket a termesztőberendezés vázszerkezetére akasztják, vagy a zsákok a talajra állítva saját maguk viselik súlyukat. Ez utóbbi típus 35 növény/m^2 telepítési sűrűséget tesz lehetővé.

A szamóca NFT (Nutrient Film Technology) technológiában is sikeresen hajtatható. Ezt a rendszert főleg Izraelben alkalmazzák. A módszer a salátánál leírtak szerint működik. A szamóca gyökerei zárt műanyag csatornába lógnak, melyben tápoldat csordogál. A tápoldatozás és klímaszabályozás teljesen automatizált, az így szabályozott körülményeknek köszönhetően egész évben folytatható a termesztés.

140. ábra. Szamócahajtatás nagy légterű berendezésben
(Fotó: Szőriné Zielinska Alicja)

8.8.3. Termesztési időszakok

A szamócahajtatásban a termesztési időszakot főleg a klímaadottságok és a berendezés felszereltsége határozza meg. A szamócaültetvény életkorát a talajos termesztésben szabadföldön 1–3 (4), hajtatásban 1–2 évre tervezik. Talaj nélküli termesztésben általában 10–11 hónapig van a növény a termesztőberendezésben.

Magyarországon a hagyományos kis légterű berendezésekben folytatott, fűtés nélküli hajtatásban augusztusban ültetik el a palántákat. Ilyenkor értékesíthető termésre csak tavasszal számíthatunk. Talaj nélküli termesztésben érdemes már július közepétől kiültetni a frigópalántákat. Ebben az esetben már október végétől szedhetünk termést. Ehhez azonban elengedhetetlen feltétel a megfelelő fűtési rendszer. Az őszi szedést egy téli „pihenő", úgynevezett vegetatív fázis követi, majd tavasszal ismét termőre fordul az állomány. A kultúra felszámolására így általában május végén vagy júniusban kerül sor.

8.8.4. Termesztett típusok, fajták jellemzői, a választás szempontjai

A vad fajok és az azokból keletkezett spontán fajhibridek nagy alakgazdagságot mutatnak, ennek megfelelően, valamint az intenzív nemesítésnek köszönhetően a napjainkban termesztett fajták tulajdonságaikat és ökológiai alkalmazkodóképességüket tekintve igen változatosak, szinte minden éghajlati övezetre és minden termesztési és felhasználási célra alkalmas, speciális fajta választható ki.

Hazánkban a hasonló éghajlatú területeken előállított és kipróbált fajták termeszthetők eredményesen, ezért Magyarországon leginkább a Nyugat- és Közép-Európában vagy Észak-Amerikában is sikeres fajták terjedtek el.

A hazai viszonyok között talaj nélküli termesztésre azok a fajták lehetnek alkalmasak, amelyek már bizonyítottak a hagyományos, talajos hajtatásban: jól bírják a melegebb termesztési körülményeket is, magasabb hőmérsékleten is képeznek termést. Fontos tulajdonság még a koraiság és a lombozat mérete és állása. Elengedhetetlen továbbá a jó stressztűrő képesség, betegség ellenállóság. A gyümölcs legyen nagy vagy középnagy, színe fénylő vörös felszínű, egyenletes, szabályos kúp alakú, az aszmagok színe sárga és csak kismértékben süllyedjenek be, a gyümölcshús kemény, a termés üregmentes, kellemes ízű és jó zamatú. Fontos feltétel továbbá, hogy bírja a szállítást, ne eresszen levet, ne legyen érzékeny a gyümölcsrothadásra, és könnyen leválasztható legyen a csésze a termésről.

8.8.5. Biológiai igények

8.8.5.1. Hőmérséklet

Szabadföldön a hazai hőmérsékleti viszonyok a mérsékelt égövi fajták számára kedvezőek. Általában csak a keményebb, hótakaró nélküli teleken kell számolni a téli fagy jelentős kártételével. Vastagabb hótakaró alatt akár a –30 °C-ot is több héten keresztül elviseli. A szamóca vegetációs ciklusának kezdete és befejezése erősen hőmérsékletfüggő.

A hajtatásban a termesztési időszaktól függően mindig más a szamóca hőmérsékletigénye. A termesztésben két technológiailag kritikus időszak van: a téli hideg hónapok, amikor fűtéssel kell szabályozni a légtér és a gyökérzóna hőmérsékletét, a másik a nyári meleg periódus. Ez utóbbi esetén gyakori szellőztetéssel és árnyékolással tudjuk csökkenteni a hőmérsékletet. A pontos hőmérsékleti programot az „Ápolási munkák" c. részben írjuk le.

8.8.5.2. Fény

A hazai viszonyok között elegendő a fény a szamóca egész éves hajtatásához. A hajtatásra alkalmas fajták egyszer termők és rövidnappalosak. Ez azt jelenti, hogy a rügyek differenciálódásához 12–13 óránál rövidebb megvilágítottságra van szükség. A virágrügy kialakulásához 4–6 hét rövidnappalos időtartam szükséges.

8.8.5.3. Víz

A szamóca vízigényes növény. A hajtatás során különösen a terméskötődés és a termésnövekedés idején igényli a vizet. A megfelelő számú és méretű gyümölcsök kineveléséhez nagyon fontos az egyenletesség és a megfelelő mennyiség kijuttatása a csepegtető öntözőrendszeren keresztül. A szamóca napi vízigénye a téli és kora tavaszi hónapokban 1–2 liter/m^2, a nyári időszakban pedig akár 4–5 liter is lehet négyzetméterenként.

8.8.5.4. Tápanyag

A szamóca nagy tápanyagigényű, só- és klórérzékeny növény. Legérzékenyebben az aránytalan nitrogénellátásra reagál. A kihajtás és a gyümölcsszüret vége közötti időszak helyes tápanyagellátása nagymértékben befolyásolja a termésmennyiséget. Ennek sikere nagymértékben befolyásolja a leszedett termést. A második fontos időszak (pár héttel később) a tőrózsák fejlődése, rügydifferenciálódás és tápanyag-raktározás, amely a következő év termését határozza meg. 1 kg négyzetméterenkénti terméshez átlagosan 70–50–130 kg NPK hatóanyagot igényel hektáronként.

Nitrogénhiánynál zömök, kicsi, merev tartású, sárgás levelek láthatók, a növényeken csak kevés és apró a bogyókat találunk. Foszforhiány esetén a levelek vörösödnek, az erek lilásra színeződnek és a fonák felé kanalasodnak. Káliumhiánynál az idősebb levelek széle sötétbarna, az érközök kivilágosodnak. Kalciumhiány esetén a levélszél megperzselődik, a fiatal levelek torzulnak, sárgulnak. Magnéziumhiánynál sárgás, majd vöröses vonalas foltok jelentkeznek az erek között, de a levélszél és erek menti szövet zöld marad. Klórmérgezés esetén a levélszél megperzselődik, majd kifehéredik.

8.8.6. A termesztés technológiája

8.8.6.1. Terület előkészítése

A létesítmény előkészítését hasonlóan kezdjük, mint az előző fejezetekben már ismertetett növények talaj nélküli termesztése esetén. A kiemelt táblás és polcos rendszerű termesztésben is elengedhetetlen a terület precíz kiegyenlítése, nyílt rendsze-

rekben a drénvíz elvezetésére szolgáló árkok kialakítása a sorok mentén, majd lehetőség szerint a teljes felület, de legalább a sorok letakarása fehér fóliával. A téli, kora tavaszi időszakban ez jobb fénygazdálkodást biztosít a létesítményben. A következő lépésben alakítsuk ki az ágyásokat és helyezzük el a termesztőtáblákat, telepítsük a csepegtető öntözést. A legegyszerűbb módja a kiemelésnek, ha 15–20 cm magas, 20–25 cm széles, legalább 1 méter hosszú polisztirol (hungarocell) darabokat vágunk, ezeket a sorok helyére tesszük még a fólia leterítése előtt vagy után, a tetejére pedig elhelyezzük a termesztőtáblákat. Állványos vagy függesztett rendszereknél igen hosszú időt vesz igénybe az összeszerelés, ezért időben kezdjük el a munkálatokat. A fűtőcsöveket a kiemelt rendszernél a táblák két oldalára, de lehetőség szerint egy csövet – nem közvetlenül – a paplan alá is helyezhetünk. Az állványos vagy függesztett rendszerekben a fűtőcsöveket az állványok alá rögzítsük. Végül töltsük fel a közeget a megfelelő tápoldattal legalább egy nappal az ültetés előtt.

8.8.6.2. Ültetés

Az ültetésre vagy kihelyezésre klímaviszonyaink között általában július végétől kerülhet sor. A hajtatásban nagyon fontos az időzítés. Ha későn ültetünk, akkor a növények nem erősödnek meg, a lemaradást pedig már nem hozzák be, a tövek és a bogyók kisebbek lesznek, a termésveszteség akár az 50%-ot is elérheti. A túl korai ültetés is káros lehet, ennek következtében az állomány erősen vegetatív irányba indulhat el, a tövek túlságosan megerősödnek, elágazódnak, ami túl sűrű állományt eredményez, és ezzel csökken a koraiság, valamint az átlagos gyümölcsméret is. A legnagyobb termésre tehát akkor számíthatunk, amikor a szamóca természetes évi ciklusához alkalmazkodunk, tehát a nyár második felében telepítünk.

A legmegfelelőbb erre a termesztési célra a frigópalánta. Előállítása az indanövények felszedésével kezdődik a szamóca nyugalmi időszakának kezdetén. Az indanövényekről a leveleket eltávolítják, fertőtlenítik és kötegelik. Az így előkészített palántákat rövid ideig szikkasztják, majd polietilén zsákban, tartályládában –1 – –2 °C közötti hőmérsékleten tartják. Az így kezelt indanövények a következő év augusztusáig felhasználhatók a telepítésre.

Két-három nappal az ültetés előtt vegyük ki a palántákat a hűtőből és fokozatosan hűvös, fénymentes helyen tároljuk a növényeket. A zsákokat ilyenkor még ne nyissuk fel, különben a palánták nagyon gyorsan felmelegszenek és kiszáradnak. Minél magasabb ültetéskor a létesítmény hőmérséklete, annál lassabban és fokozatosabban végezzük ezt a műveletet. Ültetés előtt mártsuk a gyökereket fertőtlenítőoldatba (pl.: Rovral) a palántadőlés ellen. Távolítsuk el a túl hosszú gyökereket, de igyekezzünk a gyökérrendszer más részeit sértetlenül hagyni. A palántát helyezzük a kőzetgyapot táblába, vödörbe vagy bármely termesztőközegbe úgy, hogy a hajtáscsúcs éppen a közeg felszíne felett legyen. A túl mély ültetés ugyanis kedvez a gombás betegségek terjedésének, ha sekélyen ültetünk, akkor pedig károsodhat, szélsőséges esetben még ki is száradhat az ilyenkor még gyenge palánta. A beültetés után szúrjuk bele a közegbe a 2 liter/óra teljesítményű csepegtetőtüskéket úgy, hogy egy tüskére legfeljebb két-három növény jusson, így paplanonként 3–4 db-bal, vödrönként 2 db-bal számoljunk *(141. ábra)*.

141. ábra. Egy csepegtetőtüske általában 2–3 növény víz- és tápanyag-ellátásáról gondoskodik *(Fotó: Horváth Csilla)*

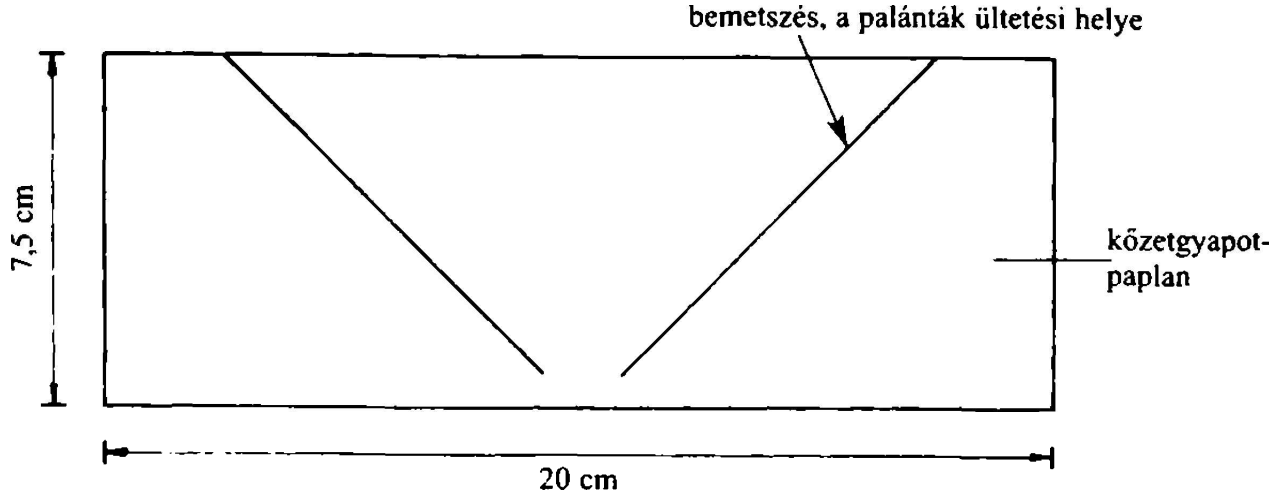
Az állománysűrűség a szamócánál főleg a fajta növekedési jellegétől és az alkalmazott termesztési rendszertől függ. Az általánosan elterjedt 1 méteres termesztőtáblába 6–8 növényt ültessünk. A hajtatásban így 8–12 növénnyel számolhatunk négyzetméterenként. A Grodan cég speciális szamócatermesztésre alkalmas táblát is kifejlesztett. Ennek lényege, hogy szélesebb, mint a hagyományos táblák, a paplan tetején pedig két ferde bemetszés található *(142. ábra)*, ezekbe ültetik a frigópalántákat, paplanonként összesen 8–14 darabot. A sortáv ennél a technológiánál legalább 110 cm legyen.

A vödrös vagy polietilén konténeres termesztésben egy konténerbe 3–4, egy vödörbe pedig 4–6 szamócapalántát ültetnek. A sorokat egymástól 80–100 cm távolságra alakítsuk ki. A kiültethető növények száma azonban itt sem növelhető terméskiesés nélkül 15 tő/m^2 fölé.

A többszintes, polcos hajtatásnál tovább növelhető a területegységre vetített tőszám. Ebben az esetben figyeljünk oda, hogy az alsóbb szintekre általában kevesebb fény jut, ezért itt ültessük ritkábbra a növényeket. Tovább növelhető a növénysűrűség a függőleges termesztési rendszerekben. Ilyenkor akár 35–50 növény is lehet négyzetméterenként.

8.8.6.3. Ápolási munkák

Az ültetést hazánkban a nyári időszakban kezdik. Az ilyenkor gyakori magas hőmérséklet és az erős fényintenzitás határozza meg a termesztést. Mivel a gyökerek még nem aktívak, ügyelnünk kell arra, hogy megfelelő léghőmérsékletet és páratartalmat biztosítsunk a szamóca számára. A hőmérsékletet a berendezés árnyékolásával és szellőztetéssel csökkenthetjük. Fontos szerepe van ilyenkor a naponta 3–4 alkalommal adott párásító öntözéseknek is. A nyári melegekben ne csak a légtér hőmérsékletét, de az öntözővizet is ellenőrizzük. Mivel nincs lomb, ami árnyékolná a csepegtetőrendszert, akár 30–40 °C fölé is emelkedhet a csövekben a víz hőmérséklete, ami-



142. ábra. Speciális, szamócatermesztésre kifejlesztett kőzetgyapotpaplan keresztmetszete

vel komoly károsodást okozhatunk a gyökérrendszerben. Ebben az időszakban a növények elindítása a célunk, amit vegetatív fázisnak is neveznek.

A vegetatív fázisban a kertész fő feladata a rendszeres tápoldatozás és klímaszabályozás. A cél a vegetatív növekedés beindítása és megfelelő gyökérrendszer kialakítása. A hőmérsékletet a nyári időszakban gyakori szellőztetéssel, árnyékolással és frissítő öntözésekkel igyekezzünk 30 °C alatt tartani, a páratartalom mindig legyen legalább 50% felett, amit a kis lombfelület miatt nehéz tartani, az ideális érték a 70–75% körül van. A nyári időszakban az ideális nedvességtartalom a közegben 60–75%. A kezdeti fázisban az indákat, de egyes fajtáknál még a virágzó indákat is érdemes eltávolítani, mert visszafoghatják a növényt. A művelet elvégzésével ne késlekedjünk, mert pár korai bogyó is nagymértékben csökkenti az őszi termésmennyiséget. Ezután lép át a növény a generatív fázisba.

A generatív fázis elejére a lomb kellően megerősödött, a gyökérrendszer kialakult, a virágzás megkezdődik. A termékenyülés elősegítésére telepítsünk poszméheket. 1000 m^2 felületre két kisméretű kaptárral számoljunk. Védjük a kaptárat a túlzott fölmelegedéstől és a hangyáktól. Fordítsunk nagy figyelmet a rendszeres tápoldatozásra, hiszen a gyümölcsfejlődés idején fontos az egyenletes és megfelelő mennyiségű vízellátás. A generatív fázisban virágzás kezdetekor nappal legalább 12–16 °C-ot, éjszaka 9–12 °C-ot tartsunk. A teljes virágzásban nappal 16–18 °C, éjszaka 11–13 °C legyen a létesítményben. A betakarítás idején nappal 16 °C-ot, éjszaka 7–10 °C-ot kell tartani. Az ültetés után 70–80 napra várhatjuk az első, őszi termést.

Az őszi termés betakarítása után takarítsuk ki az állományból az ott maradt terméseket, elöregedett vagy beteg leveleket. Ilyenkor kezdődik a téli nyugalmi időszak és indukció. Ennek hossza általában 30–35 nap és egészen január közepéig-végéig tart. A hőmérsékletet ilyenkor 5–8 °C közötti tartományban tartjuk, visszafogjuk a tápoldatozást, a közegben csak 50–60%-os nedvességszintet tartunk. Egy hónap eltelte után a hőmérséklet emelésével és intenzív tápoldatozással ismét „beindítjuk" a növényeket. A vegetatív fázisban az előzőekben már leírtak szerint járunk el, majd a megfelelő lombfelület kialakulása és a gyökérműködés beindulása után ismét a generatív fázis jön. A tavaszi termő időszak adja az össztermés nagy részét. Ilyenkor egészen május végéig szedhetünk. Az intenzív körülmények miatt az állomány 10–11 hónap

után elöregszik, nem várhatunk már nagy termést, ezért a nyár elején érdemes felszámolni. Ezt követően távolítsuk el a növénymaradványokat a berendezésből, fertőtlenítsük az öntözőrendszert, a támberendezést és a létesítményt. Készítsük elő a növényházat az új ültetésre.

A tápoldatozás tervezésénél és kivitelezésénél alkalmazkodnunk kell a termesztőközeghez és a különböző fejlődési stádiumokban a növények eltérő igényeihez. A tápanyag-utánpótlást különböző közegek esetén a *85–86. táblázatok* szerint végezzük.

A tápoldat EC- és pH-szintjét is mindig a megfelelő fejlődési stádiumokhoz igazítsuk. Vegetatív fázisban a tápoldat EC-je kőzetgyapoton, a besugárzástól függően 1,2–1,6, generatív fázisban 1,7–2,0 körül legyen. A tápoldat pH-ját 5,5–5,7-re állítsuk be. A legmagasabb EC-értékeket általában virágzáskor és a bogyónövekedés kezdetekor alkalmazzuk. A tápoldat mérése mellett nagyon fontos a táblában is az EC-értékek mérése és szabályozása. A szamóca sóérzékeny növény, ezért napszaktól és termesztési időszaktól függően 1,5–2,5 EC-tartományban tartsuk a tábla sószintjét. Tőzegen dolgozhatunk kicsit magasabb EC-értékek mellett is. A táblában a pH-értéket ne engedjük 5,8 alá vagy 6,2 fölé. A *86. táblázatban* szereplő holland és olasz receptek közül a magyarországi termesztési körülmények között inkább ez utóbbi alkalmazása ajánlott tőzegen folytatott szamócahajtatásban.

85. táblázat. A szamóca tápoldatozási receptje kőzetgyapoton és perliten (mmol/liter) *(Szőriné, 2007 nyomán)*

Tápelem	Vegyjel	Standard	Indító	Normál	Virágzásban
Nitrát	NO_3	9–14	10	11	12
Foszfát	H_2PO_4	1,25–1,5	1,5	1,5	1,5
Szulfát	SO_4	1–3	1	1	1
Ammónium	NH_4	0–0,5	0,5	0,5	0
Kálium	K	3,2–5,5	4,5	4,5	6
Kalcium	Ca	3,75–4,5	4,75	3,75	3,75
Magnézium	Mg	1,25–1,5	1	1	1
Vas	Fe	0,02–0,025			
Mangán	Mn	0,01–0,015			
Bór	B	0,02–0,025			
Cink	Zn	0,004–0,007			
Réz	Cu	0,0005–0,0007			
Molibdén	Mo	0,0005–0,0007			

86. táblázat. A szamóca tápoldatozási receptje tőzegen (Horinka, 1999 nyomán)

Technológia	EC (mS/cm)	pH	N (mg/liter)	P (mg/liter)	K (mg/liter)	Ca (mg/liter)	Mg (mg/liter)	S (mg/liter)
Holland	1,7	5,5	175	31	214	130	30	48
Olasz	1,6	5,5	136	54	176	40	30	80

8.8.6.4. Termés szedése, tárolása, előkészítése eladásra

A virágok megtermékenyülése után 25–30 nap múlva fejlődnek ki a gyümölcsök. A szamóca genetikai adottsága a folyamatos érés, amely az elsődleges gyümölcsöknél kezdődik és fokozatosan a kisebb rendű gyümölcsökön folytatódik. Ezért 2–3 naponta szednünk kell, ez az érés ideje alatt összesen 10–12 alkalmat jelent. A gyümölcs érettsége a színeződésből viszonylag könnyen megállapítható. Először a csésze körüli részek pirosodnak be, legkésőbb a csúcsi részek érnek. A fajták többsége akkor szedhető, ha a gyümölcsök csúcsa halványrózsaszín vagy még világos piros, eléri a fajtára jellemző méretet, színárnyalatot és a jellemző ízt. Hosszabb szállítás esetén (export) akkor szedjük a szamócát, ha a csúcsi része még nem pirosas, hanem rózsaszínes-fehéres. A szamóca részben utóérik, beltartalma ezalatt csak kismértékben változik. Kés¨bb a tárolás és a szállítás során a színe intenzívebbé válik.

143. ábra. Értékesítésre kész szamóca *(Fotó: Horváth Csilla)*

Szedésre legalkalmasabbak a délelőtti órák, amikor a gyümölcs felületéről már felszáradt a harmat, de még nem melegedett fel túlságosan, ugyanis a nedves vagy felmelegedett gyümölcs gyorsan romlik, nehezen tárolható. Friss fogyasztásra a gyümölcsöket kb. 1 cm-es kocsánnyal és csészelevelekkel együtt takarít¸uk be. A felhasználás jellegétől függően a szamócát 3–5 kg-os rekeszekbe, vagy rekeszekben elhelyezett 20–60 dkg-os tálcákba szedjük *(143. ábra)*. A gyümölcs válogatását és osztályozását már szedés közben el kell végezni, így átrakással nem okozunk több sérülést a gyümölcsön.

Talaj nélküli termesztésben, a technológia színvonalától függően 50–80 dkg termésre számíthatunk tövenként. Az össztermés 20–30%-a ősszel, 70–80%-a tavasszal szedhető le.

A friss fogyasztásra szedett gyümölcsöt szedés után gyorsan le kell hűteni. Hűtés hiányában a termések csak néhány óráig, de legfeljebb egy napig tárolhatóak. Ha a tárolóban vagy szállítás közben 0–4 °C között tároljuk a bogyókat, akkor 2–3 nap alatt 5–10%-os veszteséggel számolhatunk. A szamóca alacsonyabb, 0–1 °C közötti hőmérsékleten, 90–95%-os relatív páratartalom mellett akár 5–7 napig is eltartható.

8.8.7. Irodalom

GATE, Kertészeti Tanszék. (1999): Kertészeti technológiai útmutató. Gyümölcstermesztés. Szamóca. http://www.mkk.szie.hu/dep/kerteszet/ta/gyumolcs/szamoca/index.htm.

Horinka T. (1997): Tápoldatozás a kertészeti termesztésben. Kemira Kft., Hódmezővásárhely.

Lieten, P. (1997): The effect of substrate temperature on strawberry performance on peat bags. ISHS Acta Horticulturae 450: International Symposium Growing Media and Plant Nutrition in Horticulture.

Lieten, P. – Longuesserre, J. – Baruzzi, G. – Lopez-Medina, J. – Claude Navatel, J. – Krueger, E. – Matala, V. – Paroussi G. (2004): Recent situation of strawberry substrate culture in Europe. ISHS Acta Horticulturae 649. Euro Berry Symposium – Cost 836 Final Workshop.

Papp J. (1997): Szamóca. In: Soltész M.(szerk.). Integrált gyümölcstermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Szilágyi K. (1989): Strawberry production in Hungary. ISHS Acta Horticulturae 265: International Strawberry Symposium.

Tekada, F. (1999): Strawberry production in soilless culture systems. ISHS Acta Horticulturae 481: International Symposium on Growing Media and Hydroponics.

8.9. A talaj nélküli termesztés növényvédelme

8.9.1. Peszticidterhelés csökkentésének lehetősége a talaj nélküli zöldséghajtatásban

A zöldségfélék növényházi termesztése új, korábban ismeretlen kártevők megjelenését hozta, így a kertészeknek új növényvédelmi kihívásoknak kellett megfelelni. Ezzel párhuzamosan a növényházi termesztés egyben új növényvédelmi eljárások bevezetését is lehetővé tette. Ez az utóbbi különösen érvényes a talaj nélküli termesztésre, ahol a talajtól, mint a termesztés közegétől való elszakadás, mentesítette a termesztőt a talaj eredetű növényi károsítók elleni növényvédelem gondjaitól. A talaj nélküli zöldséghajtatás egyben a növényház klímaszabályozásának fejlettebb módszereit is feltételezi. A növényház számítógép-vezérlésű klímaszabályozása lehetővé teszi a növények környezeti igényének optimális kielégítését. Jelentősen mérsékelhető a kórokozók fertőzését segítő hajnali páralecsapódás, csökkenthető a levélnedvesség időtartalma. A vektorhálók használatával csökkenthető, esetleg bizonyos kártevőknél megakadályozható a szabadföldről érkező kártevők betelepedése. Ezen túlmenően csak szabályozott hőmérsékletű növényházakban valósítható meg sikerrel a károsítók elleni biológiai védekezés lehetősége. A biológiai növényvédelem a növényvédelemnek az a módja, amikor a károsító szervezetek természetes ellenségeit mesterséges körülmények között elszaporítjuk, és a károsítók által veszélyeztetett növényállományba kihelyezzük. A biológiai növényvédelem elsősorban a növényházakban termesztett zöldségfélék kártevői elleni védelemben terjedt el legjobban. Olyan, nagy kártétellel fenyegető kártevők, mint pl. az üvegházi molytetű, közönséges takácsatka, aknázólegyek és a nyugati virágtripsz ellen hatásos biológiai védelem napjainkban már széles körben használt védekezési eljárás.

Ahhoz azonban, hogy a betelepített hasznos szervezet beváltsa a hozzá fűzött reményeket, azaz a kártevő fajt hatékonyan korlátozza, megfelelő klimatikus feltételeket kell teremteni. Ebből adódik, hogy igazán hatékony biológiai növényvédelem azokban a növényházakban valósítható meg eredményesen, ahol a hőmérséklet, a páratartalom szabályozható. A zöldségfélék biológiai növényvédelmében legnagyobb felületen használt molytetűfürkész *(Encarsia formosa)* példáján jól szemléltethető, hogy a hatékony biológiai védekezés feltétele a korai kibocsátás mellett a kedvező klimatikus feltételek megteremtése. A molytetűfürkész-imágók keresési tevékenysé-

ge 18 °C alatt gyenge, ugyanis ilyen hőmérsékleten nem repülnek. Ugyanakkor 30 °C felett erősen lecsökken az élettartamuk. A megkésett kibocsátás esetén az üvegházi molytetű által ürített nagy mennyiségű mézharmat a molytetűfürkész-imágót mozgásában gátolja, így a keresési tevékenysége csökken. A közönséges takácsatka számára 30 °C feletti hőmérséklet és a 60% alatti relatív páratartalom kedvező, de az üvegházi ragadozó atka *(Phytoseiulus persimilis)* tojásainak pusztulását eredményezi.

A biológiai növényvédelem a technikai feltételrendszeren túl feltételezi a növényállományban előforduló kártevők és a természetes ellenségek alapos ismeretét. A biológiai védelmet tervezni kell. A tervezés folyamatában áttekintjük, hogy az adott növényállományban, melyek a kulcsfontosságú, azaz a meghatározó jelentőségű károsítók. Amennyiben egy növényállomány védelmét több kártevő együttesen határozza meg, akkor a biológiai védelem sikeres megvalósításához valamennyi jelentős kártevő ellen szükséges a természetes ellenségének betelepítése. A tervezett biológiai védelem eredményességét meghiúsíthatja a palántanevelés idején használt hosszú hatástartamú rovarölő szerek használata. A növényállományokba kijuttatott természetes ellenségek akkor lesznek társaink a növényállomány megvédésében, ha a többi károsító elleni kémiai növényvédelem nem veszélyezteti tevékenységüket, illetve a klimatikus igényeik kielégítésével segítjük elszaporodásukat.

A hajtatott melegkedvelő zöldségfajok kártevői elleni biológiai növényvédelem módszerei jól kidolgozottak, a kivitelezéshez szükséges tömegtenyésztett természetes ellenségek kereskedelmi forgalomban kaphatók. A biológiai növényvédelem számos előnye közül említésre méltó, hogy nincsen sem munkaegészségügyi, sem élelmezés-egészségügyi várakozási idő, nincs növényvédőszer-maradvány.

A növényházakban termesztett melegigényes zöldségfajok kártevői közel azonosak, eltérés növényenként az egyes kártevők jelentőségében van. Ahhoz, hogy a biológiai védelmet tervezhessünk, ismernünk kell a termeszteni kívánt növényfaj kártevőit. Paprikánál a nyugati virágtripsz, a levéltetvek, a közönséges takácsatka, paradicsomnál az üvegházi molytetű, uborkánál az üvegházi molytetű, a nyugati virágtripsz, az uborka-levéltetű, tojásgyümölcsnél az üvegházi molytetű és a levéltetvek a legnagyobb károkkal fenyegető kártevőfajok. A felsoroltakon túl esetenként az aknázólegyek és olykor a szélesatka válhat jelentős kártevővé.

A melegigényes, behurcolt kártevők azért képesek a növényházi körülmények között elszaporodni és súlyos károkat okozni, mert a növényház klímája egyezik korábbi elterjedési területük klímájával, ugyanakkor hiányoznak természetes ellenségeik. A biológiai védelem gyakorlata a könnyen nevelhető természetes ellenségeiket használja fel a kártevők egyedszámának korlátozására. A zöldséghajtatásban kialakult gyakorlat szerint azokon a területeken, ahol a nyár folyamán, a szellőzőkön keresztül nem kell kártevők betelepedésével számolni, az egész hajtatási tenyészidőben eredményesen megvalósítható a kártevők elleni biológiai védelem. Ahol a nyári időszakban kívülről betelepedő kártevők megnehezítik a természetes ellenségek kártevő szabályozó szerepének érvényesülését, ott a hajtatási időszak első, nagyobbik felében lehet eredményes felhasználásuk.

Helytelen lenne a biológiai növényvédelmet a kémiai növényvédelemmel úgy, mint jót és roszszat szembeállítani. Mindkettő módszernek létjogosultsága van a zöldséghajtatásban, olykor egymást kiegészítik. Mindkét módszer eredményes lehet

a károsítók elleni védelemben, ha megvalósításuk a növényvédelmi higiénés eljárások körültekintő betartásával, a kártevő szervezetek folyamatos követésével, a szükséges kezelések időbeni elvégzésével és a növény környezeti igényeinek legteljesebb kielégítésével párosul. A termesztés és a növényvédelem valamennyi mozzanatában minden olyan lehetőséget fel kell használni, amely a növényvédőszer-felhasználás mértékét csökkentheti. Így természetesen nem mondhatunk le a károsítóknak ellenálló fajták termesztéséről, a növényvédelmi kezelések számának csökkentését eredményező előrejelzési megfigyelések elvégzéséről (hőmérséklet, páratartalom, rovarcsapdák adatainak rögzítése), károsítók felvételezése alapján hozott növényvédelmi döntéshozatalról.

Az utóbbi lehetővé teheti a növényállomány olyan részleges növényvédő szeres kezelését, amelyet csak a kártevő felderített megjelenési helyein végzünk el. A talaj nélküli zöldséghajtatásban az egészséges, károsítóktól mentes palánták ültetésével, a klímaszabályozással, rovarhálók használatával, általános higiénés szabályok betartásával, a biológiai védekezésben rejlő lehetőségek kihasználásával a növényvédő szerek felhasználása mérsékelhető.

8.9.2. Növényvédelem a palántanevelőben

8.9.2.1. Betegségek elleni védekezés

A talaj nélküli termesztésnek növénykórtani szempontból számos előnye van. Nem kell számolni azokkal a kórokozókkal, amelyek **talajlakó szervezetek** (pl. *Sclerotinia*, *Pyrenochaeta* fajok) és nem kell költséges, környezetet terhelő kezeléseket végrehajtani.

A talaj nélküli termesztésnél azonban vannak olyan szempontok is, amelyeket nem lehet figyelmen kívül hagyni. Ilyenkor ugyanis nem számíthatunk a természetes talaj kiegyenlítő szerepére. Eszerint a hibás **tápoldatozáskor** relatív mikro- és makroelemhiány (kalcium, magnézium hiány) léphet fel, illetve számos esetben a magas tömény növénymérgezést okoz. Rendkívül kockázatos egyszer, illetve **többször használt mesterséges közeget** (magvető, illetve palántanevelő kockákat, paplant) használni, mivel azokon számos kórokozó gomba felhalmozódhat. Ilyenkor a közegeket és eszközöket fertőtlenítő anyaggal, pl. **klorogén** hatóanyaggal (pl. Neomagnollal) kezeljük. Fontos továbbá, hogy a kiültetés előtt és után **propamokarb** hatóanyagú szerrel a növényt és a mesterséges közeget nagy lémennyiséggel permetezzük vagy öntözzük be. Erre azért van szükség, mert a vízzel és a tápoldattal elsősorban a sporangiumból mozgó sporangiospórát képző gombafajok (*Pythium* és *Phytophthora*) terjedhetnek.

A palántanevelőben az egyes növényeken előforduló kórokozók, vírusvektor kártevők felhalmozódhatnak. Növény-egészségügyi szempontból ezért kívánatos, hogy új, még nem használt mesterséges közegeket használjunk, továbbá az egyes növények betegségeinél javasolt szerekkel **a palántákat legalább 2, illetve 3 alkalommal védeni kell**. A kezelések közül az utolsót mindenképpen a kiültetés előtt hajtsuk végre, természetesen a munka-egészségügyi várakozási idő figyelembevételével. A palántanevelőben elegendő kontakt hatású szereket használni.

8.9.2.2. Kártevők elleni védekezés

A talaj nélküli termesztéshez tartozó palántanevelőben, bár kisebb a kártevő állatok megjelenésének lehetősége, előfordulásukkal számolni kell. Arra való tekintettel, hogy a palántanevelés időszaka jórészt arra az időszakra esik, amikor a szabadföldről a kártevő állatok betelepedése kizárt, egyedüli kártevőforrást a növényházakban átteleltetett növények, továbbá a szomszédos termesztőberendezések kártevői jelenthetnek.

A talaj nélküli zöldséghajtatás kártevők elleni védelem szempontjából legnagyobb előnye, hogy védelmet jelent a melegkedvelő zöldségfélék egyik legjelentősebb kártevőivel, a talajból fertőző gyökérgubacs-fonálférgekkel szemben.

A talaj nélküli termesztésben sem kizárt a gyökérgubacs-fonálféregek palántával történő bevitele, de ez önmagában olyan súlyos szakmai hiba, hogy ahol ennek megelőzése nem biztosított, a talaj nélküli termesztés egyéb, sokkal nagyobb gondosságot igénylő követelményeinek sem fognak tudni megfelelni.

A **gyökérgubacs-fonálférgek** elleni védekezés alapja, hogy a zöldségfélék szaporítása, palántanevelése, illetve termesztése gyökérgubacs-fonálféregtől mentes talajon történjen. A palántanevelőben használt anyagok, közegek és eszközök, amennyiben azokat már korábbi termesztésben felhasználták, a kártevők átvitelét is lehetővé tehetik. Ebből adódóan kívánatos, hogy a palántanevelőben használt eszközöket máshol ne használjuk.

Szakszerűen végzett talaj nélküli zöldséghajtatásban nem kell a gyökérgubacs-fonálférgek megjelenésével számolni. Ezzel együtt elvétve a talaj nélküli termesztésben is találkozhattunk fonálférgek által okozott tünettel, de ilyenkor a fonálféreg-fertőzés eredendően a termesztés higiénés szabályainak megszegéséből eredt. Rendszerint a gyökérgubacs-fonálféreggel fertőzött talaj fóliás takarása sérült volt, és ily módon elsősorban a túlöntözött állományokban a fonálféreg lárvái bejuthattak a mesterséges közegbe, ahol terjedésük gyökérről gyökérre már akadálytalan volt.

Gyakorlatilag a palántanevelőben ugyanazok a sok tápnövényű kártevők fordulnak elő, amelyek a hajtatott növényeket a hajtatás során is veszélyeztetik. Többségük melegkedvelő, így életfeltételeiket a palántanevelőben maradéktalanul megtalálják. A palántanevelés rövid ideje alatt látványos kártételt rendszerint nem okoznak, de a palántával a hajtatóházakba kerülve jelentős károk okozói lehetnek. Ebből adódóan a kártevőtől mentes palántát a talaj nélküli zöldséghajtatás alapkövetelményeként kell megszabni. A kártevők előfordulása a palántanevelőben a közvetett kártétel veszélyét még akkor is magában hordja, ha észlelhető kár a palántanevelés során nem jelentkezik. A vírusos betegségeket terjesztő levéltetvek, tripszek előfordulását megelőző növényvédelmi intézkedésekkel és kezelésekkel meg kell akadályozni. Rendkívüli kártételi veszély kockázatát rejti magában a palántanevelőben más fajú növények akár átmeneti tárolása, teleltetése. Ilyenkor lehetőség nyílik arra, hogy a melegkedvelő kártevők áttelepedjenek a palántára.

A palánta **lombkártevői közül** a melegigényes, hajtatott zöldségféléken a növényházban áttelelt **levéltetvek**, az **üvegházi molytetű**, a **nyugati virágtripsz** és a **közönséges takácsatka** a legjelentősebbek. A növényházakba kiültetésre kerülő növények esetében valamennyi kártevőtől mentes palánta előállítása az egyedül elfogadható cél. A palántanevelőben megjelenő kártevők felderítésére színes, ragadós rovarcsap-

dák jól használhatók. A rovarcsapdákat már a palántanevelés kezdetén ajánlott a növényházak több pontján kihelyezni és rendszeresen ellenőrizni. A csapdák által fogott rovarok segítenek a növényvédelmi kezelések szükségességének meghatározásában. Ugyanakkor nem szabad elfelejteni, hogy a színes fogólapok csak a kártevő rovarok repülő egyedeit gyűjtik, így a szárnyatlan fejlődési alakok, továbbá a pókszabásúak jelenlétének felderítése a növényállomány rendszeres vizsgálatával lehetséges.

A **levéltetvek** *(Aphididae)* elsősorban a növény fiatal, még növekvő hajtását szívogatják. Szívogatásuk nyomán a növény hajtása rendellenesen növekszik, a levelek torzulnak. A beteg növényen szívogató levéltetvek a vírusos növénybetegségek terjesztői.

Megelőzés, védekezés: Csapdázásuk a sárga színű ragacslapokkal lehetséges. A palántanevelés későbbi szakaszában, amikor a levéltetvek tavaszi vándorlása szabadföldön is elkezdődik, a növényházon kívül is ajánlott néhány csapda elhelyezése. Ezek a csapdák még a növényházba való betelepedés előtt tájékoztatnak a potenciális veszélyről. A levéltetvek növényházba jutásának megakadályozására a vektorhálók alkalmasak. Segítségükkel elkerülhető a levéltetvek bejutása a palántanevelőbe.

A kártétel megelőzésére, a növényállományban megjelenő levéltetvek ellen haladéktalanul indokolt a védekezés. A már besodródott levelek közé behúzódó levéltetvek elleni védekezés hatékonysága általában gyenge. A levéltetvek megjelenésekor pirimikarb, deltametrin, lambda-cihalotrin készítményekkel védekezhetünk. Ha a levéltetvek a már besodródott levelek fonákján szívogatnak, akkor pimetrozin, acetamiprid, a dimetoát, vagy a tiometoxam hatóanyagú készítmények eredményesen használhatók.

A **tripsz** *(Thripidae)* fajok közül a palántanevelőben a nyugati virágtripsz *(Frankliniella occidentalis)* a legveszélyesebb faj. Megjelenésével elsősorban paprikán, uborkán, tojásgyümölcsön és ritkábban paradicsomon számolhatunk. A legsúlyosabb kártételt a növényházban termesztett paprikán okozza.

Melegkedvelő faj. Hazai körülmények között a télen is fűtött növényházakban folyamatosan szaporodik. Szabadföldi áttelelése nem igazolt.

Megelőzés, védekezés: A nyugati virágtripsz előfordulása növényvizsgálattal, továbbá kék színű ragacsos csapdák kihelyezésével állapítható meg. A kártevő rejtett életmódja és gyors fejlődése miatt eredményes kémiai védekezésre csak akkor számíthatunk, ha a rovarölő szeres kezeléseket a kártevő alacsony egyedszámánál elkezdjük és egy nemzedék kifejlődése alatt a növényvédő szerek hatástartamától függően, többször megismételjük. A növényházban engedélyezett hatóanyagok közül az acetamiprid, imidakloprid, tiametoxam, abamectin, spinozad kielégítő eredményt adnak a nyugati virágtripsz ellen.

Az **üvegházi molytetű** *(Trialeurodes vaporariorum)* a melegigényes hajtatott zöldségfélék legjelentősebb levélkártevője. Növényházakban egész évben, szabadban a nyári hónapokban károsít. Az üvegházi molytetű táplálkozó egyedei a leveleket szívogatják. Az üvegházi molytetű veszélyességét vírusterjesztő tevékenysége fokozza. A palántanevelőben átteleltetett növények a kártevő elszaporodásának forrásai. Ezért palántanevelés megkezdése előtt ezektől feltétlenül szabaduljunk meg.

Megelőzés, védekezés: A palántanevelőben a higiénés szabályok betartásával elkerülhető az üvegházi molytetű megjelenése. Az imágók észleléséhez a sárga raga-

dós lapok jó segítséget nyújtanak. Amennyiben az imágók megjelenését észleljük, a védekezés megkezdése halaszthatatlan feladat. A kémiai védekezésnél figyelembe kell venni, hogy a rovarölő szerektől elsősorban a mozgó lárvák és az imágók ellen várhatunk jó eredményt. Az idősebb lárvák helyhez kötötten, a viaszmirigyek által létrehozott viaszburok védelmében szívogatják a növény leveleit. Ebből adódóan a már letelepedett lárvák ellen a kontakt hatású készítmények nem hatásosak. Az üvegházi molytetű elleni kémiai védekezést egy nemzedék kifejlődésének ideje alatt, a készítmények hatástartamától függően, több alkalommal is szükséges megismételni. A készítményeket a rezisztens populációk kialakulásának elkerülése végett úgy válasszuk meg, hogy azok több hatóanyagcsoportból kerüljenek ki. Egy hatóanyag, illetve hatóanyagcsoport gyakori használata, elkerülhetetlenül rezisztens populációk kialakulását eredményezi.

Ha az üvegházi molytetű elleni védekezés permetezés formájában történik, azt úgy végezzük el, hogy a növényvédő szer a kártevő élőhelyére, a levelek fonákára kerüljön. A fiatal palánták esetében a levelek fonákjának kezelése nehezen megoldható feladat. Ilyenkor elsősorban a felszívódó tulajdonságú (acetamiprid, imidakloprid, tiametoxam, pimetrozin) rovarölő hatóanyagok használata ajánlott.

A **közönséges takácsatka** *(Tetranychus urticae)* sok tápnövényű kártevő. Kártétele a hajtatott zöldségféléken jelentős. A palántanevelőben a higiénés szabályok betartása esetén ritkán jelentkezik. Az uborka, a paprika és a tojásgyümölcs a közönséges takácsatka kedvenc tápnövényei.

Megelőzés, védekezés: A takácsatkák jelenléte a növények idősebb leveleinek vizsgálatával állapítható meg. Észlelését követően a védekezés nem tűr halasztást. A kémiai védekezésre a speciális atkaölők (fenbutatin-oxid, hexitiazox-bifenazát) és atkaölő mellékhatású rovarölők (abamektin) használhatók. Mivel az atkaölő hatású készítmények többsége a takácsatkánál csak bizonyos fejlődési alakjai ellen hat, a permetezést 7–10 napos időközzel, 1–2 alkalommal indokolt megismételni. A palánták takácsatkák elleni védelmében az abamektin hatóanyag felszívódó tulajdonsága jól hasznosul.

A korszerű palántanevelőkben a kártevők megjelenésének valószínűsége csekély. Ennek ellenére rendszeres állományvizsgálat a kihelyezett rovarcsapdák ellenőrzése nélkülözhetetlen a megelőző növényvédelmi kezelések szükségességének eldöntéséhez. Egy kártevő szervezet észlelésekor a palántanevelőben a védekezést haladéktalanul még akkor is el kell kezdeni, ha vélhetően a kártevő a palántanevelés ideje alatt kárt nem okozna.

A növényházi kiültetésre nevelt palánták kártevők elleni védelmében különös körültekintéssel kell eljárni, ha a kiültetést követően biológiai növényvédelmi módszerrel tervezzük a védekezést. Ilyenkor a károsítók elleni védelemre a növényvédő szerek csak fokozott körültekintéssel használhatók. Estenként a kártevők természetes ellenségeinek betelepítése már a palántanevelőben elkezdődhet.

8.9.3. A paprika védelme

8.9.3.1. Betegségek

8.9.3.1.1. Nem fertőző betegségek

Vízkórság, más szóval **ödéma** télen és kora tavasszal jelentkezhet. Ilyenkor, ha kevés a fény és a növényházban magas a relatív páratartalom, akkor a leveleken elváltozások észlelhetők. A levélfonákon apró dudorok, ún. **intumeszcenciák** alakulnak ki, mivel a növény a levél párologtató felületét igyekszik növelni. Később, ha a fenti környezeti feltételek kedvezővé válnak, akkor a dudorok elparásodnak és az újonnan képződő levelek tünetmentesek lesznek.

Megelőzés, védekezés: borús időben gyakrabban szellőztessünk. A napfényes órák számának növekedésével a vízkórság megszűnik.

A **paprika hajtáscsúcsának elhalása** a kora tavaszi és késő őszi hajtatás során, hosszan tartó, borús időjáráskor akkor jelentkezik, ha a tápoldat EC-értéke túlságosan magas.

Megelőzés, védekezés: a tápoldat EC-értékét műszeres vizsgálattal folyamatosan ellenőrizni kell.

A **paprikabogyó csúcsrothadása** elsősorban a hajtatott paprikán jelentkezik. A bogyó csúcsán napégéshez hasonló elhalás észlelhető. Oka a **kalciumhiány,** amely legtöbbször akkor alakul ki, ha a tápoldat magas EC-értéke vagy a levegő túlságosan magas vagy alacsony páratartalma miatt a kalcium felvétele akadályozott.

Megelőzés, védekezés: a tápoldat EC-értékét műszeres vizsgálattal folyamatosan ellenőrizni kell.

8.9.3.1.2. Vírusos betegségek

Paprikamozaik (Tobacco mosaic virus, TMV, *Tobamovirus*, Tomato mosaic virus, ToMV, *Tobamovirus,* Tobacco mild green mosaic virus, TMGMV, *Tobamovirus,* Pepper mild mottle virus, PMMV, *Tobamovirus,* Alfalfa mosaic virus, AMV, *Alfamovirus,* Tomato aspermy virus, TAV, *Cucumovirus,* Cucumber mosaic virus, CMV, *Cucumovirus,* Potato virus Y, PUY, *Potyvirus*) a hajtatott paprikán gyakori. A levélen sárgászöld és sárga mozaikfoltok észlelhetők. A száron sötétbarna csíkok, a bogyón ugyancsak sötétbarna csíkok és dudorok láthatók. A növények az egészségesekhez viszonyítva kisebbek.

A *Tobamovirusok* (TMV, ToMV, TMGMV, PMMV) a talajba került növényrészeken vagy a talajban maradnak fenn, továbbá az *Alfamovirushoz* (AMV) hasonlóan, maggal is terjednek. A kórokozók mindegyike növénynedvvel átvihető. Számos kórokozó, így a *Cucumovirusok* (TAV, CMV) és a *Potyvirus* (PVY) levéltetvekkel terjed.

Megelőzés, védekezés: a paprikafajták zöme több vírussal szemben ellenálló vagy toleráns. Ezt a fajtaleírások betűszóval (pl. TMV, Tm, CMV, PVY) jelölik. A magátvitel csávázással akadályozható meg. A forgalmazott magvakat központilag trinátrium-foszfát (trisó) 10%-os oldatában 30 percig csávázzák. A növénynedvvel történő átvitel lényegesen csökkenthető, ha az eltávolítandó hajtásokat ujjunk közé fogva és lefelé húzva törjük. A levéltetvek ellen rendszeresen védekezni kell.

A paprika bokrosodása (Cucumber mosaic virus, CMV, *Cucumovirus*) a hajtatott paprikán szórványosan fordul elő. A tövek fejlődésükben visszamaradnak, a hajtások rövid ízközűek. A levelek sárgászöldek, elkeskenyednek. A bogyók aprók, torzak. A kórokozó növénynedvvel és levéltetvekkel vihető át.

Megelőzés, védekezés: a növénynedvvel és a levéltetűvel történő átvitel a paprikamozaiknál leírt módon akadályozható meg.

A paprika levélér szalagosodása (Potato virus Y, PVY, *Potyvirus*) a hajtatott paprikán szórványosan jelentkezik. A kivilágosodott levélerek mentén sötétzöld sávok észlelhetők. A kórokozó növénynedvvel és levéltetvekkel vihető át.

Megelőzés, védekezés: egyes paprikafajták PVY-ellenállóak. A növénynedvvel és a levéltetvekkel történő átvitel a paprikamozaiknál leírt módon akadályozható meg.

A paprika foltossága és hervadása (Tomato spotted wilt virus, TSWV, *Tospovirus*) a hajtatott paprika legjelentősebb betegsége. Ott fordul elő, ahol a nyugati virágtripsz károsít. A levélen sárgászöld, majd sötétbarna, egynemű és gyűrű alakú foltok jelentkeznek. A hajtáscsúcs lankad, hervad, majd elszárad. Az alaktalan bogyón sárgászöld és barna egynemű, gyűrű alakú foltok keletkeznek. A kórokozó növénynedvvel, elsősorban azonban nyugati virágtripsszel (de dohánytripsszel is) vihető át.

Megelőzés, védekezés: egy üzemben paprikát, paradicsomot dísznövényekkel együtt ne termeszszük. A nyugati virágtripsz ellen védekezzünk.

8.9.3.1.3. Baktériumos betegség

A paprika pszeudomonászos betegsége (*Pseudomonas syringae* pv. *syringae*) a hajtatott paprikán ritkán fordul elő. Csak akkor jelentkezhet, ha termesztéstechnikai hiba folytán a hajtatóházban lehűlés következik be. A levélen apró, kivilágosodó, perzseléshez hasonló foltok képződnek, a hajtáscsúcs elfeketedik. A virágok és az apró bogyók lehullnak.

Megelőzés, védekezés: palántaneveléskor és kiültetés után az előírt léghőmérsékletet biztosítsuk.

8.9.3.1.4. Gombás betegségek

Paprikalisztharmat *(Leveillula taurica)* a hajtatott paprika jelentős betegsége. A levél színén elmosódott sárgászöld foltok mutatkoznak. A fonákon apró dudorok és finom fehér bevonat (konídiumtartó gyep) észlelhető. Jellegzetes tünet, hogy a levelek bekanalasodnak, majd lehullanak. Ilyenkor a fonákon lévő fehér bevonat szembetűnőbb. A kórokozó a beteg leveleken marad fenn. Ezekről légmozgással a konídiumok szóródnak szét. A gomba a növény szövetében helyezkedik el. A kórokozó számára a növényház magas relatív páratartalma, valamint a tövek túl sűrű térállása kedvező.

Megelőzés, védekezés: a beteg lombot meg kell semmisíteni. Ha a betegség az előző években is jelentkezett, akkor megelőzésképpen 10–12 naponként védekezni kell. Egyébként a kiültetéstől az első bogyók kifejlődéséig legalább három alkalommal hexakonzol, penkonazol vagy miklobutanil hatóanyagú készítményeket kell használni.

A paprika feoramuláris levélfoltossága *(Phaeoramularia capsicicola)* a hajtatott paprikán jelentős és gyakori. A levélen apró, majd egyre nagyobbodó foltok jelentkeznek. A foltokon szürkésbarna konídiumtartó gyep képződik. A levelek bekanala-

sodnak, sárgulnak, majd lehullanak. Fertőzési források a lehullott beteg levelek. A kórokozó számára kedvező körülményeket szubtrópusi és trópusi klímaigénye jelzi, azaz a növényház hosszan tartó magas, 30 °C körüli hőmérséklete és magas relatív páratartalma.

Megelőzés, védekezés: lásd: paprikalisztharmat. Fontos továbbá, hogy az előírt növénysűrűséget ne növeljük és rendszeresen szellőztessünk.

A paprika botrítiszes betegsége *(Botryris cinerea)* szárpusztulást, virág- és termésrothadást idéz elő. A száron legtöbbször sérüléstől kiinduló, ovális alakú, jellegzetesen zónált foltok láthatók, amelyeken gyér konidiumtartó gyep képződik. A virágok elpusztulnak, lehullanak. A bogyón a kocsánytól kiinduló rothadás, majd dús szürke konídiumtartó gyep figyelhető meg. Fertőzési források a növénymaradványok, ahonnan a kórokozó a növényre jut. A gomba elhalt növénymaradványokon (elpusztult levél- és virágrészeken) telepedik meg vagy sebzésen keresztül jut a növénybe. Egyes fajtáknál (pl. Kaliforniai típusú fajtáknál), amelyek kocsánya vastag, a szedéskor meglehetősen nagy sebek keletkeznek, ezért a származegbetegedés gyakoribb. A betegség fellépésére akkor kell számítani, ha a hajtatóházban magas a relatív páratartalom és a növények felülete hosszú ideig nedves.

Megelőzés, védekezés: a vegetációs fűtés, a csepegtető öntözés, továbbá a rendszeres szellőztetés elengedhetetlen. Az előírt tőszámot ne növeljük. Mulasztásukat nem ellensúlyozhatjuk gyakori növényvédő szeres kezelésekkel. A betegség észlelésekor azonnal azoxistrobin, iprodion vagy procimidon hatóanyagú szerekkel kell védekezni.

A paprika pítiumos betegsége: lásd: az uborka pítiumos betegsége.

8.9.3.2. Kártevők

A **levéltetvek** *(Aphidoidea)* a növényházban termesztett paprika levélkártevői közül a legjelentősebbek. A zöld őszibarack-levéltetű, uborka-levéltetű, foltos burgonya-levéltetű, csíkos burgonya-levéltetű növényházban és szabadföldön egyaránt károsítanak. A növények szívogatásával és a vírusos betegségek terjesztésével egyaránt jelentős kártételt okoznak.Kártételük kétféle, részben közvetlen kártétel, ami a növények szívogatásából, másrészt a vírusos betegségek terjesztéséből adódik. Szívogatásuk nyomán a növény hajtása rendellenesen növekszik, a levelek torzulnak. A levéltetvek a növényekből felvett tápanyag egy részét mézharmat formájában ürítik a növény felületére. A mézharmaton megtelepedő korompenész a növényeken fekete bevonatot képez. Ez a tünet csak a levéltetvek tömeges elszaporodásakor jelentkezik.

A levéltetvek gyorsan szaporodó állatok. Növényházban kizárólag szűznemzéssel és elevenszüléssel szaporodnak. A fűtött növényházakban a levéltetvek fejlődése a tél folyamán is folytatódik, így kártételükre a hajtatott növényeken folyamatosan számolhatunk. Fejlődésük rendkívül gyors, egy-két hét alatt a fiatal lárvából szaporodóképes egyed fejlődik.

Megelőzés, védekezés: A szabadból a növényházba betelepedő levéltetvek ellen a szellőzőkre szerelt vektorháló kielégítő védelmet nyújtana, ha a hazai növényházak konstrukciója a vektorhálós takarás esetén nem járna túlzott felmelegedéssel. A kártétel elkerülése végett, a növényállományban megjelenő levéltetvek ellen haladéktalanul indokolt a védekezés. A besodródott levelek közé behúzódó levéltetvek

elleni védekezés hatékonysága általában gyenge. A levéltetvek megjelenésekor pirimikarb, deltametrin, lambda-cihalotrin hatóanyagú készítményekkel védekezhetünk. Ha levéltetvek a már besodródott levelek fonákján szívogatnak, akkor pimetrozin, acetamiprid, imidakloprid, tiametoxam, dimetoát, vagy a metomil hatóanyagú készítmények eredményesen használhatók. A kémiai védekezésnél a rezisztencia kialakulásának elkerülése érdekében a növényvédő szer hatóanyagcsoportokat váltva használjuk.

Növényházban a levéltetvek természetes ellenségeinek *(Aphidius matricariae, Aphidius colemani, Chrysopa carnea, Aphidoletes aphidomyza)* felhasználásával biológiai úton is védekezhetünk.

Az **üvegházi molytetű** *(Trialeurodes vaporariorum)* a kisebb jelentőségű paprikakártevők közé sorolható. A hazai paprikafajták többségén a lerakott tojásoknak mindössze 10%-ából kel ki a lárva. Paprikaállományokban vegyszeres védelemre ritkán van szükség. Életmód, megelőzés, védekezés a paradicsom kártevőinél található.

A **nyugati virágtripsz** *(Frankliniella occidentalis)* a 1980-as évek közepe óta az európai zöldség- és dísznövényhajtató telepek rettegett kártevője. A zöldségfélék közül pedig a paprikán és az uborkán okozhat jelentős károkat. Közvetlen kártételét vírusvektor tevékenysége fokozza. A növényházban termesztett paprika legveszélyesebb kártevője. A fajták között érzékenységbeli különbségek vannak. A zöld bogyójú fajták kevésbé károsodnak.

A kárkép elsősorban a bimbókon, virágokon, a kötődött termésen és olykor a levélen is jelentkezhet. A kárkép megjelenési formája zöldségféléken növényenként eltér. A zöldségfélék közül a paprikán okozott kártétele a legjelentősebb. Az imágók és a lárvák a bimbókat és a virágokat, valamint a fiatal, növekedésben lévő leveleket is szívogatják. A fiatal levelek a károsítás hatására torzulnak. A kárkép a paprika bogyó alján, a csuma körüli részen kiemelkedő, parás szemölcsök formájában kezdődik, majd kiterjedhet a bogyó egész felületére is. A nyugati virágtripsz mellett a paprikán várható a dinnyetripsz *(Thrips palmi)* karantén kártevő hazai megjelenése is.

A nyugati virágtripsz sok nemzedékű, rejtett életmódot folytató állat. A nőstények tojásaikat a virágban és a levélen a növény szövetébe süllyesztik. A tojásból kikelő lárvák megkezdik a károsítást. Két táplálkozó lárvastádiuma van, majd ezt követően a lárva a talaj felső rétegében, talaj nélküli termesztésben a takarófólián, mesterséges közegen, nem táplálkozó prenimfává, majd nimfává alakul. A nimfából vedléssel létrejövő imágó a növényen folytatja a károsítását. Egyedfejlődésének hosszát a hőmérséklet szabja meg. Egy nemzedéke 25 °C körüli hőmérsékleten 15–20 nap alatt fejlődik ki. Míg 17 °C-on mintegy 40 nap szükséges egy nemzedék kifejlődéséhez, addig 30 °C körüli hőmérsékleten mindössze két hetet vesz igénybe. Melegkedvelő faj. Hazai körülmények között a télen is fűtött növényházakban folyamatosan szaporodik. Szabadföldi áttelelése nem igazolt.

Megelőzés, védekezés: A nyugati virágtripsz előfordulása növényvizsgálattal, továbbá csapdázással állapítható meg. A növényvizsgálat során elsősorban a virágban és a bimbóban lévő állatok megtalálása a legkönnyebb. A virágok fehér papírlap feletti kopogtatásával az imágók és lárvák jelenlétét, illetve egyedsűrűségét állapíthatjuk meg. A világoskék, ragadós lapok segítségével a növényházban repülő imágók számát vizsgálhatjuk. Ugyanakkor tudnunk kell azt, hogy a tripszek repülésre képes

imágói a népesség kisebb részét teszik ki, így a tényleges károsító helyzet megítélésére a színcsapdák alapján nem lehetséges.

A nyugati virágtripsz elleni sikeres védekezés szempontjából döntő jelentőségű a kártevő megjelenésének időben történő felismerése, tekintettel arra, hogy virágonként egy állat is a kártétel veszélyét hordja magában. A kártétel – különösen a sárga bogyójú fajtákon – igen jelentős lehet. A kártevő rejtett életmódja és gyors fejlődése miatt eredményes kémiai védekezésre csak akkor számíthatunk, ha a hajtatott paprika termesztési technológiájába beleépítjük a nyugati virágtripsz elleni védelem lehetőségeit is. Kémia növényvédelem esetén a rovarölő szeres kezeléseket a kártevő alacsony egyedszámánál kezdjük el, és egy nemzedék kifejlődése alatt a növényvédő szerek hatástartamától függően, ismételjük meg. Ilyen intenzív kezeléssorozatra kizárólag a palántanevelés alatt, továbbá a kiültetéstől a terméssszedést megelőző időszakban kerülhet sor. A növényházban engedélyezett hatóanyagok közül az acetamiprid, imidakloprid, tiametoxam, abamektin és spinozad adnak kielégítő eredményt a nyugati virágtripsz ellen. A permetezést nagy folyadékmennyiséggel végezzük.

A kártevő több hatóanyaggal szemben rezisztensnek bizonyult. Zöldségféléken nyugati virágtripsz ellen az *Amblyseius cucumeris*, *Amblyseius degenerans* ragadoz atkát, továbbá az *Orius laevigatus* és az *Orius insidiosus* ragadozó poloskákat sikeresen alkalmazzák. A virágpoloskák *(Anthocoridae)* közül a növényházakban károsít tripsz fajok *(Thrips tabaci, Frankliniella occidentalis)* elleni biológiai védekezésr csak a nyugalmi állapot (diapauza) nélküli, folyamatosan tenyészthető fajok alkalmasak. A közelmúltban a tripszek ellen a paprikaállományban használható ragadozó atkák száma tovább nőtt. A mediterrán eredetű *Amblyseius swirskii* ragadozóatka a nyári, melegebb vegetációs időszakban is hatékony. Számára optimális a 25–28 °C közötti hőmérséklet, de még 40 °C-on is folytatja a ragadozó tevékenységét. A tojások életképességüket 70% feletti relatív páratartalom mellett őrzik meg. Az *Amblyseius swirskii* ragadozóatka a fiatal tripszlárvák mellett molytetűlárvákat és a takácsatkát és a szélesatkát is elfogadja táplálékul.

A nyugati virágtripsz elleni biológiai védekezés sikere feltételezi, hogy a kártevő természetes ellenségeit, indokolt esetben már a palántanevelőben felhasználjuk, és elszaporodásukat, a többi kártevő elleni védelem során, szelektív hatású rovarölő szerek használatával segítsük.

A **közönséges takácsatka** *(Tetranychus urticae)* kártétele különösen a szárazabb klímájú, fűtött növényházakban jelentős. A tenyészidő elején kártétele nem feltűnő. A levelek fonákján finom, pókhálószerű szövedék védelmében szívogatják a leveleket. A károsított levelek későbbiekben sárgulnak, barnulnak, esetleg elszáradnak.

A közönséges takácsatka szárazság- és melegkedvelő állat. Alacsonyabb hőmérsékleten (15–20 °C) fejlődése 3–4 hétig is eltart. 20 °C felett fejlődése felgyorsul. 25–30 °C közötti hőmérsékleten akár két hét alatt is kifejlődhet egy nemzedéke. A folyamatosan hasznosított növényházakban, egész évben szaporodik. Gyakori áttelelési hely a növényházakban nevelt növények támrendszere. Növényházakban termesztett tápnövényein, a levegő páratartamának tartósan alacsony értékei, elkerülhetetlenül tömeges elszaporodásához vezetnek.

Megelőzés, védekezés: A közönséges takácsatka elleni kémiai védekezésre hajtatott paprikában a palántanevelés során, illetve a kiültetéstől a terméssszedés megkezdésé-

ig tartó időszakban van lehetőség. A későbbiekben a rendszeres szedések megnehezítik a kezelés megismétlését. A takácsatkák megjelenését követően a védekezés nem tűr halasztást. A kémiai védekezésre az atkaölő hatású növényvédő szerek közül paprikában a fenbutatin-oxid, bifenazát, bifentrin, piridaben, propargit és az abamektin engedélyezett. Az atkaölő mellékhatással rendelkező bifentrin hatóanyag a paprikát károsító rovarok és a takácsatkák együttes megjelenésekor mindkét kártevőcsoport ellen eredményesen használható. Mivel az atkaölő készítmények többsége a takácsatkánál csak bizonyos fejlődési alakjai ellen hat, a permetezést 1–2 alkalommal indokolt megismételni. Az abamektin hatóanyag felszívódó hatású, így használatától még hatékonyabb védelemre számíthatunk.

A közönséges takácsatka ellen az üvegházi ragadozóatka *(Phytoseiulus persimilis)* eredményesen használható. Az üvegházi ragadozóatka gyors fejlődésű állat. A fejlődéshez legkedvezőbb 25–30 °C léghőmérsékleten és 80–90%-os relatív páratartalom mellett egy nemzedék már 1 hét alatt kifejlődik. Az eredményes védekezéshez szükséges ragadozóatka egyedszám a takácsatkák egyedszámától, a tápnövénytől és a hőmérséklettől függ. A kijuttatásukat a takácsatkák észlelésekor haladéktalanul meg kell kezdeni. A kijuttatást azokon a növényeken javallott elvégezni, ahol a takácsatkák már megjelentek. Négyzetméterenként 20 ragadozóatka a „fertőzött" növényekre, illetve a szomszédos növényekre kijuttatva hatásos. A kijuttatást heti rendszerességgel addig ismételjük, míg a károsított növényeken ragadozó atkák száma megközelíti a takácsatkák számát. A kijuttatás 2–3 hét múlva szükség esetén megismételhető. A ragadozóatkákat általában 1000–2000 egyed/doboz kiszerelésben vermikulittal keverten szóródobozban forgalmazzák. A ragadozó atkákat a szállítást követően, minél előbb javasolt kijuttatni. Átmenetileg 6–8 °C-on, sötét helyen tárolhatók.

A közelmúltban a növényházakban károsító molytetvek, tripszek elleni védelemre ajánlott *Amblyseius swirskii* és *Amblyseius montdorensis* ragadozó atkafajok a takácsatkák ellen is hatékonyak. Mindkét faj a 70% feletti páratartalmat kedveli, és elviseli a növényházban nyári időszakban kialakuló magasabb hőmérsékletet.

A **szélesatka** *(Polyphagotarsonemus latus)* a hajtatott zöldségfélék közül egyedül a hajtatott paprikán okozhat jelentős károkat.

A szélesatka szívogatásának hatására a fiatal levelek a levél színe felé besodródnak, a főér a levél fonákján rendszerint hullámos lefutású. A virágok rosszul kötődnek, a kötődött bogyók felülete erősen parás, súlyos kártételnél a bogyó felrepedhet. A palántanevelés során a kártevő alacsony népessége miatt a tünetek nem jelentkeznek. A kiültetést követően főleg párásabb mikroklímájú fóliasátrakban a gyorsan elszaporodott állatok az első kötődött terméseken már súlyos parásodást okoznak.

A szélesatka rendkívül gyors fejlődésű, határozatlan nemzedékszámú, tojással szaporodó faj. Egy nemzedék kifejlődéséhez a paprika igényének megfelelő növényházban mindössze 4–6 napra van szükség. A meleget és a magas páratartalmat kedveli. Csak télen is fűtött növényházakban tud áttelelni.

Megelőzés, védekezés: A szélesatka a paprikán kívül rendszerint növényházi dísznövényeken károsít, és többnyire ezeken áttelelve kerül a paprikaállományokba. Észlelésekor elvégzett egyszeri kénporozás jelentős további kártétel kialakulását akadályozza meg. A speciális akaricidek közül a piridaben, továbbá az abamektin hatásos a szélesatka ellen is.

A **gyapottok-bagolylepke** *(Helicoverpa armigera)* a bogyót károsító bagolylepke lárvák közül a legjelentősebb. A szellőzőkön keresztül repül be a növényházba, rendszerint júliustól szeptemberig tartó időszakban számolhatunk jelentős kártételére. A paprika termésén kerek lyuk jelzi a kártevő jelenlétét. A károsított termés a másodlagosan megjelenő szaprofita baktériumok tevékenysége következtében elrothad. Életmódjáról részletesebb ismeretek a paradicsom kártevőinél találhatók.

Megelőzés, védekezés: A növényház szellőzőjére szerelt raschelhálós takarás megakadályozza a bagolylepke imágók betelepedését. A fiatal lárvák ellen a piretroid hatóanyagú növényvédő szerek (deltametrin), illetve a spinozad akkor hatásosak, ha a permetezést még a lárvák kelésének idejére sikerül időzíteni.

8.9.4. A paradicsom védelme

8.9.4.1. Betegségek

8.9.4.1.1. Nem fertőző betegségek

A **paradicsomlevél kanalasodása** a hajtatás során akkor jelentkezik, ha a növényház hőmérséklete magas és a relatív páratartalma alacsony.

Megelőzés, védekezés: a növényházban az előírt környezeti feltételek biztosítása.

A **paradicsombogyó csúcsrothadása** a bibepont körül jelentkezik. Száraz jellegű, barna, enyhén bemélyedő foltok mutatkoznak. Oka a kalciumhiány. Ez relatív hiány, mivel a tápoldat magas EC-értéke vagy a kedvezőtlen páraviszonyok miatt a kalcium felvétele akadályozott.

Megelőzés, védekezés: a tápoldat EC-értékét műszeres vizsgálattal folyamatosan ellenőrizni kell, valamint megfelelő páraszintet kell biztosítani a légtérben.

A **paradicsombogyó vizenyőssége** csak a hajtatás során fordul elő. A tünetekre jellemző, hogy a bogyón elmosódott, halványsárga, puha foltok mutatkoznak. A héj alatt a bogyóhús edénynyaláb-hálózata barna. A betegség legfontosabb oka a káliumhiány. A betegség kialakulását a kevés fény is elősegíti. Bogyóvizenyősséget és a magvak barnulását hideghatás eredményezi. Ha a paradicsombogyókat 10 °C alatt tárolják, akkor utóérésük megakad. Ilyenkor a bogyókon egyenetlen színeződés és vizenyős foltok mutatkoznak.

Megelőzés, védekezés: az előírt tápoldat használata és a tápoldat EC-értékének folyamatos ellenőrzése. A napfényes órák számának növekedésével a betegség mértéke csökken. A leszedett termést 10 °C alatt ne tároljuk.

A **paradicsombogyó zöldtalpassága** fajtatulajdonság, amelyet a fajtaleírások közölnek. Mértékét a környezeti tényezők is befolyásolják. Ha túl sok a nitrogén, s emellett kevés a kálium és a foszfor, akkor a zöldtalpasság nagyobb mértékű. A magas nappali hőmérséklet is növeli a zöldtalpasságot.

A **paradicsombogyó sárgatalpassága** a nagy és hosszan tartó hőmérséklet-ingadozásra vezethető vissza.

A **paradicsombogyó üregességét** a bogyófejlődés időszakában uralkodó alacsony hőmérséklet idézi elő.

8.9.4.1.2. Vírusos betegségek

Paradicsommozaik (Tobacco mosaic virus, TMV, *Tobamovius,* Tomato mosaic virus, ToMV, *Tobamovius*) a hajtatott paradicsomon gyakori és jelentős. A levélen világos- és sötétzöld mozaikfoltok láthatók, a levelek alaktalanok. A bogyón elhalások jelentkeznek. A növények növekedésükben visszamaradnak. Fertőzési források a talajba került növényrészek, a talaj, továbbá a vetőmag, amelynek felületén helyezkednek el a kórokozók. Szövetnedvvel is átvihetők a kórokozók.

Megelőzés, védekezés: A hajtatott paradicsomfajták TMV és/vagy ToMV ellenállósággal rendelkeznek. A vetőmagot az előállítók trinátrium-foszfát (trisó) 10%-os oldatában 30 percig csávázzák, ezt a vetőmag csomagolásán feltüntetik.

A paradicsom Pepino-mozaikja (Pepino mosaic virus, PeMV, *Potexvirus*) a hajtatott paradicsomon egyre gyakoribb. A leveleken sárga, szögletes foltok láthatók. A hajtások alaktalanok, torzak. A fejlődésben lévő bogyón világos foltok észlelhetők. A fertőzési források a burgonyafélék családjába tartozó gyom- és termesztett növények. A kórokozó növénynedvvel vihető át.

Megelőzés, védekezés: ellenálló paradicsomfajták még nem állnak rendelkezésre. Zöldmunkáknál a hónaljhajtásokat pattintva törjük.

A paradicsom páfránylevelűsége (Cucumber mosaic virus, CMV, *Cucumovirus,* Tomato mosaic virus, ToMV, *Tobamovius*) a hajtatott paradicsomon gyakori. Jellegzetes tünete a páfránylevelűség és a fonállevelűség. A növények növekedésükben jelentősen visszamaradnak. Mindkét kórokozó szövetnedvvel átvihető. A ToMV vetőmaggal, a CMV pedig levéltetvekkel terjed.

Megelőzés, védekezés: egyes paradicsomfajták ellenállósággal rendelkeznek. A vetőmagot az előállítók csávázottan forgalmazzák. A levéltetvek ellen védekezni kell.

A paradicsom vonalas és foltos elhalása (Cucumber mosaic virus, CMV, *Cucumovirus,* Tobacco mosaic virus, TMV, *Tobamovius*, Potato virus X, PVX, *Potexvirus*) a hajtatott paradicsomon szórványosan fordul elő. A levéléren és a száron vonalszerű elhalások, a bogyón pedig vonalas és/vagy kerek, foltszerű elhalások észlelhetők. A kórokozók szövetnedvvel, a CMV levéltetvekkel, a TMV pedig vetőmaggal is átvihető.

Megelőzés, védekezés: lásd a paradicsom páfránylevelűsége.

8.9.4.1.3. Baktériumos betegségek

A paradicsom pszeudomonászos szárszövet barnulása *(Pseudomonas corrugata)* a hajtatóházban a túlzott mennyiségű tápoldat adagolásakor jelentkezik. Egyes paradicsomtöveken a szárban, főleg az ízközöknél barnulás észlelhető. Később a száron vizenyős, barna csíkok jelentkeznek. A szár felreped, belőle gyökérkezdemények fejlődnek ki. A kórokozó fellépését a tápoldat magas EC-értéke segíti elő.

Megelőzés, védekezés: a tápoldat EC-értékét folyamatosan ellenőrizni kell.

A paradicsom klavibakteres betegsége *(Clavibacter michiganensis subs. michiganensis)* a hajtatóházban ritkán és elvétve jelentkezik. A növény fokozatosan hervad. A száron és a levélnyélen barna csíkok és repedések láthatók. A szár szövetei barnák, majd üregesek, belőlük baktériumnyálka folyik ki. A bogyón jellegzetes, ún. madárszemre utaló foltok figyelhetők meg. Bár a kórokozó vetőmaggal is átvihető, mégis

legfontosabb terjesztője a növényből kibuggyanó baktériumnyálka, amely öntözővízzel és művelőeszközökkel az egészséges tövekre jut. A kórokozó hőmérsékleti igénye magas, 24–28 °C.

Megelőzés, védekezés: a paradicsomfajták zöme a betegségre fogékony. Ezért a betegség észlelésekor a hervadó töveket távolítsuk el. Vegyi védekezéstől eredmény alig várható.

8.9.4.1.4. Gombás betegségek

A paradicsom fitoftórás betegsége *(Phytophthora infestans)* növényházakban őszszel és tavasszal jelentkező, jelentős kárt okozó betegség. Fellépésére akkor kell számítani, ha a hajtatóház hőmérséklete 20 °C alá süllyed, és a növények felülete hosszú ideig nedves.

A levélen szürkészöld, vizenyős, majd zöldesbarna, elmosódott szélű foltok jelennek meg. A foltok fonáki részén finom, fehér bevonat (sporangiumtartó gyep) látható. A levélnyélen és a száron szabálytalan alakú és nagyságú, vizenyős, majd sötétbarna foltok képződnek. A termésen nagy kiterjedésű vörösbarna foltok, azokon pedig finom, fehér sporangiumtartó gyep látható. A termés belső szövete szürkésbarna. A kórokozó életmódját az alacsony léghőmérséklet és a növényfelület-nedvesség időtartama határozza meg. 12–15 °C léghőmérséklet szükséges számára. Néhány órán át tartó növényfelület-nedvesség elegendő ahhoz, hogy a fertőzés bekövetkezzen.

Megelőzés, védekezés: a palántanevelés során 2–3 alkalommal kontakt hatású készítménnyel kell védekezni. A kiültetés után a növények rendszeres védelmet igényelnek. Az intenzív hajtásnövekedés időszakában szisztemikus hatású készítményeket válasszunk, ezután viszont a védekezést kontakt készítménnyel folytassuk. A betegség észlelésekor blokkoló hatást csak a szisztémikus készítményektől várhatunk. A szisztémikus hatású szerek közül a benalaxil, a cimoxanil, a dimetomorf, az efozit-Al és a metalaxil hatóanyagú szerek jöhetnek számításba, a kontakt hatású szerek közül pedig a klórtalonil, a réz-hidroxid, a metirám, a kaptán és a folpet alkalmazható. A védekezés szempontjából rendkívül fontos, hogy a növényház hőmérséklete legalább 22 °C körül legyen, a növényfelület-nedvesség időtartamát pedig fűtéssel és szellőztetéssel a legrövidebbre csökkentsük.

A paradicsom lisztharmata *(Leveillula taurica, Erysiphe orontii)* a hajtatás során jelentkezik. A *Leveillula taurica* kórképére jellemző, hogy a levél színén sárgászöld foltok, a fonákon pedig finom, fehér bevonat (konídiumtartó gyep) alakul ki. E kórokozó belső élősködő, vagyis a növény szövetében él, ezért ellene csak a szisztemikus hatású szerek jöhetnek számításba. Az *Erysiphe orontii* kórképére jellemző, hogy a levél színén szembetűnő fehér bevonat (epifita micélium a konídiumláncokkal) észlelhető. E kórokozó a növény felületén található, ezért ellene a kontakt hatású szerekkel védekezhetünk, ugyanakkor a szisztemikus hatású szerek is eredményesen használhatók.

Megelőzés, védekezés: ha a betegség az előző években jelentkezett, megelőzésképpen kell védekezni. Ugyancsak védekezni kell a betegség első tüneteinek észlelésekor. Védekezésre a penkonazol hatóanyagú szer javasolható.

A paradicsom szeptóriás levélfoltossága *(Septoria lycopersici)* a hajtatott paradicsomon szórványosan fordul elő. A levélen és a száron 1–2 mm átmérőjű, kerek, bar-

na szegélyű, középen kivilágosodó foltok láthatók. A foltok közepén apró, fekete pontok (piknídiumok) figyelhetők meg. A kórokozó – elsősorban a paradicsom kezdeti, intenzívebb fejlődési időszakában – a fiatal leveleket fertőzi meg.

Megelőzés, védekezés: palántaneveléskor 1–2 permetezés elegendő. A kiültetést követően folytatni kell a permetezéseket. A korai, intenzív növekedés időszakában adott 3–4 permetezés elengedhetetlen. Védekezésre a paradicsom fitoftórás betegsége ellen ajánlott szisztémikus szerek kontakt komponensei, valamint a klórtalonil, a kaptán, a folpet, a metirám és a réz-hidroxid kontakt szerek hatásosak.

A paradicsom botrítiszes betegsége *(Botrytis cinerea)* hajtatóházakban lép fel. A levéllemezen először szabálytalan alakú, vizenyős foltok mutatkoznak. Később a levél színén és fonákán finom, szürke bevonat (konídiumtartó gyep) látható. A száron nagy, szürkésbarna, ovális foltok figyelhetők meg. A folt feletti növényrészek lankadnak, majd elszáradnak. A bogyón elsősorban a csészelevelekből kiinduló, vizenyős rothadás észlelhető. A kórokozó számára a magas relatív páratartalom és a 22–24 °C hőmérséklet kedvező.

Megelőzés, védekezés: a hajtatóházakban a paradicsomot ne ültessük túl sűrűn (maximum 3,5 tő/m^2). A magas relatív páratartalmat szellőztetéssel csökkentsük, oly módon, hogy 18–22 °C hőmérsékleten 60–65%-os legyen. A sebzést kiváltó zöldmunkák után, valamint az első tünetek észlelésekor védekezni kell. Permetezésre az iprodion, a procimidon hatóanyagú szerek, valamint a *Trichoderma harzianum* T–39 törzset tartalmazó biológiai növényvédő szer használható.

A paradicsom kladospóriumos betegsége *(Cladosporium fulvum)* hazánkban a hajtatott paradicsomon régóta ismert. Volt egy időszak, amikor paradicsomfajtákat termesztettek, amelyek a kladospóriumos betegséggel szemben ellenállóak voltak. Újabban az LSL, azaz a pulton tartható fajták termesztése került előtérbe, e fajták zöme azonban fogékony erre a betegségre. Jelenleg tehát a kladospóriumos betegség leküzdése a hajtatott paradicsom védelmének gerincét alkotja. A levél színén szabálytalan alakú, sárgászöld foltok, a fonákon sötétbarna, bársonyos bevonat (konídiumtartó gyep) látható. A kórokozó számára a magas relatív páratartalom, a 18–22 °C hőmérséklet és a kevés fény kedvező.

Megelőzés, védekezés: egyes paradicsomfajták a betegséggel szemben ellenállóak, ezt a fajtaleírások C_1.....C_5 jellel közlik. Ha a paradicsomfajta nem ellenálló, a megelőző, folyamatos védekezés elengedhetetlen. Védekezésre a klórtalonil, a metirám, a kaptán és a folpet hatóanyagú kontakt szerek javasolhatók.

A paradicsom alternáriás betegsége (*Alternaria porri* f. sp. *solani*) a hajtatóházakban főleg a leveleken és a száron jelentkezik, a termésen ritkán észlelhető. A levélen 5–10 mm-es, körkörösen zónált, ovális, szürkésbarna foltok figyelhetők meg. A foltok felületét sötétbarna bevonat (konídiumtartó gyep) borítja. A száron szabálytalan alakú, sötétbarna folt látható. A bogyón a kocsánytól kiinduló, féloldalasan vagy körkörösen elhelyezkedő, besüppedő, sötétbarna folt észlelhető. A kórokozó magas hőmérsékleti igényű gomba. Hőmérsékleti optimuma 26–28 °C körül van. A gomba számára a növényfelület-nedvesség hosszú időtartama, valamint a napfényes órák számának növekedése kedvező.

Megelőzés, védekezés: palántakorban a paradicsomot 2–3 alkalommal permetezni kell. Kiültetés után folytatni kell a kezeléseket. A korai, intenzív növekedés időszaká-

ban adott 3–4 permetezés elengedhetetlen. Védekezésre a paradicsom fitoftórás betegsége ellen ajánlott szisztemikus szerek kontakt komponensei, valamint kontakt szerei hatásosak.

A paradicsom pítiumos betegsége lásd: az uborka pítiumos betegsége.

8.9.4.2. Kártevők

Az **üvegházi molytetű** *(Trialeurodes vaporariorum)* a hajtatott paradicsom egyik legjelentősebb és leggyakoribb kártevője. Kártételét a paradicsomon is előforduló gemini vírus terjesztésével fokozza.

Az üvegházi molytetű táplálkozó egyedei a leveleket szívogatják. A növényből elvont tápanyag egy részét mézharmat formájában ürítik a levelekre és a termésre. A mézharmaton megjelenő korompenész a termés minőségét jelentősen rontja. Növényházakban egész évben károsít. Tipikusan sok tápnövényű állatfaj, de néhány tápnövényét, mint az uborkát, a paradicsomot, tojásgyümölcsöt előnyben részesíti.

Az imágók a levelek fonákján szívogatnak, és a tojásaikat is ide helyezik el. A lerakott tojások száma függ a tápnövénytől, és akár a több százat is elérheti. A hajtatott zöldségfélék között legtöbb tojást az uborkára rak, kevesebbet a paradicsomra és még kevesebbet a paprikára. A tojásból a lárvák 25 °C-on 1 hét alatt kelnek ki. A kikelt lárva a levél fonákján letelepedésre alkalmas helyet keres, és egy-két nap elteltével letelepszik, elveszti mozgásképességét. A továbbiakban a lárvák helyhez kötötten, a viaszmirigyek által létrehozott viaszburok védelmében szívogatják a növény leveleit. A lárvák többszöri vedlést követően nem táplálkozó nimfává, majd imágóvá alakulnak. Egy nemzedék kifejlődésének ideje a melegigényes növények hajtatása során hozzávetőlegesen 3–4 hét. A fejlődés időtartamát a hőmérséklet és a tápnövény egyaránt befolyásolja. Sok nemzedékű faj. Növényházakban, lakásokban telel át, ahol a tél folyamán is szaporodik.

Megelőzés, védekezés: Az üvegházi molytetű ellen kémiai és biológiai védekezési módszer egyaránt ismert. Mindkét védekezési módszer sikeres lehet, ha az üvegházi molytetű elleni védelemben alapvető növénytermesztési higiénés szabályokat betartjuk. A kártétel megelőzése érdekében már a palántanevelés során indokolt lehet a védekezés. Már ilyenkor feltétlenül szükséges eldönteni, hogy a kártevők elleni védekezés kémiai vagy biológiai módját kívánjuk a későbbiekben felhasználni. A döntést azért kell meghozni, mert a palántanevelés során használt hosszú hatástartamú rovarölő szerek akadályozzák a biológiai védekezésre felhasználható természetes ellenségek későbbi betelepítését.

A kémia védekezés lehetősége elsősorban a palántanevelőben és a kiültetés után a termésszedés kezdetéig adott, ekkor még az élelmezés-egészségügyi várakozási idő nem korlátozza az egy nemzedék elleni teljes körű védelmet. Figyelembe kell venni, hogy a rovarölő szerektől elsősorban a mozgó lárvák és az imágók ellen várhatunk jó eredményt. A kémiai védekezést az imágók észlelésekor és nem a populáció tömeges elszaporodásakor, esetleg a kártétel létrejöttekor kell elkezdeni. Az imágók észleléséhez a sárga ragadós lapok jó segítséget nyújtanak.

Az üvegházi molytetű elleni kémiai védekezést egy nemzedék kifejlődésének ideje alatt a készítmények hatástartamától függően több alkalommal is szükséges meg-

ismételni. A készítményeket a rezisztens populációk kialakulásának elkerülése végett úgy válasszuk meg, hogy azok több hatóanyagcsoportból kerüljenek ki. Az üvegházi molytetű elleni védelemre korábban gyakran használt növényvédő szerek közül a szerves foszforvegyületek és a piretroidok csoportjába tartozók az ellenálló populációk kialakulása miatt hatástalanok.

Ha a növényvédő szer kijuttatása permetezés formájában történik, azt úgy végezzük el, hogy a növényvédő szer a kártevő élőhelyére, a levelek fonákára kerüljön. Különösen fontos ez a kizárólag a lárvák elleni védelemre javasolt buprofezin, teflubenzuron és a piriproxifen hatóanyagok esetében. Az említett hatóanyagok lárvák elleni hatásukat mintegy 3 hétig megőrzik, így gyakori használatuk a teljes lombfelület kialakulása után már szükségtelen. Tiametoxam, acetamiprid, imidakloprid, pimetrozin szisztemikus hatóanyagú készítmények használata tovább fokozza az üvegházi molytetű elleni védekezés eredményességét.

Az üvegházi molytetű elleni biológiai védekezés módszerei ismertek. *Encarsia formosa* fürkészdarázs, a *Macrolophus caliginosus* ragadozópoloska kibocsátásával eredményesen védekezhetünk. Az eredményes védekezéshez szükséges természetes ellenségek száma függ a molytetű egyedsűrűségétől, a termesztett növényfajtól, a hajtatási időszak hőmérsékleti viszonyaitól. A védekezés sikere érdekében a betelepítést kicsi molytetű-populációnál ajánlott elvégezni. Az *Encarsia formosa* kibocsátása parazitált molytetűbölcsőkkel történik, amelyeket kartonlapra ragasztanak, illetve ömlesztve kijuttatást szolgáló apró edényekben helyeznek el a növényállományban. Az üvegházi molytetű ellen a tenyészidő melegebb, szárazabb szakaszában az *Encarsia formosa* molytetűfürkésszel együtt vagy annak helyettesítésére az *Eretmocerus eremicus* (szinonim neve *E. californius*) fürkészdarazsat is használhatjuk.

Mivel a *Macrolophus caliginosus* ragadozó poloska populáció növekedése lassú, a tenyészidő elején javasolt a kijuttatása. A növényház melegebb helyein, a molytetűvel „fertőzött" növényeken ajánlott a nimfák és az imágók kijuttatása.

Az üvegházi molytetűn kívül a takácsatkákat, a levéltetveket és a lepketojásokat is fogyasztja. A nőstény a tojásait a levél szövetébe süllyeszti. Hőmérséklettől függően 11–37 nap alatt kelnek ki a lárvák, majd folyamatosan fejlődnek. A fejlődési idejük 25 °C-on 19 nap, 15 °C-on 58 nap. Az imágók 40–110 napig élnek, a nőstények 100–250 tojást raknak a hőmérséklettől és a táplálléktól függően. Legkedveltebb tápláléka az üvegházi molytetű, amelynek tojásaiból naponta 40–50 db-ot is kiszív. Esetenként növényi nedvet is szívogat, de ezzel számottevő kárt nem okoz.

A **dohányliszteske** *(Bemisia tabaci)* a hajtatott paradicsomon abban az esetben károsíthat, ha a zöldséghajtatás és melegigényes dísznövények termesztése közeli növényházakban történik. Vírusterjesztő faj.

A dohányliszteske levélkártevő. Az imágók és a lárvák által károsított leveleken a tünet kezdetben nem feltűnő. A későbbiekben a növények fejlődése lassul, a leveleken és a termésen mézharmat jelenik meg. Kárkép alapján nem különíthető el egyértelműen az üvegházi molytetűtől.

Határozatlan nemzedékszámú, melegigényes, sok tápnövényű kártevő. Kedvelt tápnövényei a mikulásvirág, a paradicsom, a paprika és a tojásgyümölcs. Életmódja hasonlít az üvegházi molytetű életmódjára. Tojásait a nőstények a fiatal levelek fonákján helyezik el. A kikelt lárvák hamarosan letelepszenek a levelek fonákján, és a

lárvabölcsőn belül helyhez kötötten élnek. A lárvák a szúrósertén keresztül vannak kapcsolatban a növénnyel, és innen kapják a táplálékot. Növényházakban 3–4 hét alatt fejlődik ki egy nemzedéke.

Megelőzés, védekezés: A kártétel mértéke rendszerint nem haladja meg az üvegházi molytetű által okozott kártételt. A védekezés lehetőségei az üvegházi molytetűnél leírtakkal lényegében megegyezőek. A dohánylészteske elleni biológiai védekezés nehezebben kivitelezhető. A természetes ellenségei közül az *Eretmocerus mundus* fürkészdarázs és a *Macrolophus caliginosus* ragadozópoloska együttes, ismételt kihelyezése eredményes a dohánylészteske populációk korlátozására.

Kartonlapra ragasztott parazitált dohánylészteske lárvabölcsőket forgalmaznak, amelyeket a *Bemisia tabaci* észlelésekor javasolt a növényeken elhelyezni. Négyzetméterenként 2–3 *Eretmocerus* kijuttatása addig szükséges, amíg mintegy 80% körüli parazitáltságot nem érünk el. Az *Eretmocerus mundus* kevésbé érzékeny a növényvédő szerekre, mint az üvegházi molytetű ellen használt *Encarsia formosa* faj.

A **levéltetvek** *(Aphidoidea)* a növényházban termesztett paradicsom levélkártevői közül a kevésbé jelentősek. A növényházakban előforduló, anholociklikusan szaporodó levéltetűfajok (zöld őszibarack-levéltetű, uborka-levéltetű, foltos burgonya-levéltetű, csíkos burgonya-levéltetű) kártétele a paradicsomon kisebb jelentőségű. A kiültetést követő intenzív hajtásnövekedés időszakában számíthatunk a *levéltetvek* megjelenésére és kisebb kártételére. Amennyiben a palántanevelőben levéltetvek nem fordulnak elő, megjelenésükre és kártételükre a tavaszi időszakban akkor számíthatunk, ha a szabad földön a megfelelően meleg időjárás hatására a levéltetvek szaporodása és migrációja a fás növényekről megkezdődik. Ez az időszak április vége május eleje.

Megelőzés, védekezés: A levéltetvek ellen, észlelésük esetén az *Encarsia formosa* kímélő, speciális, levéltetűölő hatóanyagok (pimetrozin, pirimikarb) kipermetezésével vagy a természetes ellenségeik (*Aphidius* spp., *Aphidoletes* spp.) kibocsátásával védekezhetünk.

A **paradicsom-levélatka** *(Aculops lycopersici)* a Solanacae családba tartozó növényeken fordul elő. Magyarországon kártétele kizárólag az üvegházban termesztett paradicsomon, és ott is ritkán jelentkezik. A paradicsom levelét, szárát és a termését szívogatják. A károsított levelek sárgulnak, barnulnak, a fonákon ezüstös elszíneződés figyelhető meg. A tünetek a növényen alulról felfelé terjednek. Sok nemzedékű, gyorsan fejlődő állat. 25 °C körüli hőmérséklet és alacsony (30% RP) páratartalom mellett hetente fejlődik ki egy nemzedéke. Tojással szaporodik. Szabadföldi körülmények között nem telel át. Szárazság- és melegkedvelő faj.

Megelőzés, védekezés: Az idősebb, alsó levelek mikroszkópi vizsgálatával még a kártétel kialakulását megelőzően felismerhető a faj jelenléte. Megjelenése esetén a növényház páratartalmának növelésével, továbbá a *kén* hatóanyagú, ventilált kénpor kiszórásával, valamint abamektin hatóanyagú növényvédő szerrel eredményesen védekezhetünk.

A közönséges takácsatka *(Tetranychus urticae)* kártétele a hajtatott paradicsomon az utóbbi esztendőkben vált jelentőssé. Különösen a szárazabb klímájú, télen is hasznosított növényházakban, továbbá a nyári, aszályos időszakban elszáradó növényállománnyal körülvett hajtató berendezésekben számíthatunk jelentős kártételére.

A tenyészidő elején kártétele nem feltűnő. A levelek fonákján finom, pókhálószerű szövedék védelmében szívogatják a takácsatkák a leveleket. A károsított levelek későbbiekben a szívogatás hatására foltosan sárgulnak, barnulnak, esetleg elszáradnak.

Megelőzés, védekezés: Életmódját, továbbá a védekezés módszereit a paprika kártevőinél ismertettük. A közönséges takácsatka elleni biológiai védekezésre a paprikaállományokban ajánlott ragadozó atkák (*Phytoseiulus persimilis, Amblyseius swirskii* és *Amblyseius montdorensis*) tevékenységét a paradicsom mirigyszőrei hátráltatják, így jelenleg önmagában hatékony eljárás nem ismert. Az üvegházi molytetű ellen betelepített *Macrolophus caliginosus* ragadozó poloska a takácsatkák számát is gyéríti.

Az **aknázólegyek**, nevezetesen a paradicsom-aknázólégy *(Liriomyza bryoniae)*, gerbera-aknázólégy *(Liriomyza trifolii)* és a borsó-aknázólégy (*Liriomyza huidobrensis*) egyaránt előfordulhatnak paradicsomon. Jelentős kártételt a gerbera-aknázólégy és a borsó-aknázólégy okozhat. Európa növényházaiban általánosan elterjedtek. A levélen megjelenő 1–2 mm széles, fehér, kanyargós akna árulkodik a kártételről. Kárkép alapján az aknázólégyfajok nem különíthetők el.

Az aknázólégy nőstények a levél színén, az epidermisz alá süllyesztik a tojásaikat. A 2–3 nap alatt kikelő lárvák egyre szélesedő aknában fejlődnek. A kifejlett lárva a levél színén felszakítja az epidermiszt, talajra veti magát, majd közvetlenül a talajfelszín alatt, esetleg a talaj nélküli termesztésben a takarófólián bábozódik. A 2–3 hetes bábnyugalom után megjelennek az imágók, és kb. 1 hét elteltével kezdik meg a tojások lerakását. A paradicsomon károsító aknázólegyek sok nemzedékű kártevők. A három faj életmódjában jelentős eltérés, hogy a paradicsom-aknázólégy báb alakban, szabadban is áttelelhet. Növényházban a tél folyamán is szaporodnak.

Megelőzés, védekezés: Az imágók csapdázására a ragadós sárga lapok eredményesen használhatók. Az aknázólegyek ellen csak tömeges megjelenésük esetén kell védekezni. Az imágók ellen deltametrin, cipermetrin, a fiatal lárvák ellen abamektin hatóanyagokkal védekezhetünk.

Az aknázólegyek elleni biológiai védekezés *Dacnusa sibirica* és *Diglyphus isaea* fürkészdarazsak ismételt kibocsátásával kielégítő védelmet nyújt. A *D. sibirica* a legjelentősebb növényházi aknázólégyfajok fiatal lárvájába rakja tojásait. Az aknázólégy lárvájának bábozódását követően a fürkészdarázs is bábozódik, így a gazdaszervezet pusztulását okozza. A faj alkalmazásának nehézsége, hogy magasabb hőmérsékleten az imágók rövidebb ideig élnek, és kevesebb tojást raknak. Éppen ezért gyakran a *Diglyphus isaea* fajjal együtt használják az aknázólegyek elleni védelemre. Az utóbbi faj lárvája, az aknában az aknázólégy lárváját támadja. A kijuttatásukat az első aknák észlelésekor javasolt elkezdeni.

A **nyugati virágtripsz** *(Frankliniella occidentalis)* közvetlen kártétele a paradicsomon jelentéktelen, de mint a paradicsom bronzfoltosság vírus (TSWV) terjesztője, különös figyelmet érdemel. A leveleken a lárvák és imágók szívogatásának hatására ezüstös elszíneződés, esetenként sárga szúrásnyomok láthatók.

Megelőzés, védekezés: Életmódját, továbbá a védekezés módszereit a paprika kártevőinél ismertettük. A nyugati virágtripsz elleni biológiai védekezésre a paprikaállományokban ajánlott ragadozó atkák tevékenységét a paradicsom mirigyszőrei hátráltatják. A paradicsomállományokban a molytetvek elleni védelemre is ajánlott *Macrolophus caliginosus* ragadozó poloska a tripszek ellen kielégítő védelmet nyújthat.

A **gyapottok-bagolylepke** *(Helicoverpa armigera)* a szellőzőkön keresztül berepülő bogyót károsító bagolylepkék közül a legjelentősebb faj. Rendszerint július szeptember hónapban számíthatunk jelentős kártételére.

A paradicsom termésén kerek lyuk jelzi a kártevő jelenlétét. A károsított termés a másodlagosan megjelenő szaprofita baktériumok tevékenysége következtében elrothad.

Megelőzés, védekezés: A növényház szellőzőjére szerelt raschelhálós takarás megakadályozza a bagolylepke imágók betelepedését. A fiatal lárvák ellen a piretroid hatóanyagú növényvédő szerek (deltametrin, cipermetrin) akkor hatásosak, ha a permetezést még a lárvák kelésére sikerül időzíteni. A kitinképződést gátló inszekticidek közül a teflubenzuron hatóanyag szintén hatásos.

8.9.5. Az uborka védelme

8.9.5.1. Betegségek

8.9.5.1.1. Nem fertőző betegségek

Az **uborkatermés görbülése** a minőséget csökkenti. Előidézője lehet a túlterhelés, az alacsony (14 °C körüli) léghőmérséklet, valamint néhány tápelem hiánya (kalcium, mangán) a termésfejlődés időszakában.

A **fiatal uborkatermések lehullása** akkor következik be, ha a kötődés után a léghőmérséklet 10–12 °C körül van.

Az **uborkahajtások lankadása** alacsony talajhőmérsékleten, hideg vizes öntözés után, a talajba juttatott műtrágya vagy növényvédő szer okozta részleges gyökérelhaláskor következik be.

8.9.5.1.2. Vírusos betegség

Az **uborkamozaik** (Cucumber mosaic virus, CMV, *Cucumovirus*) az uborka egyik jelentős betegsége. A tövek növekedésükben visszamaradnak, értéktelen termést fejlesztenek. A levélen mozaikfoltok láthatók. A levelek hullámosak, kisebbek lesznek. A termés apró, sárgászöld foltokkal tarkított, rajta dudorok észlelhetők. A kórokozó gazdanövénye számos termesztett és gyomnövény. A kórokozót a levéltetvek terjesztik.

Megelőzés, védekezés: számos uborkafajta CMV-ellenálló. Erről a fajtaleírások tájékoztatnak. A levéltetvek elleni rendszeres védekezés elengedhetetlen.

8.9.5.1.3. Gombás betegségek

Az **uborka-peronoszpóra** *(Pseudoperonospora cubensis)* 1985-től az uborka legjelentősebb betegsége. Sárgadinnyén is károsít. A betegség súlyos lombkárosodást okoz, ezért jelentősen csökken a terméshozam.

A levél színén nagy, szögletes, sárgászöld foltok jelentkeznek, a fonákán lilásbarna bevonat (sporangiumtartó gyep) figyelhető meg. A levélfoltok elhalnak, végül az egész levél elszárad. Fertőzési források a levélmaradványok, de a kórokozó légmozgással, időjárási frontokkal nagy távolságból is a növényre kerül. A kórokozó számára az alacsony és magas hőmérséklet egyaránt kedvező. Fertőzőképességét a levélfe-

lület-nedvesség alapvetően meghatározza. Minél hosszabb a levélfelület-nedvesség időtartama, annál nagyobb lesz a megbetegedés mértéke.

Megelőzés, védekezés: peronoszpóra-rezisztens uborkafajták már ismertek, számuk azonban kevés. A megelőző védekezést már a palántanevelőben meg kell kezdeni, majd kiültetés után folyamatosan védekezni kell kontakthatású szerekkel. Az intenzív hajtásnövekedés időszakában a szisztemikus szereket használjuk. Ilyenek a dimetomorf, a benalaxil, az efozit-Al, a fozetil-Al, az azoxistrobin vagy a cimoxanil hatóanyagú szerek. Ezután kontakt szerekkel kell védekezni, ilyenek a klórtalonil, a rézhidroxid, a kaptán vagy a folpet hatóanyagú készítmények.

Az **uborka-lisztharmat** *(Erysiphe cichoracearum, Sphaerotheca fuliginea)* főleg a vegetációs időszak második felében válik jelentőssé. A levél színén először foltszerűen, majd a levél felületét teljesen beborítva szürkésfehér bevonat (epifita micélium a konídiumláncokkal) észlelhető. Később e tünetek a levél fonákán is megjelennek. A bevonatban apró, fekete képletek (kleisztotéciumok) is kialakulnak. A kórokozók a növénymaradványokon telelnek át. Számukra a száraz, meleg időjárás kedvező. A kórokozók légmozgással terjednek.

Megelőzés, védekezés: számos uborkafajta lisztharmat-ellenálló. Ezt a fajtaleírások közlik. Ha a fajta ezzel az ellenállósággal nem rendelkezik, akkor a betegség ellen 10 lombleveles kortól védekezni kell. Az intenzív hajtásnövekedés időszakában a szisztemikus szereket használjuk. Ilyenek a miklobutanil, a penkonazol. Ezután elemi kén vagy dinokap hatóanyagú szerekkel kell védekezni.

Az uborka botrítiszes betegsége *(Botrytis cinerea)* elsősorban a hajtatott uborkán, főleg a termésen fordul elő. A termésen a kocsány felé terjedő, vizenyős rothadás látható. A rothadó részeket később szürke konídiumtartó gyep borítja. Fertőzési források a termés virágmaradványai, amelyeken a kórokozó megtelepedik, majd szaporodik. A gomba egyrészt konídiumtartó gyepet fejleszt, ahonnan a konídiumok légmozgással vagy vízzel szétterjednek, másrészt micéliumával a termésbe jut, és annak szövetében gyorsan továbbterjed. A rothadó terméseken fejlődő konídiumok újabb fertőzések létrehozói. A kórokozó számára a magas relatív páratartalom és a 22–24 °C-os hőmérséklet a kedvező.

Megelőzés, védekezés: noha a hajtatott uborka számára a magas relatív páratartalom elengedhetetlen, a légmozgást – különösen a fényszegény időszakban – szellőztetéssel biztosítani kell. Az első tünetek észlelésekor azonnal meg kell kezdeni a permetezést fenhexamid hatóanyagú szerrel, valamint a *Trichoderma harzianum* T–39 törzset tartalmazó biológiai növényvédő szerrel.

Az uborka kolletotrihumos betegsége *(Colletotrichum orbiculare)* a hajtatott uborkán főleg a levélen fordul elő. A levélen nagy, kerek vagy ovális, világosbarna foltok észlelhetők, a levélnyélen és az indán a foltok megnyúlnak. A termésen kráterszerű besüppedő foltok láthatók. A foltokban apró, rózsaszínű, majd barna pontok (acervuluszok) alakulnak ki. Fertőzési források a kabakosok növénymaradványai és a vetőmag. A kórokozó elsősorban vízcseppekkel terjed. Számára a 22–27 °C hőmérséklet és a csapadékos időjárás kedvező.

Megelőzés, védekezés: a vetőmag csávázása kaptán hatóanyagú szerrel. A vetőmagvak általában csávázottan kerülnek forgalomba. A csávázást a vetőmag csomagolóanyagán feltüntetik. Ha a vetőmag csávázott, a fentebb említett kezelést nem kell

elvégezni. Az állománykezelés időpontjai az uborka-peronoszpóránál leírtakkal azonosak. Az uborka-peronoszpóra elleni szisztemikus szerek kontakt komponensei e betegség ellen is hatásosak. Védekezésre a klórtalonil, a rézhidroxid, a kaptán vagy a folpet hatóanyagú kontakt szereket használjuk.

Az uborka pítiumos betegsége *(Pythium debaryanum)* akkor jelentkezik, ha a talaj nélküli termesztéskor használt magvető, palántanevelő kockát és paplant használunk. Az uborka gyökerei e mesterséges közegeken részben vagy teljesen vörösbarnák lesznek, végül elhalnak. A kórokozó sporangiumokat képez, amelyből mozgó sporangiumspórák szabadulnak ki. Ezek a tápoldatban és a vízben mozogva egyik növényről a másikra jutnak.

Megelőzés, védekezés: használt mesterséges közegen hajtatni kockázatos. Ha mégis azon termesztünk, akkor a magvetés után, kelés után, valamint kiültetés után propamokarb hatóanyagú szerrel nagy lémennyiséggel permetezzünk.

8.9.5.2. Kártevők

Az **üvegházi molytetű** *(Trialeurodes vaporariorum)* a hajtatott uborka gyakori és jelentős kártevője. Az uborkalevelek fonákján megtelepedő üvegházi molytetű fehér lárvabölcsői hívják fel a kártevőre a figyelmet. A tömegesen elszaporodott molytetűpopulációk nagy mennyiségű mézharmatot ürítenek, amelyen megjelenik a korompenész.

Megelőzés, védekezés: A kártevő biológiáját és a védekezés lehetőségeit a hajtatott paradicsom kártevőiről írott fejezetben tárgyaltuk.

A **nyugati virágtripsz** *(Frakliniella occidentalis)* a hajtatott uborka jelentős, behurcolt kártevője. Különösen a paprika és más tripszérzékeny növény (gerbera, rózsa, szegfű) szomszédságában termesztett uborkaállományokban gyakori. Gyakran a nyugati virágtripsszel együtt a honos dohánytripsz *(Thrips tabaci)* is károsít.

A nyugati virágtripsz kártétele a levélen és a kötődött termésen jelentkezik. A levélen okozott kártétel megegyezik a dohánytripsz által okozott elváltozással, azaz a lárvák és az imágók ezüstösfehér szívásnyomokat okoznak a leveleken. A kártétel általában erősebb, mint a dohánytripsz esetében. A tripszimágók és lárvák gyakran a virágba is behúzódnak, a virágok és a kötődött fiatal termés szívogatásával a termés enyhe parásodását, olykor rendellenes görbülését okozzák. A dinnyetripsz *(Thrips palmi)* karantén kártevő, kedvelt tápnövénye az uborka. Hazai előfordulása nem ismert, bár kárkép alapján nem különíthető el az említett fajoktól.

Megelőzés, védekezés: Életmódját és a védekezés lehetőségeit a hajtatott paprika kártevőinél ismertettük.

A **közönséges takácsatka** *(Tetranychus urticae)* egyik kedvelt tápnövénye az uborka. A nagy felületű levélzet fonákján a takácsatkák számára rendkívül kedvező feltételek alakulnak ki a hajtatott uborkán. A károsított növény párologtatása a szívogatáskor ejtett sebek nyomán ugrásszerűen megnövekszik, a növény teljesítőképessége csökken. A hajtatott uborkát a közönséges takácsatka a lomblevelek megjelenését követően a tenyészidő végéig veszélyeztetheti. Minél fiatalabb uborkán jelenik meg a közönséges takácsatka, annál nagyobb a kártétel kialakulásának lehetősége. A közönséges takácsatka által uborkán okozott tünet hasonlít a magnéziumhiány okozta elváltozásokra. A levelek az érközökben sárgulnak, a levelek ha-

mar előregszenek. Az első tünetek leggyakrabban a fűtőcsövek, illetve a meleglevegő-befúvók környékén jelentkeznek.

Megelőzés, védekezés: A hajtatott uborkán a takácsatka által okozott kártétel a hőmérséklet és a páratartalom szabályozásával mérsékelhető. Azokban a növényházakban, ahol a relatív páratartalom 70% körül alakul és a hőmérséklet nem haladja meg a 28–30 °C-ot, kevésbé kell takácsatka-kártétellel számolni. A növényvédelemi beavatkozással nem szabad megvárni, hogy a takácsatkák jelenlétét a leveleken okozott kárkép mutassa. A közönséges takácsatka elleni kémiai védekezésre uborkán elsősorban a kiültetéstől a terméssszedés megkezdéséig tartó időszakban van lehetőség. A későbbiekben a rendszeres, gyakori szedések nem teszik lehetővé atkaölő szerek ismételt használatát. A kémiai védekezésre az atkaölő hatóanyagok közül uborkában a fenbutatin-oxid, bifenazát, bifentrin, hexitiazox, abamektin és a piridaben engedélyezett. Az akaricides permetezések elvégzésekor a levelek fonákjának egyenletes növényvédő szeres borítottsága elengedhetetlenül szükséges.

A kártevő elleni biológiai védekezés lehetőségét a hajtatott paprika kártevőinél ismertettük és bevezetését itt is javasoljuk.

A **levéltetvek** *(Aphidoidea)* közül a növényházban termesztett uborkán az uborkalevéltetű *(Aphis gossypii)* a legjelentősebb. Kártétele a folyamatosan hasznosított növényházakban gyakori. A kártétel kezdetben nem feltűnő. A levéltetvek az uborka fiatal hajtásán a levelek fonákján szívogatnak. A károsított levelek a növekedésben visszamaradnak, a hajtás fejlődése lelassul, illetve leáll. A levéltetvek nagy mennyiségű mézharmatot ürítenek.

Megelőzés, védekezés: Biológiájuk, a védekezés lehetőségei a hajtatott paprika kártevőinél található.

Az **árnyékszúnyogok** *(Sciaridae)*, korábbi nevükön gyászszúnyogok is lehetnek a talaj nélküli uborkahajtatás eseti kártevői. Kártételük a túlöntözött növényállományokban jelentkezik. A korhadó főgyökeret, a szár alsó, közegben lévő kérgét rágják meg. A lárvák mintegy 1–4 mm hosszúak, kissé áttetszők, lábatlanok és fejük fekete. Többnemzedékűek, többnyire korhadéklakók. Egyes gombás betegségeket (*Pythium* fajok) is terjeszthetnek.

Megelőzés, védekezés: A gyászszúnyogok ellen csak ritkán szükséges a védekezés. A növény igényének megfelelő harmonikus víz- és tápanyag-ellátás esetén kártételük ritkán jelentkezik. Az árnyékszúnyogok elleni biológiai védelem a *Hypoaspis* ragadozóatkák és a *Steinernema* fonalférgek kijuttatásával lehetséges.

A **szalmaatka** *(Tyrophagus longior)* a szalmabálán termesztett uborka jelentős kártevője. A kártétel az ültetést követően hamarosan az alsó lombleveleken jelentkezik. A levélen apró sárgás pontok jelzik a kártétel helyét. A kártevő a levéllemez fonákján apró üregeket rág, gyakran a levél kilyukad, majd a levél növekedése folytán a lyukak növekszenek. A károsított növény a növekedésben megáll. A kártevő akár szabad szemmel is jól megfigyelhető egyedei a szalmabálából húzódnak a levelekre, és ott károsítanak. Jelenlétüknek a párás idő kedvez. Sok nemzedékű korhadéklakó faj.

Megelőzés, védekezés: A termesztés közegéül szolgáló szalmabála felhasználás előtti száraz hideg helyen történő tárolásával, gondos hőkezelésével a kártétel elkerülhető. A kártevő megjelenése esetén pirimifosz-metil hatóanyagú növényvédő szerrel állománypermetezés formájában védekezhetünk.

8.9.6. A sárgadinnye védelme

8.9.6.1. Betegségek

8.9.6.1.1. Nem fertőző betegségek

A **sárgadinnye termésének rendellenes alakját** az alacsony és a nagyon magas hőmérséklet idézi elő.

A **fiatal sárgadinnye termésének lehullása** túlterhelésre vagy a termésdeformációhoz hasonlóan, ugyancsak az alacsony és a nagyon magas hőmérsékletre vezethető vissza.

8.9.6.1.2. Vírusos betegségek

A **sárgadinnye-mozaik** (Cucumber mosaic virus, CMV, *Cucumovirus*, Watermelon mosaic virus, WMV, *Potyvirus*) a sárgadinnyén egyre jelentősebbé válik. AWMV gazdanövényei a kabakosok, a CMV gazdanövényköre rendkívül széles. A levélen sárgászöld és sötétzöld foltok figyelhetők meg. A levelek kisebbek, deformáltak lesznek. A kórokozók levéltetűvel vihetők át. A megbetegedés mértéke ezért az uborka-levéltetű elszaporodásának függvénye.

Megelőzés, védekezés: a sárgadinnyefajták jelentős része WMV-ellenálló. A CMV-ellenállóság csak egyes fajták jellemzője. Az ellenállósággal nem rendelkező fajták esetében elengedhetetlen a levéltetű elleni védekezés.

8.9.6.1.3. Gombás betegségek

Sárgadinnye-peronoszpóra: lásd uborka-peronoszpóra.

A sárgadinnye-lisztharmat *(Erysiphe cichoracearum, Sphaerotheca fuliginea)* elsősorban meleg nyarakon, a termésfejlődés időszakában válik jelentőssé. A levél színén finom, fehér bevonat (epifita micélium a konídiumláncokkal) borítja. Súlyos megbetegedés esetén a bevonat a levél fonákán foltszerűen is jelentkezhet. A fehér bevonatban később pontszerű, fekete képletek (kleisztotéciumok) is láthatók. Fertőzési források a növénymaradványok. A kórokozó számára a 15–25 °C közötti hőmérséklet és az alacsony relatív páratartalom kedvező. Minél idősebbek a levelek, annál érzékenyebbek a lisztharmatra, emiatt a betegség fokozatosan alakul ki.

Megelőzés, védekezés: a sárgadinnye fajták zöme lisztharmattal szemben ellenálló. A fogékony fajtákat az indafejlődés időszakában azoxistrobin, miklobutanil, penkonazol hatóanyagú szerekkel védjük. Később szükségessé válhat a kén hatóanyagú szerek használata, nedvesítőszer hozzáadásával.

A sárgadinnye kolletotrihumos betegsége *(Colletotrichum orbiculare)* a sárgadinnye jelentős, meghatározó betegsége. A csíranövény és a palánta gyökérnyaka befűződik, sötétbarna lesz. A levélen 6–10 mm-es, halványbarna foltok láthatók. A sárgadinnyén e foltok szegély nélküliek, a görögdinnyén viszont sötétbarna szegélyűek. A száron a foltok oválisak, a termésen kráterszerűek. A foltokban apró, rózsaszínű képletek (acervuluszok) alakulnak ki. Fertőzési források a növénymaradványok, továbbá a vetőmag, a kórokozó azok felületén helyezkedik el. A magról a csíranövényekre, a levelekre, az indára, végül a termésre jut.

Megelőzés, védekezés: számos sárgadinnyefajta a betegséggel szemben ellenálló. A fogékony fajtáknál azonban a magátvitelt meg kell akadályozni. Ha száraz vetőmagot használunk, akkor azt kaptán hatóanyag-tartalmú szerrel porcsávázni kell. Ha azonban a magot előcsíráztatjuk vagy előáztatjuk, akkor a kelés után és 10 nap múlva kaptán hatóanyagú szerrel permetezzük. Az indafejlődés időszakában a lisztharmat ellen használt miklobutanil és penkonazol hatóanyagú szerek a kolletotrihumos betegség ellen is hatásosak, később a kaptán hatóanyagú szer jöhet számításba.

A sárgadinnye pítiumos betegsége lásd: az uborka pítiumos betegsége.

8.9.6.2. Kártevők

Az **uborka-levéltetű** *(Aphis gossypii)* a dinnye jelentős kártevője. A növény leveleinek szívogatásával, valamint vírusvektor tevékenységükkel jelentős károkat okozhatnak. A kártétel mértéke évenként, illetve termőhelyenként szélsőségesen nagy eltéréseket mutat. Egyes esztendőkben tömeges megjelenése súlyos károk okozója, más esztendőkben szórványosan előforduló kisebb populációi nem indokolják a védekezést. A kártétel a levéltetvek elszaporodását követően válik szembetűnővé. A dinnyelevelek fonákján és a fiatal hajtásokon élő levéltetvek szívogatásának hatására a növények növekedése leáll, a levelek besodródnak, a hajtás torzul, rövid ízközű lesz. A károsítás az idős és a fiatal leveleken egyaránt megfigyelhető.

Az uborka-levéltetű melegégövi származású, növényházakban világszerte elterjedt faj. Esetenként már a palántanevelőben megfigyelhető, így a növény szaporítóanyaggal is bekerülhet a hajtatóházba. Az uborka-levéltetű szűznemzéssel szaporodik. A dinnyén károsító populáció valamennyi egyede nőstény, ennek következtében rendkívül gyorsan elszaporodhat. A fiatal lárvákból, hőmérséklettől függően, egy-két hét alatt szaporodóképes rovar fejlődik. Az uborka-levéltetű Magyarországon csak növényházakban anholociklikusan szaporodó populációkkal tud áttelelni, és innen indul ki a levéltetvek terjedése. A levéltetvek leggyakrabban a kiültetés után jelennek meg dinnyeállományban.

Megelőzés, védekezés: Az uborka-levéltetű a sárgadinnyefajtákat különböző mértékben kedveli. Egyes fajták ellenállóak, ezek egyben a nem perzisztens módon terjedő vírusokkal szemben is rezisztensek.

A sárgadinnye leveleinek rendszeres vizsgálatával kísérjük figyelemmel a levéltetvek megjelenését. A szárnyas egyedek tömeges megjelenésekor, illetve a levéltetűnépesség elszaporodásának kezdetén sikeresen védekezhetünk. A kémiai védelem során a levéltetvek ellen a kontakt hatású rovarölő szerektől, nevezetesen a diklórfosz, deltametrin, lambda-cihalotrin hatóanyagoktól akkor várhatunk jó hatást, ha a növényvédő szer a kártevő élőhelyére, a levél fonákára is eljut. Az első levéltetű-kolóniák észlelésekor kijuttatott szisztemikus pimetrozin hatóanyagú rovarölő szer számottevően mérsékli a levéltetvek elszaporodását.

A levéltetvek elleni biológiai védekezésre az *Aphidoletes aphidimyza* ragadozó gubacsszúnyog, az *Aphidius* levéltetű-fürkészdarazsak, elsősorban az *A. colemani* és az *A. ervi* fajok, valamint a fátyolkák *(Chrysoperla carnea)* lárvái is felhasználhatók.

A **dohánytripsz** *(Thrips tabaci)* a sárgadinnyén már a palántanevelés során gyakran megjelenik. Növényházi hajtatás során a dohánytripsz, a számára kedvező hőmér-

séklet mellett gyorsan elszaporodik és lombkártevővé válhat. A sárgadinnye levelein a kártétel apró, tűszúrásnyi, ezüstös-fehér foltok formájában jelentkezik.

A dohánytripsz palántával is terjed, illetve a kiültetést követően a szellőzőkön keresztül a szabadból is betelepülhet. Hozzávetőlegesen háromhetenként alakul ki egy nemzedéke, így a tenyészidő során a növényállományban gyorsan elszaporodhat.

Megelőzés, védekezés: Vegyszeres növényvédelemre elsősorban abban az esetben van szükség, ha a dohánytripsz megjelenését már fiatal növényeken észleljük. A dohánytripsz ellen hatásos felszívódó hatóanyagok közül a sárgadinnyében az abamektin engedélyezett. A kontakt hatóanyagok, így pl. a deltametrin, diklórfosz csak akkor hatásosak a dohánytripsz ellen, ha a növényvédő szer a levelek fonákára kerül. A kártevő rejtett életmódja miatt a permetezés megismétlése 7–10 nap elteltével szükséges. Amennyiben a dohánytripsz megjelenése a lombozat kialakulása után következne be, a védekezés rendszerint nem indokolt.

A dohánytripsz elleni biológiai védekezés sárgadinnye-állományban ragadozó poloskák (*Orius* spp.) betelepítésével is történhet. A ragadozó poloskák egyúttal a levéltetveket és a takácsatkákat is gyérítik.

A **közönséges takácsatka** *(Tetranychus urticae)* kártételével hajtatott sárgadinnyén is számolni kell. Növényházakban a levegő páratartamának tartósan alacsony értékei elkerülhetetlenül tömeges elszaporodásához vezetnek. A levelek fonákján pókhálóra emlékeztető, de annál finomabb szövedék védelmében szívogatják a leveleket. A károsított növény párologtatása a szívogatáskor ejtett sebek nyomán ugrásszerűen megnövekszik, a növény teljesítőképessége csökken. A károsított levelek sárgulnak, barnulnak, esetleg elszáradnak. A palántanevelőben, de a kiültetett növényállományban is évente több nemzedéke fejlődik.

Megelőzés, védekezés: A kártételi veszélyhelyzet jelentősen fokozódik, ha már a kiültetésre szánt palántákon megjelent a takácsatka. A várható kártétel mértékét több tényező befolyásolja. Amennyiben a hajtatóház közvetlen szomszédságában gyommal borított növényállomány vagy a közönséges takácsatka által károsított termesztett növények vannak, a takácsatka megjelenésével fokozottan számolni kell.

A közönséges takácsatka elleni kémiai védekezésre sárgadinnyén elsősorban a palántanevelés és a kiültetéstől a termésszedés megkezdéséig tartó időszakban lenne lehetőség. Sárgadinnye-állományban takácsatkák elleni kémiai védelemre kizárólag az abamektin hatóanyag áll rendelkezésre. Így a megelőző higiénés rendszabályok betartásának a szerepe kiemelt jelentőségű.

A sárgadinnyén károsító takácsatka ellen a ragadozó atkák és ragadozó poloskák kibocsátásával is eredményesen védekezhetünk. Lásd a paprika kártevőinél.

Az **üvegházi molytetű** *(Trialeurodes vaporariorum)* dinnyekártevőként kizárólag a növényházi hajtatás során fordul elő. A kártétel mértéke az eddigi tapasztalatok szerint azonban itt is jelentéktelen, védekezésre rendszerint nincsen szükség. A kártevőről, a védekezés lehetőségeiről szóló részletesebb ismereteket lásd a paradicsom kártevőinél.

8.9.7. A tojásgyümölcs védelme

8.9.7.1. Betegségek

8.9.7.1.1. Nem fertőző betegségek

A **tojásgyümölcs termés csészeleveleinek elszáradása** különösen erős fényviszonyok és magas relatív páratartalom esetén jelentkezik. Ilyenkor a csészelevelek kalciumtartalma nagyon magas.

A **tojásgyümölcs termés egyenetlensége, felrepedése** kalciumhiányra utal. E relatív hiány a tápoldat magas töménységére vezethető vissza.

A **tojásgyümölcs levélcsúcsának pusztulása.** A fiatal hajtások levélcsúcsa világoszöld lesz, majd elhal és lehullik. Ennek oka a magnéziumhiány.

8.9.7.1.2. Vírusos betegségek

A **tojásgyümölcs-mozaik** (Tobacco mosaic virus, TMV, *Tobamovirus*, Cucumber mosaic virus, CMV, *Cucumovirus*) gyakori betegség. A levélen sötétzöld, világoszöld és sárga mozaikfoltok láthatók. A száron sötétbarna csíkok jelennek meg. A termés apró, alaktalan lesz. A TMV a talajba került növényrészeken vagy a talajban marad fenn. Fertőzési forrás még a vetőmag is, amelynek felületén található a kórokozó. A CMV fő terjesztői a levéltetvek. Mindkét vírus szövetnedvvel átvihető.

Megelőzés, védekezés: Fajtaválasztáskor TMV- és/vagy CMV-ellenálló fajtát célszerű választani. A TMV-fogékony fajták magvait központilag trinátrium-foszfát (trisó) 10%-os oldatában 30 percig csávázzák. Ezt a magtasakon feltüntetik. A levéltetvek ellen rendszeresen védekezni kell.

8.9.7.1.3. Gombás betegségek

A **tojásgyümölcs fitoftórás betegsége** *(Phytophthora infestans)* a hajtatóházban rendszeresen előfordul, főleg a fűtés nélküli termesztés során. A levélen, a levélnyélen és a száron szürkészöld, vizenyős foltok, a termésen pedig szürkésbarna, rothadó foltok láthatók. A foltok felületén gyér, fehér sporangiumtartó gyep is képződik. A kórokozó a növénymaradványokon marad fenn. Fejlődéséhez az alacsony, 12–15 °C léghőmérséklet és a hosszan tartó növényfelület-nedvesség elengedhetetlen.

Megelőzés, védekezés: Vegetációs fűtéssel és rendszeres szellőztetéssel a kórokozó esélyeit csökkenthetjük. A palántanevelés során 1–2, továbbá a kiültetés után, az intenzív növekedéskor 2–3 alkalommal szisztemikus hatású benalaxil, metalaxil, efozit-Al vagy dimetomorf hatóanyagú szerrel kell permetezni, ezután pedig a kontakt hatású klórtalonil, kaptán vagy folpet hatóanyagú szert használjuk.

A **tojásgyümölcs botrítiszes betegsége** *(Botrytis cinerea)* főleg akkor jelentkezik, ha a hajtatóházban magas a relatív páratartalom. A levélen, a száron és a termésen vizenyős, világosbarna foltok jelennek meg, azokon pedig dús, szürke konídiumtartó gyep képződik. A kórokozó növénymaradványokon marad fenn, ahonnan elsősorban sérüléseken – szedéskor a sérült kocsányalapon át – fertőz.

Megelőzés, védekezés: Gyakran szellőztessünk, hogy a hajtatóházban a relatív páratartalom ne legyen magas. Védekezésre az iprodion, a procimidon hatóanyagú szerek, továbbá a *Trichoderma harzianum T–39* törzset tartalmazó biológiai növényvédő szer használható.

A tojásgyümölcs pítiumos betegsége lásd: az uborka pítiumos betegsége.

8.9.7.2. Kártevők

Az **üvegházi molytetű** *(Trialeurodes vaporariorum)* a kisebb jelentőségű tojásgyümölcs kártevők közé sorolható annak ellenére, hogy valamennyi fejlődési alakja megtalálható a tojásgyümölcsön. Tojásgyümölcs-állományokban a megelőző higiénés szabályok betartása esetén vegyszeres védelemre ritkán van szükség. Életmód, megelőzés, védekezés a paradicsom kártevőinél található.

A **közönséges takácsatka** *(Tetranychus urticae)* kártételével hajtatott tojásgyümölcsön is számolni kell. Növényházakban a levegő páratartalmának tartósan alacsony értékei elkerülhetetlenül tömeges elszaporodásához vezetnek. A levelek fonákján pókhálóra emlékeztető, de attól finomabb szövedék védelmében szívogatják a leveleket. A károsított idősebb levelek sárgulnak, barnulnak, esetleg elszáradnak. Palántanevelőben, de a kiültetett növényállományban évente több nemzedéke fejlődik.

Megelőzés, védekezés: A kártételi veszélyhelyzet jelentősen fokozódik, ha már a kiültetésre szánt palántákon megjelent a takácsatka. A palántanevelőben a megelőző higiénés szabályok betartásával megelőzhető a kártevő megtelepedése.

A várható kártétel mértékét befolyásoló tényezők közül említésre méltó a hajtatóház közvetlen szomszédságában lévő növényállomány takácsatka-népessége. Erősen károsított szomszédos növényállományból a takácsatkák gyorsan betelepedhetnek.

A közönséges takácsatka elleni kémiai védelemre tojásgyümölcsön ritkán van szükség. A kémiai védekezésre a speciális atkaölő hatóanyagok közül a bifenazát engedélyezett. A takácsatka ellen ragadozó atkák *(Phytoseiulus persimilis)* kibocsátásával biológiai úton is védekezhetünk. A módszer bevezetését megkönnyíti, hogy a burgonyabogár kivételével valamenynyi tojásgyümölcsön előforduló kártevő rovar ellen engedélyezett biológiai védekezés áll a termesztők rendelkezésére.

A **nyugati virágtripsz** *(Frakliniella occidentalis)* a hajtatott tojásgyümölcsön is jelentős károk okozója lehet. Vele együtt hasonló levéltünetet okozva károsíthat a dohánytripsz *(Thrips tabaci)* és a dinnyetripsz *(Thrips palmi)*. Az utóbbi faj Délkelet-Ázsiából származik, hazai előfordulása nem ismert, de megjelenése a közeljövőben ott várható, ahol dísznövényeket és zöldségféléket szomszédos növényházakban termesztenek.

A tripszek kártétele a tojásgyümölcs levelein ezüstösfehér szívásnyomok, illetve a fiatal leveleken levéldeformálódás formájában jelentkezik. Kártétel alapján a kárt okozó tripszfajok nem különíthetők el. A dinnyetripsz kártétele a tojásgyümölcs termésén a csészelevelektől kiinduló parásodás formájában is jelentkezik.

Megelőzés, védekezés: A nyugati virágtripsz életmódját és a védekezés lehetőségeit a hajtatott paprika kártevőinél tárgyaltuk. A másik két faj elleni kémiai védekezés elve lényegében megegyezik az ott leírtakkal. A védekezés megvalósítását korlátoz-

za, hogy a tojásgyümölcs, mint kicsiny felületen termesztett növény a növényvédő szerek engedélyokirataiban nem szerepel.

A **burgonyabogár** *(Leptinotarsa decemlineata)* a hajtatott tojásgyümölcs jelentős kártevője. A kártételt a szabadföldről a növényházba szellőzőkön keresztül berepülő bogarak a levelek megrágásával okozzák. A burgonyabogárnak évente kettő nemzedéke fejlődik a szabadföldi burgonyán. Az áttelelt imágók, illetve a szántóföldön nagy tömegben kifejlődött 1. nemzedék imágói jelentik a legnagyobb kártételi veszélyt. A növényházi szellőzőkön keresztül berepülő bogarak a növényeken érési táplálkozást folytatnak, majd lerakják tojásaikat. A tojásból kikelő lárvák a növény leveleit károsítják, de kártételük mértéke nem éri el az imágókét. A második nemzedék imágóinak kártétele a hajtatott tojásgyümölcsön kevésbé jelentős.

Megelőzés, védekezés: A védekezés az első nemzedék növényházba betelepedő imágói ellen irányul. A szellőzők vektorhálós borítása kellő védelmet jelent a burgonyabogár betelepedése ellen. Vektorháló hiányában az imágók észlelésekor a betelepedés mértékének figyelembevételével rovarölő szeres permetezés elvégzése indokolt. A burgonyabogár ellen hatásos rovarölő szerek a tojásgyümölcs védelmére nem engedélyezettek, a permetezés elvégzéséhez a területileg illetékes Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal engedélye szükséges.

A **levéltetvek** közül főleg az uborka-levéltetű *(Aphis gossypii)*, a zöld őszibarack-levéltetű *(Myzus persicae)* és a zöldcsíkos burgonya-levéltetű *(Macrosiphum euphorbiae)* károsít.

Ellenük biológiai úton ragadozó gubacsszúnyog *(Aphidoletes aphidimyza)* növényházban történő tenyésztésével, levéltetű-fürkészdarazsakat *(Aphidius colemani* és az *A. ervi* fajok, valamint a fátyolkák *(Chrysoperla carnea)* betelepítésével védekezhetünk. Az uborka-levéltetű ellen a speciális levéltetűölő hatású pimetrozin hatóanyaggal védekezhetünk.

8.9.8. A fejes saláta védelme

8.9.8.1. Betegségek

8.9.8.1.1. Nem fertőző betegségek

A **fejes saláta levélszél-elhalása** főleg hajtatóházban jelentkezik. Két típusa van. Egyik a külső, idősebb levelek szélének elhalása. Ez főleg az őszi és téli hajtatáskor észlelhető. Előidézője a relatív páratartalom hirtelen csökkenése miatt fellépő kalcium-ellátási zavar. Ha fűtéssel a léghőmérsékletet növeljük és a talaj száraz, akkor a relatív páratartalom csökken. Öntözéssel és párásítással a károsodás megelőzhető. A levélszél-elhalás másik típusa a belső, ún. szívlevelek elhalása. Ennek is a kalciumhiány az oka, amely a tápanyagok túladagolásából adódik. A túl magas relatív páratartalom a tünetek megjelenését segíti elő. A tápoldat folyamatos ellenőrzése és a relatív páratartalom csökkentése elengedhetetlen.

A **fejes saláta leveleinek vizenyős foltossága, „üvegesedése"** a vízkórság jellemzője. A növények túlöntözésekor, alacsony hőmérsékleten és magas relatív páratartalom esetén jelentkezik.

8.9.8.1.2. Vírusos betegségek

A **salátamozaik** (Lettuce mosaic virus, LMV, *Potyvirus,* Cucumber mosaic virus, CMV, *Cucumovirus*) a fejes saláta jelentős és gyakori betegsége.

A saláta nem fejesedik. A növények fejlődésükben visszamaradnak, fejképződés nélkül laza levélrózsát fejlesztenek. A levelek mozaikfoltosak, hólyagosak, klorotikusak, a levélér kivilágosodik. A levélerek között és mentén nekrotikus foltok figyelhetők meg. Fertőzési forrás a fejes saláta közelében lévő számos termesztett és gyomnövény, a legfontosabb fertőzési forrás azonban a vetőmag. Az LMV a beteg növények pollenjével az egészséges növényekre kerül, s azokat már a virágkötődés során megfertőzi, majd a kötődött mag belsejében helyezkedik el. A beteg magvakból szisztemikusan fertőzött növények fejlődnek, amelyekről a kórokozó az egészséges növényekre jut. Mindkét kórokozó terjesztésében számos levéltetűfaj vesz részt. A kórokozók még növényi szövetnedvvel is átvihetők. A betegség mértéke a levéltetvek tömeges elszaporodásának függvénye.

Megelőzés, védekezés: LMV-, illetve CMV-ellenálló salátafajtákat termesszünk. Ezt a tulajdonságot a fajtaleírások közlik. A kórokozók terjedése a levéltetűvektorok gyérítésével akadályozható meg. Hideghajtatáskor a levéltetvek megjelenésére alig kell számítani.

8.9.8.1.3. Baktériumos betegség

A saláta pszeudomonászos levélszélrothadása (*Pseudomonas marginalis* pv. *marginalis*) a hajtatás során csak akkor jelentkezik, ha alacsony hőmérsékleten túlöntözik a salátát. A termőhelyen megfertőzött, de tünetmentes saláták levelei a szállítás során rothadnak el. A levél szélén először keskeny, majd szélesebb fekete elhalás jelentkezik. Az elhalt részek nyálkásak vagy szárazak. A tünetek először az idősebb, később azonban a szívleveleken jelentkeznek. Fertőzési források a növénymaradványok, amelyekről a kórokozó a felfröccsenő vízcseppekkel kerül a levélre. A kórokozó számára az alacsony hőmérséklet kedvező.

Megelőzés, védekezés: Hajtatás után a növénymaradványokat el kell távolítani. A hajtatás során borús, hűvös időben mérsékelni kell az öntözést.

8.9.8.1.4. Gombás betegségek

A **saláta-peronoszpóra** *(Bremia lactucae)* főleg palántaneveléskor, valamint fólia és üveg alatti hajtatásban rendszeresen jelentkezik. A kórokozónak jelenleg 10-nél több fiziológiai rassza van, de újabbak is megjelennek, amelyek áttörik a korábbi rezisztenciát.

A levél színén nagy, erek által határolt, szögletes foltok jelennek meg, amelyek először sárgászöld, majd sárga színűek, végül elszáradva barna színűek lesznek. A levélfolt fonákán hófehér bevonat (sporangiumtartó gyep) látható. A kórokozó oospórával vészeli át a kedvezőtlen körülményeket. Az oospóra még nyáron vagy a következő tavasszal fejlődik tovább. A kórokozó terjesztésében döntő szerepe van a sporangiumoknak, amelyek csíratömlőt fejlesztve fertőznek. A kórokozó fertőzésének hőmérsékleti optimuma 15–17 °C, tehát e gomba alacsony hőmérsékleti igényű.

Megelőzés, védekezés: A salátafajták zöme a kórokozó néhány vagy több patotípusával szemben ellenálló. Jelölésük Bl 1.....Bl 16. Új patotípusuk: Bl 17 – Bl 21. A Bl 1-től Bl 16-ig ellenálló fajták a Bl 19 és Bl 21 patotípusokkal szemben is ellenállóak. A megelőző védekezést már 2–3 lombleveles korban meg kell kezdeni, majd 10 napos időközökkel, 1–2 alkalommal meg kell ismételni. A védekezést a fejesedésig célszerű elvégezni, mivel később a növényvédő szert már nem juttathatjuk a levél fonákára. Védekezésre fozetil-Al, kaptán vagy folpet hatóanyagú szerek ajánlhatók. Ellenálló fajták esetén a kezelések száma lényegesen csökkenthető.

A hagyományos, talajos termesztésben a **saláta botrítiszes rothadása** *(Botrytis cinerea)* a saláta egyik régóta ismert, veszedelmes és gyakori betegsége, ami talaj nélküli termesztésben nem jelentős. Az állományban elszórtan egy-egy salátafej levelei lankadnak, végül elszáradnak. A gyökérnyak nyálkásan rothad. A szártövön és az alsó levelek főerén szürke, később szürkésbarna konídiumtartó gyep és apró, fekete szkleróciumok találhatók. Fertőzési forrás a talaj, ahol a kórokozó szkleróciumai találhatók és a fertőzött növénymaradványok, amelyeken a gomba micéliummal vészeli át a kedvezőtlen körülményeket. A szkleróciumon és az elhalt növényrészeken később konídiumtartó gyep fejlődik.

Megelőzés, védekezés: Hajtatóházban, a hajtatás befejezése után a növénymaradványokat el kell távolítani. A salátát tűzdeléskor és kiültetéskor nem szabad mélyen ültetni, mert minél mélyebben van a gyökérnyak a közegben, annál nagyobb a megbetegedés veszélye. Vegyi védekezés esetén nagyon fontos a saláta gyökérnyaki részének védelme. Ezért a palánták tápkockás tűzdelése, valamint kiültetése után közvetlenül, majd egy hét múlva iprodion, procimidon hatóanyagú szerekkel (élelmezés-egészségügyi várakozási idejük 21 nap) vagy a *Trichoderma harzianum T–39* törzset tartalmazó biológiai növényvédő szerrel (élelmezés egészségügyi-várakozási idő 1 nap) kell permetezni.

A saláta marsszoninás levélfoltossága *(Marssonina panattoniana)* újabban a fejes salátán, főként a jégsalátán súlyos levélkárosodást okoz. A levélen apró, kerek, barna szegélyű foltok észlelhetők a foltok közepe kivilágosodik, majd kilyukad. A foltokban alig észrevehető, pontszerű acervuluszok alakulnak ki. A vastagabb levélereken a foltok kráterszerűen bemélyedtek. A kórokozó, bár maggal is átvihető főleg növénymaradványokon marad fenn, konídiumokkal terjed.

Megelőzés, védekezés: Ha a forgalmazott vetőmag nem csávázott, akkor magvetés előtt azokat kaptán hatóanyagú szerrel csávázni kell. A megelőző védekezést már 2–3 lombleveles korban meg kell kezdeni, majd a fejesedésig legalább 2–3 alkalommal kell folytatni. Védekezésre a kaptán vagy a folpet hatóanyag-tartalmú szerek javasolhatók.

A saláta pítiumos betegsége: lásd. az uborka pítiumos betegsége.

8.9.8.2. Kártevők

A **levéltetvek** *(Aphidoidea)* a növényházban termesztett saláta levélkártevői közül a legjelentősebbek. A felsorolt fajok (zöld őszibarack-levéltetű, uborka-levéltetű, foltos burgonya-levéltetű, csíkos burgonya-levéltetű, barnafoltos saláta-levéltetű) növényházban és szabadföldön egyaránt károsítanak. A növények szívogatásával és a vírusos betegségek terjesztésével egyaránt jelentős kártételt okoznak.

A növényházakban termesztett salátát az anholociklikusan szaporodó, rendszerint a termesztett növényeken, és olykor gyomnövényeken a tél folyamán is fennmaradó levéltetűfajok károsíthatják. Kártételük rendszerint a fejesedés időszakában jelentkezik. Azokban a termesztőberendezésekben, ahol a tél folyamán a levéltetvek fennmaradása nem lehetséges (pl. fűtetlen fóliasátrak), ott a levéltetű-kártétellel csak a tavaszi, szabadföldi vándorlásuk megindulása után kell számolni.

A saláta levelein kolóniákban szívogató levéltetvek a levedlett lárvabőrökkel és jelenlétükkel szennyezik a salátát. A szívogatás hatására a levelek torzulnak.

A növényházakban károsító levéltetűfajok szűznemzéssel és elevenszüléssel szaporodnak, szárnyas és szárnyatlan alakok egyaránt kialakulhatnak. A megszületett egyedek mintegy másfél-két hét elteltével kifejlődnek, és ebből adódóan a nemzedékek gyorsan követik egymást. Egyedszámuk néhány hét leforgása alatt megsokszorozódhat.

Megelőzés, védekezés: A hajtatás korai időszakában a levéltetvek megjelenése rendkívül ritka. Mennél közelebb járunk a levéltetvek számára is kedvező hőmérsékleti értékek szabadföldi kialakulásához, annál nagyobb mértékben számolhatunk a megjelenésükre. Mindezek alapján a termesztés időzítésével, a berepülést megakadályozó vektorhálók használatával a levéltetvek kártétele jelentősen mérsékelhető. A levéltetvek megjelenésének megfigyelésére a növényházba kihelyezett sárga ragadós lapok, illetve vizes, sárga tálcsapdák alkalmasak. Amennyiben a salátán a levéltetvek első egyedeinek megjelenését észleljük, úgy indokolt a kémiai védekezés elkezdése. A védekezés célja annak megakadályozása, hogy a levéltetvek a salátafejbe is behúzódjanak. A levéltetvek ellen pirimikarb, dimetoát, deltametrin hatóanyagú készítmények, permetezés formájában kijuttatva hatásosak.

A levéltetű-rezisztens salátafajták termesztése a barnafoltos saláta-levéltetű ellen védelmet nyújt, de nem akadályozza meg a többi levéltetűfaj kártételét és vírusterjesztő tevékenységét.

8.9.9. A szamóca védelme

8.9.9.1. Betegségek

8.9.9.1.1. Nem fertőző betegségek

A nem fertőző élettani betegségek többnyire a kedvezőtlen tápanyag- és vízellátásból erednek.

8.9.9.1.2. Vírusos betegségek

A szamócamozaik (Arabis mosaic virus, ArMV, *Nepovirus*) szórványosan fordul elő. A gyengén fejlődő, torz növekedésű tövek levelein sárgászöld mozaikfoltok vannak. A kórokozó anyatövekkel és indanövényekkel vihető át. Terjesztői továbbá a talajban élő fonálférgek is.

Megelőzés, védekezés: csak államilag ellenőrzött üzemektől, intézetektől vásároljunk szaporítóanyagot.

A szamóca levélsodródása (Strawberry crinkle virus, SCV, *Rhabdovirus*) a szamóca egyik jelentős betegsége. A tövek fejlődésükben visszamaradnak, a levelek hul-

lámosodnak, majd bekanalasodnak. A kórokozó anyanövényekkel és indanövényekkel vihető át. Fontos terjesztője a kis szamóca-levéltetű és más levéltetű fajok is.

Megelőzés, védekezés: Államilag ellenőrzött szaporítóanyagot telepítsünk. A kis szamóca-levéltetű és más levéltetűfajok fellépését folyamatosan figyeljük, és szükség esetén védekezzünk.

8.9.9.1.3. Gombás betegségek

A szamóca lisztharmata *(Sphaerotheca macularis)* jelentős betegség, ellene a rendszeres védekezés indokolt. A levél fonákán foltszerű, majd a levéllemezre kiterjedő, finom, szürkésfehér bevonat (epifita micélium a konídiumláncokkal), később abban apró, fekete kleisztotéciumok alakulnak ki. Jellegzetes tünet, hogy a levél színe felé bekanalasodik. A bogyón nehezen érzékelhetők a tünetek. A bogyó apró marad, alig pirosodik be, fakó színű lesz. Fertőzési források a beteg levelek, amelyeken a kórokozó a szüret után fokozatosan felszaporodik és ott micéliummal és kleisztotéciummal telel át. Tavasszal ezekről fertőződnek az új levelek és a kötődött bogyók.

Megelőzés, védekezés: Szüret után a levelek eltávolítása a védekezések számát lényegesen csökkenti. Ilyenkor elegendő a nyár végén egyszer permetezni. Ha a levelet nem távolítjuk el, akkor a szüret után és a nyár végén kell védekezni. Tavasszal az új lomblevelek kialakulásakor és a virágzás előtt kell permetezni. Védekezésre a krezoxim-metil és a kén hatóanyag-tartalmú szerek ajánlottak.

A szamóca mikoszferellás levélfoltossága *(Mycosphaerella fragariae)* gyakori, a szamócafajták e betegséggel szemben eltérő fogékonyságúak. A levélen 2–3 mm-es kerek, lilásbarna szegélyű, középen kifehéredő foltok észlelhetők. Ezekben szabad szemmel nem látható sok színtelen konídiumtartó-nyaláb képződik. Fertőzési források a tő idős, beteg levelei, ahol a kórokozó hosszú ideig fennmarad (pszeudotéciummal, illetve konídiumtartó tönkökkel).

Megelőzés, védekezés: A szamóca-lisztharmatnál tárgyalt védekezési elvek szerint. Védekezésre a krezoxim-metil, az azoxistrobin (Quadris) és a kaptán hatóanyag-tartalmú szerek jöhetnek számításba.

A szamóca diplokarponos levélfoltossága *(Diplocarpon earliana)* jelentős levélbetegség. A levélen 5–6 mm-es, kerek, liláspiros foltok láthatók. A foltokban elszórtan képződő acervuluszok alig észrevehetők. Fertőzési források a tövön maradt beteg levelek, ahol a kórokozó acervuluszokkal és tál alakú apotéciumokkal marad fenn. Tavasszal a leveleket a konídiumok és aszkospórák, később a nyár folyamán a konídiumok fertőzik.

Megelőzés, védekezés: A szamóca mikoszferellás betegsége elleni védekezéssel megegyezik.

A szamóca fomopsziszos levélfoltossága *(Phomopsis obscurans)* szórványosan előforduló, egyes esetekben fontos levélbetegség. A levélen nagy, ovális, vörösbarna foltok mutatkoznak. A foltok közepe világosbarna, zónált. A foltokban elszórtan pontszerű piknídiumok vannak. Fertőzési források a levelek, ahonnan piknokonídiumok jutnak az újonnan fejlődő levelekre. A piknokonídiumok nyáron folyamatosan fertőznek.

Megelőzés, védekezés: Ugyanúgy, mint a szamóca mikoszferellás betegsége ellen.

A szamóca gnomóniás levélfoltossága és bogyórothadása *(Gnomonia comari)* főleg bogyókártétele miatt egyre jelentősebb. A levél szélén félköríves, vörösbarna

foltok láthatók. A foltok közepe kiszürkül, bennük pontszerű piknídiumok alakulnak ki. Az éretlen és éredő bogyón elmosódott szélű, liláspiros foltok észlelhetők. Az érett bogyó barna, rugalmas, fokozatosan összetöpped. A csészelevelek és a bogyókocsány elbarnul. A bogyót apró, hólyagszerű piknídium borítja. A kórokozó a tövek beteg levelein és elszáradt bogyóin marad fenn. Peritéciuma ritkán képződik, a piknídiumban képződő piknokonídiumok viszont folyamatosan fertőznek. Ezek először az újonnan képződő levelekre jutnak. A virágok csészeleveleit még a virágzás előtt fertőzik meg, majd innen kerül a kórokozó a kötődött, fiatal bogyókra.

Megelőzés, védekezés: Már a virágzás előtt, a virágképződés kezdetén meg kell kezdeni a védekezést. Ezt követően közvetlenül virágzás előtt kell védekezni. A további védekezések a szamóca botrítiszes betegsége elleni védekezésekkel megegyeznek. Védekezésre a krezoxim-metil, az azoxistrobin (Quadris) és a kaptán jöhet számításba.

A szamóca botrítiszes bogyórothadása *(Botrytis cinerea)* nagy termésveszteséget okozhat. Kártétele főleg csapadékos időjáráskor jelentős, amikor a hajtatóberendezésben a levegő páratartalma szellőztetéssel sem csökkenthető. Az éredő bogyón, főleg a kocsány felőli részén egyre növekvő rothadás észlelhető, amin hamarosan szürke konídiumtartó gyep alakul ki. Fertőzési források a növénymaradványok, amelyeken a kórokozó fennmarad. A gomba a virágot a bibén keresztül fertőzi. A fertőzött virágból beteg bogyók fejlődnek.

Megelőzés, védekezés: Virágzás elején, majd a virágzás végén kell védekezni. Védekezésre az azoxistrobin (Quadris), az iprodion, a procimidon vagy a *Trichoderma harzianum T–39* törzset tartalmazó biológiai növényvédő szer használható.

A szamóca fitoftórás gyökértörzs-pusztulása és gyümölcsrothadása *(Phytophthora cactorum)* jelentős betegség. A talaj nélküli termesztés esetén a gyökértörzs pusztulással ritkán találkozunk (mivel a talajból történő fertőzés kizárt), de a gyümölcsrothadással számolnunk kell. A gyökértörzs-pusztulás jellemzője, hogy először a tő külső levelei sárgulnak, lankadnak, végül a szívlevelek is elhalnak. A gyökértörzset kettévágva a szövetben sötétbarna, határozott szegélyű folt látható. A gyökerek egészségesek. A kórokozó sporangiumtartón sporangiumot képez, amelyből mozgó sporangiospórák szabadulnak ki. Ezek vízben haladva jutnak egyik növényről a másikra.

Megelőzés, védekezés: Eseti engedéllyel metalaxil vagy propamokarb hatóanyagú szerrel főleg a kiültetés után kell védekezni.

8.9.9.2. Kártevők

A **szamóca-fonálféreg** *(Aphelenchoides fragariae)* annak ellenére, hogy a szamócán több fonálféregfaj károsít, rendszerint a legjelentősebb. A fonálférgek által okozott kárkép alapján a fajok nem különíthetők el, azonosításuk specialista feladata. A szamóca-fonálféreg hazai előfordulása ismert, elterjedése, kártételének mértéke tisztázásra vár. Európa számos országában a szamóca legveszélyesebb kártevőjeként tartják számon. Gyakran 50% feletti termésveszteségről számolnak be.

A szamóca-fonálféreg polifág kártevő. Lágy szárú és fás szárú tápnövényei egyaránt ismertek. Mintegy 250 növényfajon károsít. Az általa okozott tünet a tápnövényenként, továbbá növényrészenként is eltér. A szamócánál a kárkép a levélen, virágszáron, virágon, gyümölcsön egyaránt jelentkezik. A levelek rendellenesen fejlődnek,

rendszerint aránytalanul megnyúltak, hullámos felületűek, a virágszár megrövidül, a sziromlevél csökevényes. A levélen jelentkező tünetek különösen szembetűnők, ha a szamóca növekedése valamilyen kedvezőtlen környezeti tényező hatása folytán lelassul. Az alacsony tavaszi hőmérsékletet követő gyors felmelegedés kedvez a tünetek megjelenésének. A szamócán károsító levélfonálférgek által okozott levéltünet olykor alig különböztethető meg a szamócaatka kártételétől. A termés apró, ízetlen.

Endoparazita és ektoparazita életmódot egyaránt folytató fonálféreg. A nedves felületű leveleken, vízben mozogva, a légzőnyílásokon keresztül hatol be a növény szövetébe. Egy nemzedék hozzávetőlegesen két hét alatt fejlődik ki, így egyedszámuk rendkívül gyorsan növekedhet. Elszaporodásához a csapadékos időjárás kedvező. Elsősorban szaporítóanyaggal terjed.

Megelőzés, védekezés: A védekezés alapja az egészséges szaporítóanyag ültetése. A szaporítóanyag mentesítésére a palánták melegvizes kezelése (43 °C-on 15–20 perc) jöhet számításba. A szamóca-fonálféreggel fertőzött növényállományban Magyarországon engedélyezett növényvédő szeres eljárás nem áll rendelkezésre. Amennyiben a szaporítóanyag mentes a fonálféregtől, a növényállományban vegyszeres védelemre nincs is szükség.

A **szamócaatka** *(Tarsonemus pallidus)* a legveszélyesebb szamócakártevők egyike. Szántóföldön és a hajtatás során egyaránt előfordul. Kártétele különösen a 2. és a 3. évben egyre nagyobb termésveszteséget okoz azáltal, hogy hátráltatja a termőrügyek kifejlődését.

A kártétel a leveleken jelentkezik először. A fiatal levelek növekedése lelassul, a levélnyél rövid marad, a levelek felülete hullámos, a fonákon erősen szőrözött lesz. A virágkocsány rövid, a termés elaprósodik. Az egész növény kondícionálisan leromlik, elsatnyul.

Szamóca mellett az afrikai ibolya, borostyán és még számos, elsősorban növényházban nevelt dísznövény a tápnövénye.

A szamócaatka nőstény a szamócán a szívlevelek között telel. Tavasszal, március végétől, április elejétől, illetve a hajtatás kezdetétől a növekvő leveleken károsítanak. A nőstények hamarosan megkezdik a tojások lerakását. A fejlődés időtartama elsősorban a hőmérséklettől függ. Egy nemzedék kifejlődéséhez 15 °C-on még 18 nap, 25 °C-on pedig mindössze 7 nap szükséges. Határozatlan nemzedékszámú faj. Fejlődését a magas relatív páratartalom és a 25 °C körüli hőmérséklet elősegíti, így különösen a hajtatott szamócán rendkívül gyors az elszaporodása.

Megelőzés, védekezés: A szamócaatka elsősorban szaporítóanyaggal terjed, így az egészséges szaporítóanyag ültetése alapvető fontosságú. A szaporításra kerülő növényállományban a szamócaatka előfordulását a nyár folyamán több alkalommal is szükséges ellenőrizni. A kárképet nem mutató növények laboratóriumi akarológiai ellenőrzése is feltétlenül ajánlott. A palánták szamóca-fonálféreg ellen javasolt meleg vizes csávázása a szamócaatka ellen is hatásos védekezési módszer.

A **kis szamóca-levéltetű** *(Aphis forbesi)* gyakran előforduló faj. Közvetlen kártétele, elsősorban a rovarölő szerekkel nem kezelt növényállományokban jelentkezhet. A kis szamóca-levéltetű mellett a nagy szamóca-levéltetű *(Aphis fragariae)*, a muskátli-levéltetű (*Acyrtosiphon pelargonii* ssp. *rogersi*), a zöld szamóca-levéltetű *(Pentatrichopus fragaefolii)* károsíthat szamócán. A levéltetvek a levélnyeleken, a levél

fonákján szívogatnak. A károsított növények növekedése a kártevő tömeges felszaporodása esetén gyengül. A levéltetvek közvetlen kártételén túl vírusvektor tevékenységük is jelentős. Sok nemzedékű kártevő. A tőkocsányra rakott tojások telelnek. A kártételi időszak az ősanya március végi megjelenésétől októberig tart. Nem migráló faj.

Megelőzés, védekezés: Levéltetvek elleni külön védekezésre szamócában ritkán van szükség. Esetleges tömeges megjelenésükkor acetamiprid, diklórfosz vagy dimetoát hatóanyagú rovarölő szerekkel védekezhetünk.

A **közönséges takácsatka** *(Tetranychus urticae)* kártétele hajtatott szamócán esetenként előfordulhat. A kártevő a levelek szívogatásával a levelek korai elöregedését okozza, ezáltal a növény teljesítőképessége csökken. Elszaporodásához a meleg, túl száraz növényállomány kedvező. Rendszerint a szaporítóanyaggal kerül a növényházba.

Megelőzés, védekezés: Egészséges szaporítóanyag felhasználásával, a higiénés szabályok betartásával a kártevő elszaporodása és károsítása megelőzhető. A takácsatkák elleni biológiai védekezésre felhasználható ragadozó szervezetek közül a ragadozó atkák *(Phytoseiulus persimilis, Amblyseius montdorensis)* és a ragadozó poloskák (*Orius* spp.) használhatók. Indokolt esetben kémiai védekezésre diflovidazin, cihexatin hatóanyagú atkaölő szerek is kielégítő védelmet adnak.

8.9.10. Irodalom

Precheur, R. J. (ed.) (2003): Ohio Vegetable Production Guide 2003.The Ohio State University Extention, Bulletin 672.

Polgár A. L. (ed.) (1999): A biológiai növényvédelem és helyzete Magyarországon. MTA Növényvédelmi Kutatóintézete, Budapest.

Cook, R. J. – Baker, K. F. (1996). The nature and practice of biological control of plant pathogens. APS Press, USA, 539 pp.

Basky Zs. (2005): Levéltetvek. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

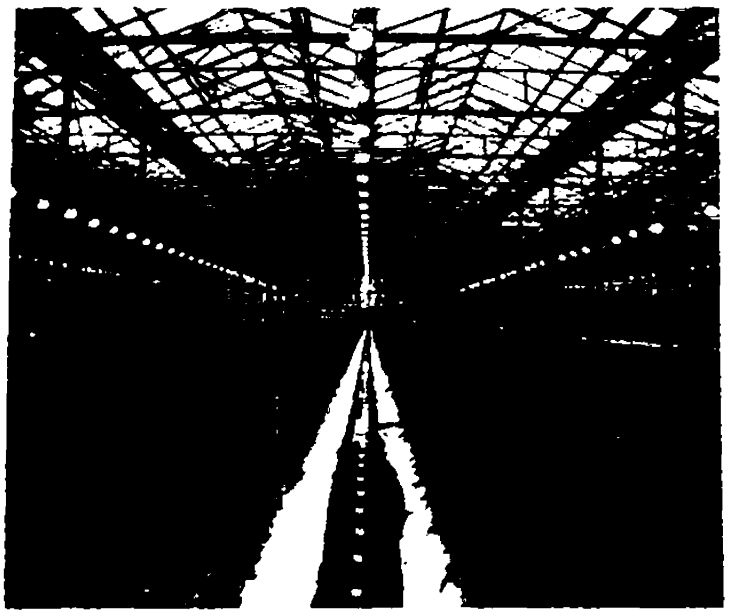
A szerzők a károsító szervezetek elleni védelemre engedélyezett hatályos jogszabályok alapján tették meg hatóanyag-ajánlásaikat, egyben azt is jelezték, hogy bizonyos növényfajoknál és károsítóknál – engedélyokirat hiányában – a kémiai növényvédelem elvégzésének lehetősége korlátozott. E témában felmerülő gondok megoldásával kapcsolatban a termesztők keressék fel a területileg illetékes megyei Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Növény- és Talajvédelmi Igazgatóságát.

a perfect start

GrowGroup

Palánta Kft.

Egész évben zöldségpalánta-nevelés



Kőzetgyapotos, tápkockás, cserepes és tálcás palánták nevelése és forgalmazása az ország legnagyobb és legmodernebb palántanevelő üzemében

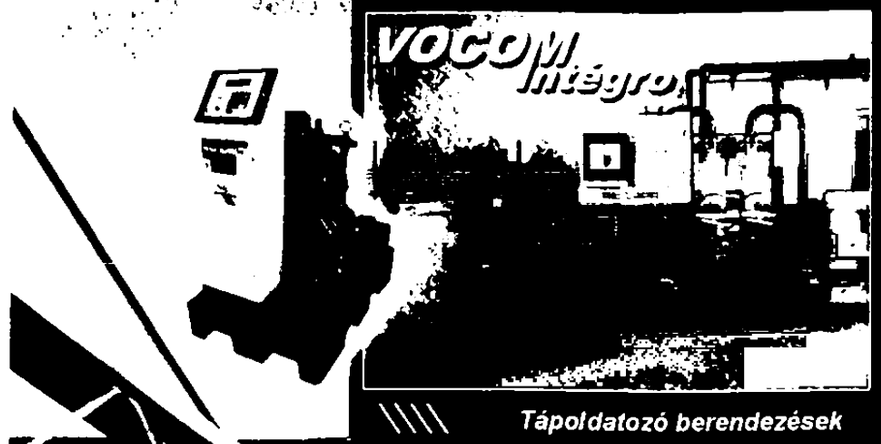
6645 Felgyő, Majsai út 1.
Tel.: +36 63 480-050
Fax.: +36 63 480-045
e-mail: growgroup@invitel.hu

KERTÉSZETI ÖNTÖZÉSTECHNIKA Kft.

Makó, Almási u. 8. Tel.: 62/211-497; Fax: 62/217-721; M.: 30/965-3961
E-mail: ontozes@teleline.hu; www.kerteszetiontozestechnika.hu
Szigetszentmiklós, Csepeli út 43. T.: 06-70/588-5300
Romániában: S.C. TECHNICA IRIGATII-LACURI DECORATIVE SRL
Santana (Gardendo), E671 főút (Arad-Oradea) 19. km
Tel.: 0752444234; e-mail: tehnicairigatii@gmail.com

- Dugulásnak kiválóan ellenálló szivárgásmentes NETAFIM, PLASTRO csepegtető csövek, szalagok, gombák, tüskék, mikró- és miniszórók, párásitók.
- Automatizálás, tápoldatozás, speciális technológiák.
- GRUNDFOS öntözőszivattyúk, kútalkatrészek.
- Kiváló minőség, kedvező árak.
- Kereskedelem, tervezés, pályázatok készítése, kivitelezés.

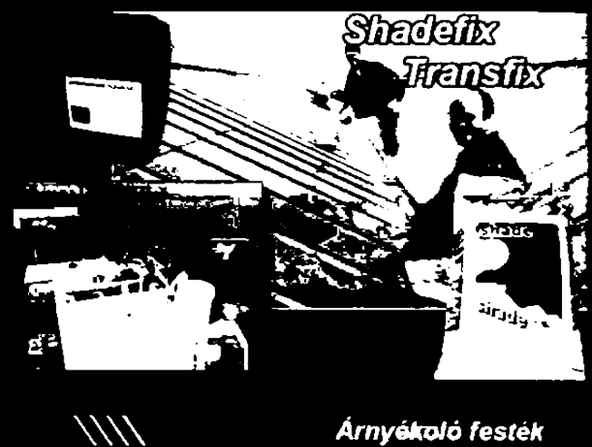
S&G
A SIKER CSÍRÁJA
www.sg-vegetables.com



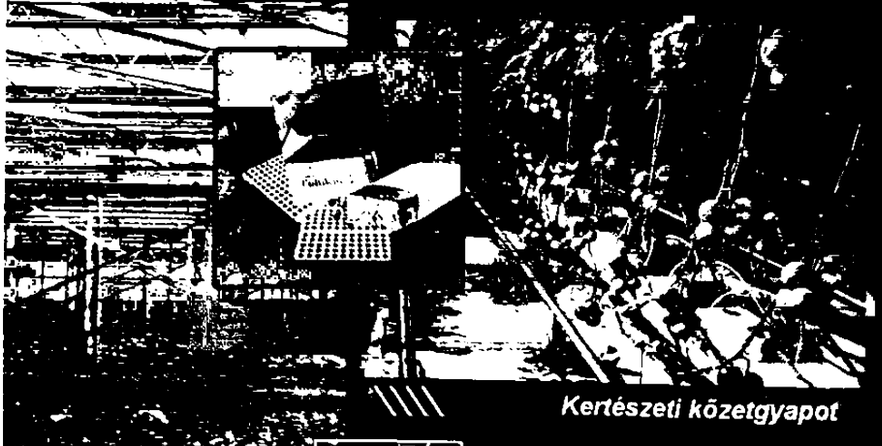
Tápoldatozó berendezések

Üvegház, energia-ernyő

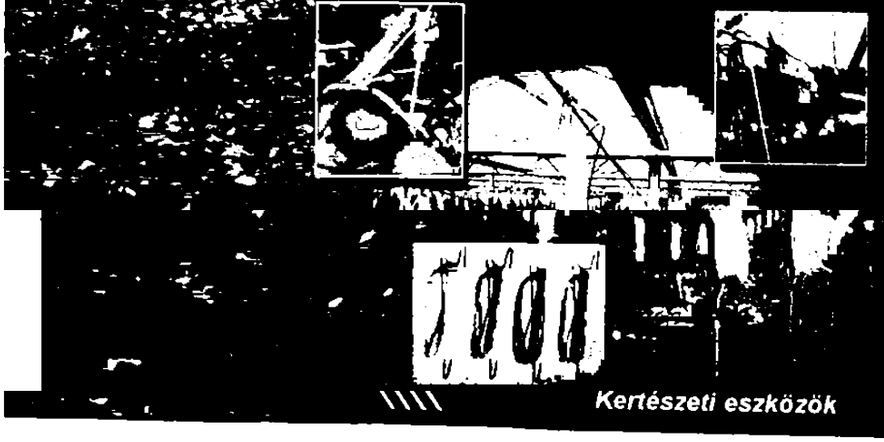
Csepegtető rendszerek



Árnyékoló festék



Kertészeti közetgyapot



Kertészeti eszközök

BRINKMAN HUNGARY KFT.
Hódmezővásárhely 6800
Szántó K. J. u. 180.
Tel.: +36 62 533-260
+36 62 243-247
Fax: +36 62 243-254

hungary@brinkman.com

www.brinkman.hu
www.brinkman.com

A kertészet élvonalában!

A hajtató kertészektől megbízható, jó minőségű, kedvező beltartalmú értékekkel rendelkező, nagy mennyiségű árut vár el a hazai és a nemzetközi piac. Ennek az állandó követelménynek meg lehet felelni egy olyan magas színvonalú, technikai és szakmai tudást igénylő termesztéstechnológiával, amelynek során mesterséges vagy természetes tápoldatos közegen hajtatják a növényeket. A szerzők leírják a talaj nélküli termesztés kémiai, fiziológiai alapjait, a használatos közegeket és elhelyezésük módját, a termesztőlétesítményeket, a tápoldatozó berendezéseket, a klímaszabályozás tárgyi feltételeit, az öntözés, tápoldatozás szabályait. Pontos, kidolgozott termesztéstechnológiát, gyakorlati segítséget kap az a hajtató kertész, aki

• paprikát • paradicsomot •
• uborkát • tojásgyümölcsöt • fejes salátát •
• dinnyét • szamócát •

jól időzítve, kiváló minőségben akar termelni. Elméleti és gyakorlati tapasztalattal rendelkező szakemberek írták meg ezt a régóta várt, alapos, átfogó, ábrákkal, táblázatokkal bővített, termesztőknek, kutatóknak, egyetemi hallgatóknak egyaránt újdonságnak számító szakkönyvet.

ISBN 978-963-286-417-4