



**BUDAPESTI CORVINUS EGYETEM**

**ÖNTÖZŐVIZEK MINŐSÉGE A HAZAI VÍZKULTÚRÁS  
ZÖLDSÉGTERMESZTÉSben**

**Doktori (PhD) értekezés**

Rácz Istvánné Nemes Zsuzsanna Julianna

Témavezető:

Dr. Terbe István, CSc

egyetemi tanár

Készült a Budapesti Corvinus Egyetem  
Zöldség- és Gombatermesztési Tanszékén

Budapest

**2007.**

## Tartalomjegyzék

	<b>Oldal</b>
<b>1. BEVEZETÉS</b>	4
<b>2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS</b>	7
2.1. A víz, mint környezeti elem	7
2.1.1. A víz természetes körforgása	7
2.1.2. A víz szerkezete és tulajdonságai	10
2.1.3. Vízyerési lehetőségek az Alföldön	12
2.1.3.1. Felszíni vizek	12
2.1.3.2. Talajvizek	15
2.1.3.3. Rétegvizek	18
2.1.4. A hajtáshoz kapcsolódó vízgazdálkodási irányelvek	24
2.1.4.1. Nemzetközi szabályozás	25
2.1.4.2. Hazai szabályozás	25
2.2. Öntözővizek minősítése talajon termesztésben	27
2.3. Az öntözővíz szerepe vízkultúrák termesztésben	32
2.3.1. Növénytáplálás vízkultúrák termesztésben	33
2.3.2. Öntözővíz minőség vízkultúrák termesztésben	34
2.4. A tápoldatozás kémiai feltételeinek megteremtése vízminőségre alapozva	38
2.4.1. Tápoldat összeállítás a főbb zöldszén-növények táplálására	38
2.4.1.1. Paprika	41
2.4.1.2. Paradicsom	42
2.4.1.3. Uborka	43
2.4.2. A sótartalom hatása a termesztésre	44
2.4.3. A nátrium- és kloridtartalom hatása a termesztésre	50
2.4.4. A hidrokarbonát koncentráció hatása a termesztésre	53
2.4.5. A vas- és mangántartalom szerepe a tápoldatozásban	54
2.4.6. Öntözővizek egyéb mikroelem tartalmának jelentősége	56
2.5. Az öntözővíz minőségének javítási lehetőségei	58
2.5.1. A hidrokarbonát-tartalom csökkentése	58
2.5.2. A vas- és mangántartalom csökkentése	60
2.5.3. A teljes sótartalom csökkentése	61
2.6. A vízkultúrák termesztés ökológiai értékelése	63
2.6.1. Túlfolyás a termesztésben	63
2.6.2. Nyitott rendszerek értékelése	64
2.6.3. Zárt rendszerű technológiák	65
2.6.4. A túlfolyás kezelési lehetőségei	67
<b>3. ANYAG ÉS MÓDSZER</b>	68
3.1. A dél-alföldi öntözővizek és az üzemi kísérletekhez kapcsolódó oldatok kémiai vizsgálatai	68
3.1.1. Öntözővizek mintavétele	69
3.1.2. A vízkultúrák üzemi kísérletekhez kapcsolódó oldatok mintavétele	71
3.1.3. Analitikai vizsgálati módszerek	71
3.1.3.1. A sótartalom (EC) meghatározása	71
3.1.3.2. A pH mérése	72

3.1.3.3. Spektrofotometriás módszerek	72
3.1.3.4. Emissziós módszerek	73
3.1.3.5. Atomabszorpciós módszerek	74
3.1.3.6. Térfogatos elemzések	74
3.1.3.7. Gravimetriás módszer	75
3.1.4. A laboratóriumi vizsgálati eredmények értékelése	77
3.2. A túlfolyás ökológiai szempontú értékelése	77
3.3. Alkalmazott statisztikai és matematikai módszerek	80
<b>4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS</b>	<b>81</b>
4.1. Az öntözővíz vizsgálatok eredményei	81
4.1.1. Felszíni vizek	81
4.1.2. Talajvizek	83
4.1.3. Rétegvizek	86
4.1.4. Öntözővizek mikroelem tartalma	90
4.1.5. Víztisztítás teljes sótalanítással	92
4.1.6. Tápanyag készítés rétegvizekből	93
4.2. A túlfolyás ökológiai szempontú értékelése	94
4.2.1. Az oldat vizsgálatok eredményei, különös tekintettel a túlfolyás összetétel változásaira	94
4.2.1.1. A pH alakulása	95
4.2.1.2. A sótartalom (EC) alakulása	97
4.2.1.3. A tápanyagtartalom alakulása	99
4.2.2. A tápanyag felhasználás értékelése az üzemi kísérletek alapján	109
4.2.2.1. A termesztési kísérletek eredményei	109
4.2.2.2. A tápanyagok hasznosulásának értékelése a termesztési eredmények alapján	111
4.2.2.3. Tápanyagok hasznosulása az öntözővíz összetétel függvényében	114
4.3. Új tudományos eredmények	117
<b>5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK</b>	<b>119</b>
<b>6. ÖSSZEFOGLALÁS</b>	<b>123</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>126</b>
<b>MELLÉKLETEK</b>	
1. melléklet	Irodalomjegyzék
2. melléklet	Ábrák jegyzéke
3. melléklet	Táblázatok jegyzéke
4. melléklet	A víz legfontosabb fizikai tulajdonságai
5. melléklet	Talajvizeink vegyi jellege
6. melléklet	Vízkezelés termesztésben használatos műtrágyák áttekintése RESH (1998) nyomán
7. melléklet	A drénvíz optimális tápanyag tartalma uborka talaj nélküli termesztésében

### **Mérési eredmények**

- 8. melléklet Felszíni vizek
- 9. melléklet Talajvizek
- 10. melléklet Rétegvizek
- 11. melléklet Rétegvizek/mikroelem tartalom
- 12. melléklet Öntözővíz sótanítása fordított ozmózis elvén
- 13. melléklet Tápoldat összeállítások (1000 literre) a főbb zöldségnövényekre dél-alföldi rétegvizekből
- 14. melléklet A vízkultúras termesztéshez kapcsolódó oldatok vizsgálati eredményei
- 15. melléklet A tápanyagok hasznosulásának kiszámítása üzemenként

## 1. BEVEZETÉS

„Az Alföld hazánk legváltozatosabb történetű térsége: az elmúlt ezer év során volt „Kánaán” sűrű településhálózattal és volt mocsárvidék lakatlan, szikes pusztákkal. Ma lényegében az Alföld hazánknak az a területe, ahol legmarkánsabban érzékelhetők a természeti rendszer egységéből és a gazdaság nagymértékű tagoltságából fakadó ellentmondások káros következményei. Ez a fejlődési sajátosság figyelmeztet arra, hogy az Alföldön tartósan élni és eredményesen termelni csak a táj természeti rendszerével összhangban, annak sajátosságaihoz alkalmazkodva lehet.

A történelem arra tanít, hogy az alföldi élettér gazdagsága a sokrétűségből fakad. A fejlesztés kulcskérdése, hogy a nagytáj adottságai milyen életmóddal és gazdálkodással hasznosíthatók az egységes természeti rendszer egyensúlyának megőrzése mellett.”

(ORLÓCI, 1993)

Szűkebb hazámban, a Dél-Alföldön a zöldségajtatásnak több generációra visszavezethető hagyományai vannak. Léteznek olyan kistelepülések, ahol szinte kizárólagos munkalehetőséget és megélhetési forrást jelent a fólia alatti termesztés. Az utóbbi évtizedben a hajtatott zöldségek élelmezési jelentősége felértékelődött, a piaci verseny kiéleződött, az élelmiszerbiztonsági – ökológiai aspektusok erősödtek, a termesztő felületek koncentrációja és specifikációja megfigyelhető.

Mennyiségi és minőségi szempontból egyaránt ígéretes fejlesztési iránynak tűnnek a nyugat-európai tapasztalatokra alapozott talaj nélküli hajtatási megoldások. Míg Nyugat-Európában jobb gazdasági körülmények között is főleg a termesztési eredmény volt a fejlesztések középpontjában, nálunk a technológiai előrelépést nemcsak kedvezőtlenebb gazdasági környezetben kell megtenni, de a környezetvédelmi szempontok is belátható időn belül hangsúlyossá válnak.

A hajtatott zöldségnövények közül a dél-alföldi régióban a paprika, paradicsom és az uborka vízkultúrás termesztésében rejlenek reális lehetőségek, ezek a fajok bár nem egyformán, de vízigényes és érzékeny növények.

Az elmúlt évtizedben fólia alatti talajon termesztésben bőséges tapasztalatokra tettem szert tápanyag gazdálkodási kérdésekben; a felkészültebb termesztők az öntözővizet is megvizsgáltatták a talaj tápanyag ellenőrzése kapcsán.

A vizsgálati eredmények láttán szembetűnt az öntözővizek változatos összetétele és az a tény, hogy a talaj néhány tulajdonságában mennyire visszatükröződik az öntözővíz kémiai jellege.

Talaj nélküli hajtásban a víz minősége azért is fontos, mert összetétele a gyökérszóna kémiai viszonyait közvetlenül befolyásolja. A talaj nélküli termesztési eljárások számos változata ismert, azonban vízkémiai oldalról ezek a technológiák többé-kevésbé egységesen kezelhetők, mert a közeg és a növény között az anyagforgalom minimális, a kémiai kölcsönhatások elhanyagolhatók. Ennek következtében a vízre alapozott kultúrák sikere a helyi öntözővíz adottságoknak is függvénye.

A Dél-Alföldön a víznyerési lehetőségek regionális különbségeket mutatnak. A különböző vízforrások kémiai karakterét más-más tényezők határozzák meg, ezért a vízkultúras hajtásra vonatkozó fejlesztési elképzelésekben a vízminőségi adottságok térségi különbségeket eredményezhetnek.

A '90-es évek közepétől követem az itthoni próbálkozásokat a talajból eredő bizonytalansági faktorok kiiktatására. A vízkultúras termesztés hazai nagyüzemi alkalmazása nyugat-európai mintára kőzetgyapoton indult el, kezdetben csak kísérleti jelleggel, majd a termesztő felület azóta folyamatosan nő. Ma nincs megbízható adatunk a felület nagyságára, de kb. 300-400 hektárra becsülhető a hazai kőzetgyapotos zöldség-hajtás, az egyéb termesztő közegek (főként tőzegalapú) technológiák ennek a többszörösére tehetők. A vízkultúras termesztés gazdasági súlya azonban ennél lényegesen nagyobb, mert egyes üzemekben a termesztés a környezeti tényezők több szintű szabályozása által olyan intenzitást ért el, hogy egységnyi felületre vonatkoztatva 300-600-szoros termelési értéket állítanak elő egy gabonanövényhez viszonyítva.

Azonban ez a módszer nemcsak egy külföldön bevált technológia hazai adaptációs fejlesztését igényli, de egyúttal a termesztés környezeti kockázata is megnőtt. Talajon termesztésben a fel nem vett tápanyagok előnytelenül megemelték ugyan a sótartalmat, de jórészüket elraktározódott, csak kisebb részük mosódott ki. Ezzel szemben vízkultúras termesztésben már eleve mobilizált tápanyagok hagyják el a termesztő berendezést a túlfolyás által, s mindez jóval nagyobb műtrágya felhasználás mellett történik, mint a korábbiakban.

Ezért szándékaim szerint megszerzett tapasztalataimat és ismereteimet egy „környezettudatos” vízkultúras termesztés lehetőségeinek és korlátainak felrajzolására kívánom felhasználni a Dél-Alföld vízbázisára alapozva. Mindezt a víznek, mint megújulni képes erőforrásnak a fentiekben vázolt, egyik lehetséges mesterséges hidrogeológiai alciklusán keresztül, komplex szemléletmóddal szeretném megtenni. A feldolgozást képzettségemnek megfelelően kémiai látásmóddal, környezettudatos szemlélettel közelítem, reményeim szerint ezzel a hazai zöldségtermesztési ágazat elméleti és gyakorlati fejlődéséhez hozzájárulhatok.

*Ehhez a következő célkitűzéseket fogalmaztam meg:*

➤ A téma kimunkálását a víz természetes körforgására kívánom építeni oly módon, hogy a kiemelés helyétől a tápoldat készítésén és a szétosztáson át követem az útját, majd a növényi interakció után a fel nem használt (visszamaradt) oldatban a változások tendenciáit keresem a további hasznosítás érdekében. Mindezt a víz egészen különleges struktúrájából levezethető tulajdonságok alapozhatják meg. A fenti közelítés esetleg túlzottan általánosnak tűnhet, de meggyőződésem szerint az ökológiai szempontokra is kiterjedő feldolgozás ez által tehető teljessé.

➤ A vízminősítés elvégezhető fizikai, kémiai és biológiai szempontok szerint is, én azonban kizárólag a kémiai tulajdonságokra tervezek összpontosítani, mert ez egyrészt a vízkultúrák felhasználás szempontjából igen fontos körülmény, másrészt a fizikai tulajdonságok az előkezelésnél befolyásolhatók, a biológiai minősítés pedig a szennyvizeknél szükséges.

➤ A Dél-Alföldön az öntözésre elérhető vízforrásokat és azok jellemző kémiai tulajdonságait kívánom sorra venni. Amennyiben lehetséges, visszavezetném az egyes vízbázisok vízkémiai sajátosságait természetes vagy antropogén hatásokra, így az egyes források összetételbeli állandóságára is következtetések vonhatók le. Ez a vízkultúrák termesztés szigorú tápoldatozási rendje miatt fontos körülmény.

➤ A vízkémiai elemzések megalapozzák a vízkultúrák alkalmasság vizsgálatát. Szabványban rögzített öntözővíz minőségi előírások csak talajon termesztésben ismertek, ezért a vízkémiai minősítésnél ezek áttekintése nem megkerülhető. Vízkultúrák termesztéshez egységes osztályozó rendszer nem létezik, de a szakirodalmi ajánlások felhasználhatók az értékeléshez. Várhatóan lesznek olyan vízminták, melyek összetétele előnytelenül alakul talaj nélküli felhasználásban, ezért sorra szeretném venni a vízminőséget javító korrekciós lehetőségeket.

➤ A víz alkalmas vízkultúrák felhasználásra, ha abból ideális tápoldat összetétel kialakítható. Az optimális összetételű tápoldatokat kiválasztott rétegvizek, mint dél-alföldi vízkémiai modellek alapján tervezem összeállítani. Ebből feltételezésem szerint a tápoldat készítés kémiai korlátai kirajzolódhatnak.

➤ A tápoldat-növény kölcsönhatásokat üzemi kísérletsorozat alapján szándékozom tanulmányozni. A drénavíz másodlagos felhasználását segítené, ha a tápoldathoz viszonyított összetételbeli változások jellemző tendenciái felismerhetők lennének. Választ keresek arra is, hogy a vízösszetétel befolyásolja-e az elfolyó tápoldat összetételét.

➤ A kísérletek lehetőséget teremtenek üzemi szinten és növényfajonként is a tápanyagok érvényesülésének vizsgálatára, esetleg a vízminőség szempontjából is tanulmányozva.

## 2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

### 2.1. A víz, mint környezeti elem

A természetes víz tengeri és szárazföldi vizek formájában, a hidroszférában fordul elő. Bár a Föld felületének 71 %-át víz borítja, eloszlása az egyes előfordulási helyek között kifejezett aránytalanságokat mutat. A természetes vizek minőségileg legjobb, alacsony sótartalmú, legnagyobb tartalékai az emberi civilizációtól messze találhatóak, ezért közvetlenül csak kevesebb, mint 1 %-át használhatjuk fel. A felhasználható tartalékok a víz körforgása révén állandóan megújulnak, ami szoros kapcsolatban van a földfelület hőháztartásával (VERMES, 1997).

#### 2.1.1. A víz természetes körforgása

A víz globális körforgása (*1. Ábra*) nem más, mint a napenergia által működtetett hatalmas desztillációs folyamat, melynek anyagforgalma évenként mintegy 423 000 km<sup>3</sup> (PETRASOVICS, 1988).

A körforgásban olyan víztömegek vesznek részt, melyek egyrészt már többször szerepeltek benne (vadózus vizek), másrészt elenyésző részben olyanok, amelyek először kerültek a ciklusba (juvenilis vizek). A földre hullott csapadék egy része beszivárog a felszín alá, ott megkötődik, esetleg a befogadó ásvánnyal együtt a mélybe süllyed (profundus vizek), így egy időre kimarad a körforgásból (JUHÁSZ, 1987).

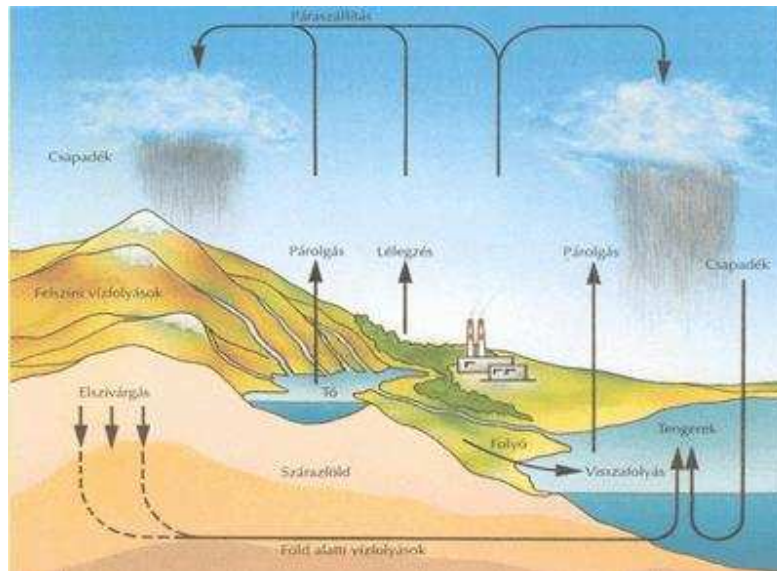
SZALAY (1949) arra a meggyőződésre jutott, hogy juvenilis vizeket hazánk területén nagy valószínűséggel nem találunk. A hozzáférhető hazai vízkészlet döntő része vadózus, tehát a légkörből a felszín alá jutó víz. A felszín alatti víztároló képződmények nagy részében a víz állandó mozgásban van, a felszínről pótlódik, s a megcsapolási helyek felé áramolva ismét a felszínre lép. A vízcseréje – amelyet különböző izotóp-vizsgálatokkal állapítanak meg – igen széles skálán mozog a néhány órától a többszázezer évig.

A környezet-gazdaság-ember elemekből szövevényesen felépülő környezeti rendszerben a víznek integráló szerepe van. A víz, mint a legáltalánosabb szállítóközeg elősegíti minden más anyag földi körforgását: a sok térben- és időben változó kisebb körforgás kapcsolatot teremt a szárazföldi és a vízi élővilág anyagcseréje között (SOMLYÓDI, 2002).

A természetes vízkészlet körforgása során minőségi szempontból is megújul, azonban az emberi tevékenység mára már olyan jellegű és mértékű, hogy a vizek körforgásának természetes folyamatát mennyiségileg és minőségileg egyaránt megzavarhatja, túllépheti annak regenerálódási képességét.



A vízszennyezést legsokrétűbben, a legváltozatosabb közvetett hatással és a legveszélyesebb formában a kémiai szennyező anyagok okozzák.



(Forrás: MINDENTUDAS [online])

### 1. Ábra. A hidrológiai ciklus elvi vázlatja

A természetes vizek oldott anyagainak minőségére és koncentrációjára a bennük lejátszódó kémiai reakciók alapvető hatást gyakorolnak. Az édesvizek összetételét sav-bázis reakciók, oldódási és mállási folyamatok határozzák meg (PAPP & KÜMMEL, 1992).

A felszíni vizek minősége a többféle természetes és mesterséges hatás eredőjeként folyamatosan változik, mivel a szennyező hatások közvetlenül érik, de emellett működnek öntisztulási folyamatok is. A felszíni vizek szennyeződés-érzékenysége eltérő: függ a víz fajtájától, a vízmozgás sebességétől, álló vizeknél pedig a mélységtől (MOSER & PÁLMAI, 1992).

A felszíni vizeket különféle antropogén és természetes szennyező források érik. A szerves tápanyagok a lebontó mikroorganizmusok elszaporodását növelik, a szerves tápanyagok a víz trofitási szintjét emelik és eutrofizációt okozhatnak (leggyakrabban a foszfor és a nitrogén). Ezeknek a tápanyagoknak legfontosabb antropogén eredetű forrásai a települési szennyvizek, szerves trágya, műtrágya (LÁNG, 2002).

A fentiek következtében a vízgazdálkodás napjainkban már nem merülhet ki a vizek mennyiségi-minőségi közvetlen védelmével, hanem a közvetetten érintő tevékenységekben is meg kell nyilvánulnia.

CRESSER et al. (1993) vizsgálatai szerint a csapadék és a növényi evapotranszpiráció aránya jelentősen befolyásolja a talajfejlődési folyamatokat is. Ahol a kicsapódás tartósan felülmúlja a növényi párologtatást, ott a bázikus kationok kimosódása miatt a talaj savanyodási tendenciája figyelhető meg. Ellenkező esetben, ahol az evapotranszpiráció hosszú időn keresztül meghaladja a csapadék mennyiségét, ott a természetes talajvízmozgás miatt az alkalikus, meszes talajok kialakulásának kedvezőek a feltételei.

A szárazföldön a talaj és a légkör közötti vízforgalomba a növényzet is bekapcsolódik, ezzel a fizikai párologtatót meg sokszorozza. A növények a környezetből felvett anyagok közül vízből igényelnek legtöbbet. A víz a növényben is a legnagyobb arányban előforduló alkotórész, olykor eléri az összes tömeg 95 %-át is. Különös jelentőséget nyer vízhiányos időszakban, mert ilyenkor a tápanyagok sem hasznosulnak kellő mértékben (STEFANOVITS et al., 1999).

A talaj-növény-atmoszféra-víz rendszerben általában a talajban van a legtöbb víz és az atmoszférában a hőmérséklettől és a páratartalomtól függően vízhiány, ezért a víz mozgása mindig az atmoszféra felé irányul. A vízmozgást a transzspirációs vízvesztés és az anyagcsere-folyamatok által szabályozott aktív jellegű gyökérszívás idézi elő. A víz mozgása a növényben tehát a gyökerekből a szárba és a levelekbe a levegő vízgőz-telítettségi hiánya következtében, a felülről ható szívóhatásra a transzspirációs áramban történik. A vízszállítás a xilém vízszállító sejtjeiben és a vízszállító csövekben megy végbe. Magasabb rendű növények tápanyagfelvétele és vízfelvétele majdnem azonos folyamatnak tekinthető. A xilém vízszállító edényeiben 0,1 - 0,4 %-os vizes oldat áramlik, ami a gyökerek által felvett vízből, a talajoldat szerves ionjaiból és a gyökérben képződő kismolekulájú, vízoldható szerves anyagokból áll (DEBRECZENI & SÁRDI, 1999).

Az elmúlt években a felhasználható víz minősége és mennyisége globális problémává nőtt. Ennek fő oka az emberi tevékenység: a kommunális és ipari felhasználás, a közlekedés, a mezőgazdaság folyamatosan csökkenti az elérhető frissvíz készletek arányát (SOMLYÓDI & HOCK, 2002). A mezőgazdaság egyéb ágaihoz viszonyítva a hajtatótechnológia különösen vízintenzív termelési mód, mert a fajlagosan nagy szárazanyag termelés csak magas szintű mennyiségi-minőségi feltételrendszer mellett valósítható meg.

Feltételezések szerint a Földön a természet berendezései vízfelhasználása (öntözés, tápoldat készítés, takarítás, párasítás) évente 5 billió m<sup>3</sup>-re tehető, ez a teljes öntözővíz felhasználásnak csupán 0,2 %-a. Ezért nem tartja helytállónak TOGNONI et al. (1998) azt a gyakran általánosított véleményt, mely szerint az édesvíz készletek csökkenése főleg az üvegházak számlájára írható, de elismeri, hogy a következőkben csak olyan termelésnek van létjogosultsága, mely a környezetvédelem szempontjait is

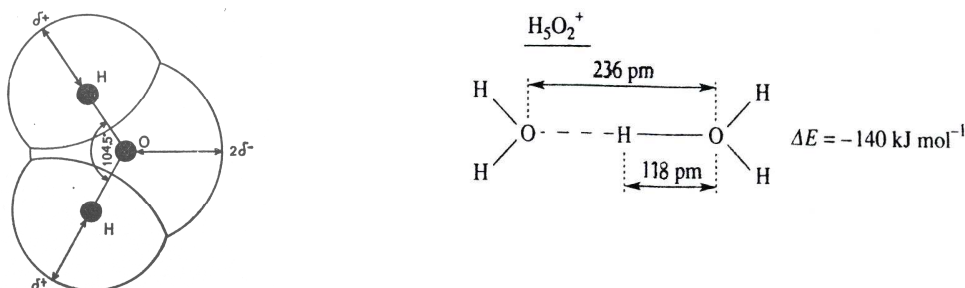
érvényesíti. Nem csak a víz mennyiségi megtakarítását kell elérni, hanem csökkenteni a szennyvíz kibocsátást és a felszín alatti vizek szennyeződésének lehetőségét (GAYER & LIGETVÁRI, 2006).

Ehhez a technika kínálta eszközök és a legújabb kutatási eredmények felhasználandók: pl. stressz rezisztens irányba nemesítés, zárt rendszerű (anyagforgalmú) termesztés, öntözési-tápladozási technika fejlesztése, bioreguláció, integrált növényvédelem. Felvetődik az igény egy "környezetbarát, természetbe illeszkedő" hajtási módszer kidolgozására, ami egyúttal még gazdaságos is.

### 2.1.2. A víz szerkezete és tulajdonságai

A víz az egyetlen anyag, amely mind a három halmazállapotában (jég, víz, pára) előfordul a természetben. Ez annak a következménye, hogy a moláris tömegéhez képest igen magas az olvadás- és forráspontja (4. melléklet).

Hogy megérthessük e csodálatos anyag viselkedését és tulajdonságait, ehhez a molekuláris struktúrát kell megvizsgálni (2. Ábra).



### 2.Ábra. A vízmolekula és egyik egyszerű asszociátumának szerkezete

(in BODONYI & PITTEK, 2000)

Szerkezetét tekintve a három atomból álló vízmolekula önmagában véve még minden rejtély nélkül való. Kémiai értelemben a legegyszerűbb és a legkisebb asszimmetrikus molekula. A HOH kötésszög  $104,5^\circ$ , az O-H kötéstávolság  $118 \text{ pm}$ . Geometriája a vegyérték-elektronpár taszítási modell (VSEPR) alapján értelmezhető. Az oxigén és a hidrogén eltérő elektronegativitása (O: 3,5; H: 2,2) miatt a molekula erősen polarizált; permanens dipólus-momentummal rendelkezik ( $\mu = 1,83 \text{ C}\cdot\text{m}$ ), ennek következménye a nagy dielektromos állandó. A parciális ionos jelleg és a dielektromos tulajdonságok magyarázzák a víz oldószerként való alkalmasságát poláris anyagok számára, komplexképzési hajlamát, benne a sók disszociációját és az ionok hidratálását (NEUMÜLLER, 1984).

A természetes rendszerek kémiája szempontjából a vízmolekula legfontosabb tulajdonságai:

- Intermolekuláris hidrogénhíd kötés kialakítására képes. PAULING (1962) szerint a víznek ez a sajátos fiziológiai szempontból fontosabb, mint bármely más strukturális jellemvonása. A hidrogénhíd kötés nagy kohéziós erőt kölcsönöz a víznek, és nagy hőkapacitású univerzális oldószerre teszi.
- Amfoter vegyület, savként (protondonor) és bázisként (proton akceptor) is viselkedhet. A konvencionális pH-skála a víz autoprotolíziséből vezethető le (BODOR, 1968).
- Redoxi-folyamatokba is bekapcsolódhat, ahol elektron átadás történik. A víz sajátos redoxi viselkedésének megfelelően mind oxidáló, mind redukáló tulajdonsággal rendelkezik; mindez a protoncsere reakciók analógiájára történhet. A légzés során a szubsztrát oxidációja nem molekuláris oxigénnel, hanem vízzel valósul meg. A fotoszintézisben a végső elektrondonor a víz, ezért víz nélkül nem lehet anyagcsere sem (DILLIARD, 1982).
- Változatos kölcsönhatásra képes más molekulákkal. A nagy dipólusmomentum érték alapján elektromosan töltött részecskéket stabilizálni, ellentétes töltéseket szétválasztani képes. Olyan közeg, amely kationokat, anionokat és poláris nemelektrolitokat egyformán képes szolvatálni. A vizet a legjobb donor- és akceptoroldó szerek közé sorolhatjuk (BOROSS & SAJGÓ, 2003).
- Hidratációval a kolloid részecskék körül vízburok alakul ki (ERDEY-GRÚZ, 1972). Ebben a vízmolekulák nagy erővel és szigorú orientáció szerint kötődnek. A földi élet hidrophil biokoloidokhoz kötött. A plazmakolloidokat hidrátburok teszi stabilná. A hidrátburok külső rétegében a kötési erősség kisebb és az orientáció is gyengül.
- A dipólus jellegből fakadóan átmeneti asszociátumok képződnek (2. *Ábra*). A hőmérséklet csökkenésével az asszociációs készség erősödik, ezért ekkor a vízfelvétel is nehezebb. (SZABÓ & NYILASI, 1981).
- Szállító közeg sejtről sejtre, egyúttal számos biokémiai folyamat közege is (ELŐDI, 1983).
- Nagy párolgáshője miatt szerepe van a növények hőmérsékletének szabályozásában.
- A víz neutrális oldószer. A legtöbb növényi tápanyagot képes nagy mennyiségben feloldani anélkül, hogy azok kémiai változást szenvednének (PETHŐ, 1993; TURCSÁNYI, 2001).

### 2.1.3. Víznyerési lehetőségek az Alföldön

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

A természetes felszíni vizeket BENEDEK & LITERÁTHY (1979) vízfolyásokra (kiseb- nagyobb) és állóvizekre (sekély-mély) különíti el. Ezek az osztályok geometriai, áramlási, fizikai (hőmérséklet, lebegő anyagok), kémiai (oldott oxigén, oldott anyag tartalom), biológiai (flóra, fauna) sajátágaikban 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 felszín alatti vizek osztályozásának számos módszere ismert, aszerint, hogy milyen jellemzőjüket vesszük alapul (pl. a víztartó rétegek anyaga szerint, mozgásjellemzők alapján, fizikai-, kémiai- biológiai tulajdonságok alapján stb.). A gyakorlatban a tároló kőzet és a felszíni atmoszférikus jelenségek kapcsolata alapján három fő csoport használatos (JUHÁSZ, 1987):

- talajvíz, ezen belül a parti szűrésű vizek,
- rétegvíz, mely porózus tároló kőzetekben fordul elő,
- hasadékos tároló kőzetek vize, melyek közül kiemelkedik a karsztvíz (az Alföldön nem jellemző víztípus).

Bár a talajvíz és a rétegvíz a hidraulikai kapcsolat miatt egymástól nem választható el, mégis gyakorlati szempontból külön csoportként tárgyalható.

#### 2.1.3.1. Felszíni vizek

Magyarország medence jellegéből következően a felszíni vízkészletek mindössze 4 %-a keletkezik az ország határain belül. Az érkező vizek zöme a három nagy folyó (Duna, Tisza, Dráva) medrében folyik le (BULLA, 1989).

Az országos felszíni vízminőségi megfigyelő szolgálat jól kiépített és több mint harmincéves múltra tekint vissza. A mintavételek gyakorisága vízfolyásonként és szelvényenként változik, jelenleg 6-52 minta/év között (KOZOLD [online]). A jelenleg érvényben lévő, felszíni vizek állapotára vonatkozó szabvány (MSZ 12749) 55 komponenst (fizikai-kémiai-biológiai) figyelembe véve határértékrendszer alapján minősít (I.: kiváló, II.: jó víz, III.: tűrhető víz, IV.: szennyezett víz, V.: erősen szennyezett víz) 90 %-os tartósságot tekintve mértékadónak.

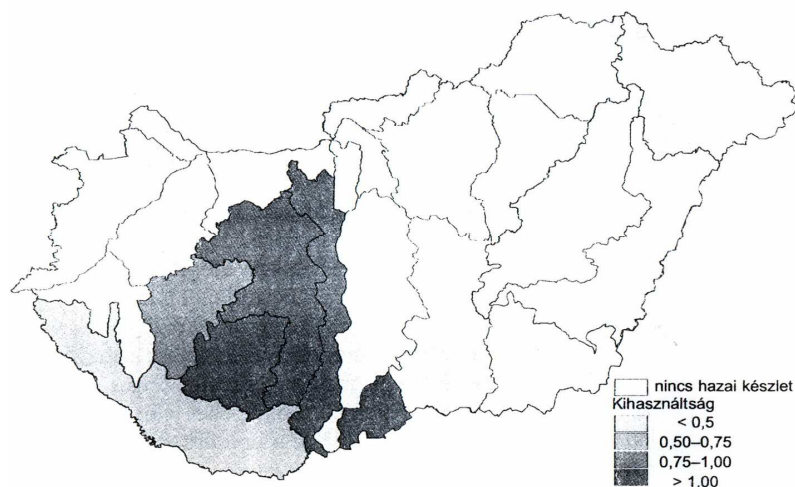
SOMLYÓDI & HOCK (2002) az ország 23 térségében a felszíni vízminőség területi alakulását vizsgálva azt találta, hogy folyóink minősége a kilencvenes évek közepéig sokat javult, és ma jó közepesnek tekinthető. A szerzők a recesszióval és a gazdasági átalakulással magyarázzák a kedvező tendenciát, azonban térségenként eltérő mértékben gondok is jelentkeznek, főként a tápanyagháztartás és a mikrobiológiai állapot jellemzőiben. Általánosságban a nagyobb folyók vízminősége a hígulás következtében jobb, mint a kisebbeké. A Tisza vízgyűjtőjét azonban a határon túli nagyobb kockázat miatt problematikusabbnak találják, mint a Dunáét.

Nagyobb öntözőrendszerek kiépítésénél szívesen használják a felszíni vízfolyásokat. Egyrészt ezek vízminősége jobb és megbízhatóbb, mint a talajvízé, másrészt könnyebben kielégíthető ezekből a nagyobb területek vízszükséglete. A felszíni vízkészletek összességét tekintve a távlati vízigényeket is bőségesen fedeznék, azonban kedvezőtlen területi és időbeli eloszlásuk határt szab felhasználásuk lehetőségeinek. Az Alföldön a Tisza és a Körös vizére támaszkodnak nagy öntözési rendszerek, de az öntözésnek területi és időbeli korlátai vannak. Az öntözővíz szükséglet csúcsa gyakran egybeesik folyóink kisvizének idejével (RÓNAI, 1961).

Felszíni vízkészleteink területi és időbeli eloszlását igen egyenlőtlennek értékeli SZLÁVIK (1998) is. Hidrológiai szempontból az országot két nagy régióra osztja: a Dunától nyugatra eső csapadékosabb, vízzel bővebben ellátott területre és attól keletre, lényegében a Tisza vízgyűjtőjére eső jóval szárazabb, sokszor aszályos részre. Az ország területének felét kitevő Tisza vízgyűjtőn lévő folyók a lefolyó víznek alig negyedét, míg a Duna és a Dráva mintegy háromnegyedét szállítja. Ezért a vízkészlet gazdálkodás aktuális feladati közé sorolja az Alföld számára egy dunai vízátvétel lehetőségének felülvizsgálatát.

A felszíni készletek kihasználtságával kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy a megújuló készletek olyan potenciális értéket jelentenek, amit csak akkor tudnánk hasznosítani, ha a vízbőséges időszakok feleslegét korlátozás nélkül tudnánk tárolni a vízigényesebb időszakokra. Tározó kapacitásunk ettől lényegesen elmarad (SIMONFFY, 2002). Öntözés esetén augusztus a mértékadó kritikus időszak: az öntözési csúcsgény akkor jelentkezik, amikor a mederben rendelkezésre álló hozam és a vízigény különbsége minimumban van, ez az éves mennyiségnek csupán 5 %-a (3. Ábra).

Jelenleg öntözésre az időjárástól függően 120-150 ezer hektáron 70-100 millió m<sup>3</sup> felszíni vizet használnak. SIMONFFY (2002) stratégiai kutatásokat végzett a jelenlegi és különböző forgatókönyvek (éghajlatváltozás, EU támogatási rendszerek) esetén a várható vízigények becslésére.



### 3. Ábra. Hazai eredetű augusztusi kisvízkészletek kihasználtsága

SIMONFFY (2002) nyomán

Hazai vonatkozásban a 300-500 ezer hektár öntözése reális célkitűzés, de ez elmarad az optimális külső-belső feltételek esetére várható 800-900 ezer ha-ra tehető igénytől, ami a takarékos öntözési eljárások elterjedését sürgeti. Álláspontja szerint a víztakarékos technológiák mellett a talaj- és talajvíz-viszonyoknak megfelelő növényválasztással a vízigények 20-40 % aránnyal csökkenthetőek.

KOVÁCS (2001) szerint felszíni vizekkel történő öntözésben előny, hogy külön tárolóra nincs szükség, bár nehezíti a felhasználást a téli víznyerés. Többnyire ezek a vizek az előszűrésen túl egyéb kezelést nem igényelnek.

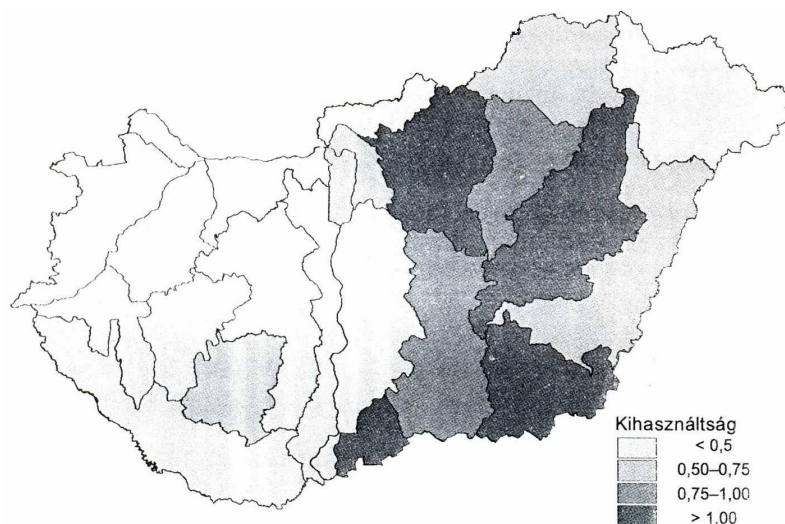
Vízminőségi problémák miatt felszíni vízfolyásaink inkább csak mezőgazdasági célokra használhatók. Két jól elkülöníthető csoportra oszthatók: élővizek és csatornák. Ez utóbbiak szinte minden paraméter tekintetében szennyezettebbek az előbbieknél. A Dél-Alföld felszíni vizeinek minőségére alapvető hatással van a folyók országhatáron túlról érkező szennyezése. Ezt a helyzetet tovább rontja, hogy a térség településein keletkező szennyvizek, illetve a mezőgazdasági területekről elfolyó vagy elvezetett szennyezett többletvizek a csatornákon keresztül a vízfolyásokba kerülnek. A legjelentősebb csatornák többnyire kettős funkciót látnak el: nedves időszakban a belvíz elvezetését szolgálják, száraz időszakban öntözővizet szállítanak. A belvíz elvezetés következtében jelentős mértékű a csatornák vizében a tápanyagok feldúsulása. Állapotukat tovább rontja, hogy helyenként a fűtésre használt termálvizeket is belevezetik. Amikor öntözővizet is szállítanak, vízminőségi problémák alig jelentkeznek, azonban ha az adott térségben éppen nincs öntözővíz igény, a bevezetett használt vizek és a diffúz szennyezések következtében erőteljes a csatornák feliszapolódása (CSONGRÁD [online]).

### 2.1.3.2. Talajvizek

JUHÁSZ (1987) szerint talajvíznek tekinthető a felszín közelében lévő felső vízréteg vize, melyre számottevően hatnak a meteorológiai, agrotechnikai, környezeti viszonyok, ezért fizikai és kémiai jellemzői változóak. 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.

Amennyiben nagy vastagságú összlet található a talajvíz alatt, ekkor az együtt dolgozó rendszerből a felső 20 m-ben tárolt vizet nevezzük talajvíznek. A parti szűrésű víz olyan talajvíz, ami utánpótlását döntő mértékben a vízvezető 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 igen szegény. Az Alföldön félmegyényi területeket találunk jelentősebb felszíni vízfolyás nélkül, ezért az Alföldön a vízfogyasztást döntően felszín alatti vízből lehet fedezni (RÓNAI, 1961) (4. Ábra).



**4. Ábra. Felszín alatti vízkészletek kihasználtsága**  
SIMONFFY (2002) nyomán

Bár a talajvizekre vonatkozóan Magyarországon a nagy folyószabályozások kora óta, vagyis több mint egy évszázada gyűjtenek adatokat, mai ismereteink főként a következő forrásokból származnak:

- A VITUKI (Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet) 1950-től kezdődően országos hálózattá fejlesztett közel 2000 észlelő kút rendszeres figyelésével kapott adatsorokból (RÓNAI, 1958).



- A MÁFI (Magyar Állami Földtani Intézet) által 1950-1954. között elkészített ásott kút kataszteréből származó adatsorok rendszerezéséből (RÓNAI, 1961).
- Az 1964-ben indult Alföld komplex földtani térképezésére irányuló tudományos program alapján, 1964-1981. között 1:100 000 ma. térképlapokon az Alföld 2/3 részéről készültek el a felvételek a több mint 7000 sekélyfúrás nyomán (RÓNAI, 1985).
- Az elmúlt két évtizedben az Alföld számos kistérségében elvégzett részletes földtani és hidrológiai feltárások alapján. A korábbi adatsorok korszerű informatikai eszközökkel végzett ismételt feldolgozása és újabb kutatófúrások eredményei térképeken is megjelentek a fő összetevőkre vonatkozó vízkémiai értékeléssel együtt (MAJOR, 1993; KUTI et al., 1999).

A talajvíz mennyiségéről RÓNAI (1961) a következő megállapításokat teszi: az Alföldön a talajvíz mindenütt közel van, de nem mindenütt elég bőséges. A Duna-síkon van elegendő víz és az jól kitermelhető. A Tisza síkjában mélyebben áll a talajvíz tükör és kevesebb is a víz. Legrosszabb a helyzet a Duna-Tisza közti hátságán, ahol a vízzáró réteg gyakori hiánya és a vízáradó finom homok miatt a kutakat nem lehet jól kiképezni és bennük kevés is a víz.

Vízminőség szempontjából az Alföld talajvizeinek érdekessége, hogy bennük a legkülönbözőbb sók a legváltozatosabb töménységben vannak oldva, sótartalmuk az 1000 mg/l értéket 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. A szulfát nagyrészt növényi eredetű mocsaras altalajok eltemetett fosszilis származéka; jóval kevesebb van belőle a Duna-Tisza közti vizekben, mint a Tiszántúlon.

A talajvizek szulfát-, nátrium- és kloridtartalmát térképen is megjelenítette RÓNAI (1961). A szulfát-térképről az Alföld régi nagy mocsárvidékei rekonstruálhatók; a nátrium-térkép a jelenlegi és eltemetett szikes területek foltjait rajzolja ki. A klorid-ion térképen a klorid-foltok rendszerint NaCl-os vizet jelölnek, aminek a háttérben elsősorban felszíni szennyezés húzódik.

Magyarország talajvizeinek vegyi jellegéről szintén RÓNAI (1961) szerkesztett átfogó térképet, melyen a vízminőség típusok szerinti ábrázolást követi (5. melléklet).

A nagy sótartalmú talajvizek keletkezésének oka az alföldi víztartó rétegek kioldható anyagaiban rejlik (VITUKI, 1959). A finom üledékekből (kőzetliszt, iszap, agyag) több anyag oldható ki, mint a kvarchomokból, kavicsból. Ezért megfigyelhető, hogy az Alföld peremeitől befelé haladva a középső tájak felé emelkedik a talajvíz sótartalma, mivel a hordalékok a szállítási távolsággal finomodnak, így nagyobb arányú a kioldódás.

Az oldott anyagoknak a talajvízben való feldúsulását nagyban elősegíti a talajvíztükör függőleges ingadozása. A víztartó rétegekben felhalmozott ionokat a bennük mozgó víz oldja és a vízszint ingadozások során fel- és leszállítja. A talajvíz-játék elérheti a 4-5 m-t is az Alföld sűrűn rétegzett talajában, ebben a zónában többféle anyagot is kioldhat.

A tápláló csapadék és a párolgás évszakos járásának, a növényi élet ritmusának megfelelően a talajvizek a téli időszakban megemelkednek és megközelítik a felszín, míg a nyári időszakban a felhasználás miatt süllyedni kezdenek mindaddig, míg a kapilláris emelkedés elegendő a párologtatáshoz. Vízfolyások közelében a talajvíz ingadozása késleltetve és mérsékeltebben követi a vízfolyás vízjárását (SZALAI, 1984).

RÓNAI (1975; 1985) több tanulmányában is foglalkozik a talaj- és rétegvizek kapcsolatával. Ezen a kölcsönhatáson túl a talajvíz kémiai alakulásában szerepet játszik még a víz felszín alatti körforgása is, amikor a mélységi víztartókból a felszín közelébe szivárog a víz, miközben az alulról hozott anyag és a közbeni kilúgzódás tovább gazdagítja a felszín közeli rétegek vizét. A mélyebb rétegekből helyenként nátrium-klorid is kerül a talajvízbe.

KUTI (1989) az Alföld felszín közeli képződményei és a bennük tárolt talajvíz kémiai sajátosságai (összesség tartalom, főionok koncentrációja) közötti összefüggéseket vizsgálta. A Duna-völgytől a Körösig megszerkesztett szelvényen igazolja, hogy a felszín közeli képződmények valamint a talajvízszint alatti és feletti képződmények karbonát-tartalma és az üledékben tárolt talajvíz kémiai jellege között összefüggés van, és ez az adott táj földtani felépítésére jellemző.

KUTI et al. (1999) az Alföld talajvizeinek összes oldott anyag tartalmát, kémiai jellegét, a talajvíz áramlási irányait és a szikesedés földtani összefüggéseit is kereste. A vizsgált földtani tájakon változatos összetételű talajvizeket különíthetett el. A Duna-völgyben leggyakrabban nátrium-hidrogén-karbonátos (szikes jellegű) vizeket talált. A Duna-Tisza köze homokos területein a kalcium-hidrogén-karbonátos vizek az uralkodóak. A löszös területeken a magnézium-hidrogén-karbonátos vizek a jellemzőek. A Tisza-völgyben ismét nátriumos vizek találhatók, Szolnok környékén szulfátos, délebbre inkább hidrogén-karbonátos jellegűek a vizek. A Tiszántúl nagy részére a nátrium-hidrogén-karbonátos, kisebb mértékben a nátrium-szulfátos vizek a jellemzőek.

KUTI et al. (1999) a talajvizek magas sótartalmának eredetét illetően RÓNAI-hoz (1961) hasonló megállapításokat tett. A vizek összetételét jelentősen befolyásolja a talajvíz áramlása, tekintettel arra, hogy a peremekről az Alföld közepe felé áramló víz összes oldott anyag tartalma a mélyebben összefolyó részeken a legnagyobb. Itt van a felszínhez legközelebb, és jellegében nátriumos. A szikesek ezeken a mélyebb területeken alakulhattak ki.

JUHÁSZ (1987) arra a következtetésre jutott, hogy a talajvizeknél a minőség vizsgálatot minden esetben el kell végezni, mert kémiai jellegükre előzetes vélemény csak nagyon tág határok között fogalmazható meg.

A talajvíz minőségét az újabb időkben mesterséges behatások is módosítják. A talajvízszennyezés igen sokféle eredetű lehet. Gyakori ok a műtrágyák és növényvédő szerek túladagolása, valamint a trágyalevek talajba való jutása. Jelentős lehet az ipartelepek és kommunális szennyvizek talajvízbe kerülése is. LETTERNÉ (1998) ismerteti a sérülékenységet befolyásoló legfontosabb tényezőket. A felszíni eredetű szennyezésekre legérzékenyebbek a gyors utánpótlódású, jó vízvezető és a sekély víztartók vizét találja. A vízminőség érzékenységekben szerepet játszik a víztartók nyomásállapota is: a beszivárgási, utánpótlódási területeken a lefelé mozgó vízzel terjedhetnek a szennyeződések, míg ez a feláramlási területeken csak lokálisan jöhet létre. A nyomásállapot azonban a vízkivételek hatására könnyen megváltozhat, s olyan helyeken is képes a szennyeződés lefelé mozogni, ahol korábban a víz felfelé szivárgott.

A szennyező források széles skálája veszélyezteti a felszín alatti vizeket, de hangsúlyoznunk kell, hogy a vízminőségi problémák egy része a vizek természetes tulajdonságaival függ össze (pl. a rétegvizek nagy vas-, mangán- és ammónium koncentrációja), a nagy nitrát- vagy klorid-koncentráció viszont felszíni eredetű szennyeződésre utal.

A felszíni vizek szennyezettsége miatt nagy jelentősége van a felszín alatti vizek szennyezéstől való megvédésének, és ebben a tekintetben a talajvíz első helyen áll, mert a legsebezhetőbb.

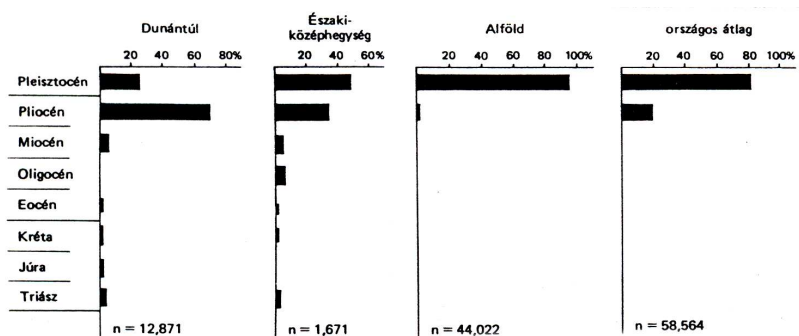
A talajvíz készletek kihasználtsága az 1980-as évek végén volt a legnagyobb mértékű, az ennek következtében kialakuló talajvízszint süllyedés miatt vízháztartási problémák jelentkeztek a térségben, különösen a Duna-Tisza közti homokhátságon. Az utóbbi évek csapadékos időjárásának köszönhetően a talajvízszint változás tendenciája megfordult (CSONGRÁD [online]).

### **2.1.3.3. Rétegvizek**

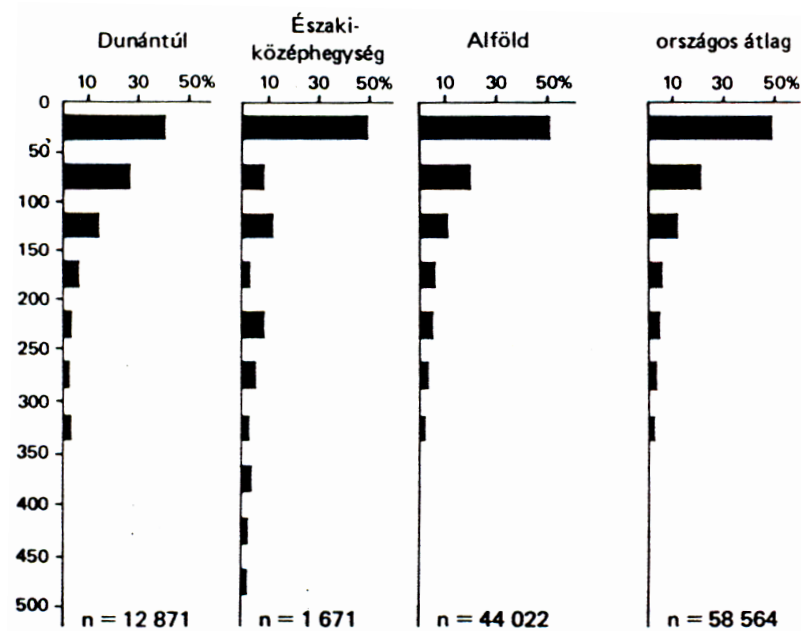
A rétegvizek öntözési célú nagyobb felhasználásának alapfeltétele a vízföldtani viszonyok ismerete. Ismernünk kell a víztartó rétegek fizikai és geometriai tulajdonságait, valamint a természetes viszonyok között előálló vízháztartás főbb jellemzőit. Ezek ismeretében lehet csak előre következtetni a vízkivétel hatására.

Az alföldi medence rétegvizei a negyedidőszaki, folyóvízből lerakott porózus rétegekből, továbbá az alatta elhelyezkedő nagy vastagságú pannóniai tavi rétegekből származnak (5. *Ábra*). Nagyon kevés helyen mély fúrásokkal víz nyerhető a kemény kőzetek hasadékaiból is (6. *Ábra*).

Az Alföld vízföldtani viszonyait szerkezet kutatásokból, az artézi kútfúrásokból és újabban a szénhidrogén fúrások alapján ismerjük.



**5. Ábra. A mélyfúrású kutak vízadó rétegeinek kor szerinti eloszlása**  
(URBANCSEK J. adatainak feldolgozása alapján FODOR & KLEB, 1986)



**6. Ábra. A mélyfúrású kutak vízadó rétegeinek mélység szerinti eloszlása**  
(URBANCSEK J. Adatainak feldolgozása alapján FODOR & KLEB, 1986)

SÜMEGHY (1944) megszerkesztette az alföldi medence fiatal földtani szerkezetét, amit sok száz artézi fúrás rétegsorának értékelése alapján épített fel. Ezzel a terület öntözésének földtani előkészítését alapozta meg.

Az Alföld-kutatás az '50-es években nagy lendületet vett; a Földtani Intézet elindította a harmadik országos jellegű síkvidéki térképezést. A nemzetközi viszonylatban is egyedülálló kutatási programban elkészült az Alföld artézi kút katasztere. Ennek eredményeiből szerkesztette meg SCHMIDT (1961) Magyarország Vízföldtani Atlaszát, melyben az ország területét 53 vízföldtani

tájegységre bontotta. SCHMIDT (1962) párhuzamot talált a mélységi vizek kémiai összetétele és a vízvezető rétegek földtani kora között.

A felszín alatti víz 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 (KÖRNYEZETVÉDELEM, 2004).

A felszín közeli vizek sokszínűsége után 50-100 m mélységben már megszűnik a vizek kémiai változatossága, és 1500-2000 m mélységig mindössze kétféle víztípust találunk: kalcium-magnézium-hidrogén-karbonátos és nátrium-hidrogén-karbonátos vizeket. Az elsőt a peremvidékeken és a homokhátságokon találjuk, tehát a beszivárgó területek közelében, valamint kivételesen a Csongrád-Szeged medence kavicsos homok víztartóiban. Mindhárom területen ez a víztípus csak néhány száz méter mélységig található, alább átveszi helyét a nátrium-hidrogén-karbonátos víz. Ez utóbbi a mély Alföld agyagos területein már a felszín közelében megjelenik és tart végig lefelé, amíg el nem érjük az alsó-pannóniai rétegek nátrium-kloridos vizét (RÓNAI, 1985).

AUJESZKY & SCHEUER (1983) szerint a vastag, fiatal üledékkal feltöltött medencében gyakori jelenség, hogy az összes keménység, a kalcium- és a magnéziumtartalom mélység felé való csökkenése mellett a nátriumtartalom jelentősen növekszik, amit a szerzők a vízforgalom csökkenésével magyaráznak. A mélységi vizek sótartalma a mélység felé enyhén nő; 100-500 m mélységben csak ritkán haladja meg az 1000 mg/l értéket.

A negyedidőszaki vizek keménységéről URBANCSEK (In: RÓNAI, 1985) készített térképeket, külön az alsó-pleisztocén és külön a felső-pleisztocén vizekről. Mindkét térkép egyértelműen az Alföld-perem vizeit mutatja keménynek, és a keménység mértéke az Alföld közepe felé csökken. URBANCSEK (1981) kútkataszterének X. kötete igen sok vízkémiai elemzés eredményeit is közli megyénként, az egyes kutak részletes kémiai adatait a szerző táblázatokba foglalta.

A negyedidőszaki vizekben klorid-iont általában csak jelentéktelen mennyiségben találunk; míg a talajvízben kimutatott nagy kloridtartalom felülről való szennyezésből származhat, addig a rétegvizek esetlegesen magasabb klorid-koncentrációja a nagyobb mélységről való felszivárgás jelének tekinthető (RÓNAI, 1985).

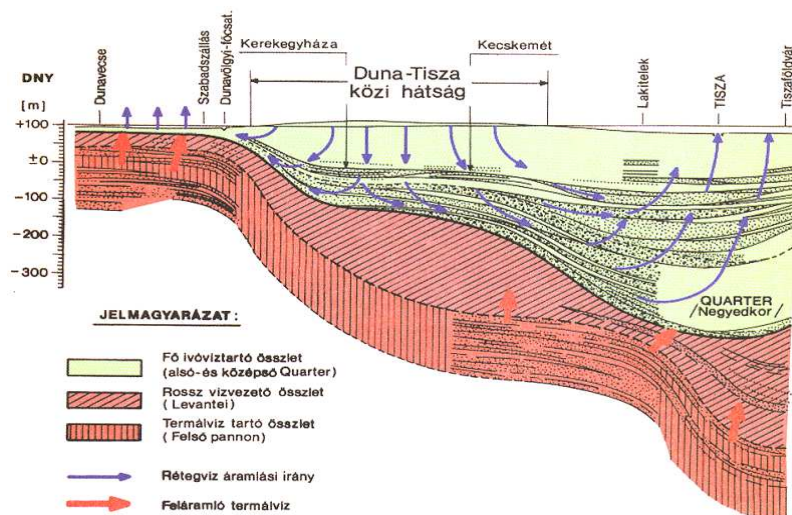
Szulfát az alföldi mélységi vizekben 1000 m körüli mélységig nagyobb arányban csak kivételesen fordul elő; a szulfát-tartalmú vízminták a mély Alföldön, a Tisza tengelyében elhelyezkedő megfigyelő kutakból származtak.

URBANCSEK (In: RÓNAI, 1985) elkészítette a mélységi vizek vasasságának térképét is. Kifogásolható mennyiségben ( $> 0,4 \text{ mg/l}$ ) az Alföld észak-keleti szegélyén mutatkozik oldott formában vas, de megoszlik a szakirodalom abban a tekintetben, hogy a vastartalom a víz eredeti alkotója vagy másodlagos szerzeményként a nagy szabad szénsavtartalmú vizek agresszivitásának következménye.

A rétegvizek minőségét a víz hőmérséklete is befolyásolja. A mélység növekedésével az emelkedő hőmérséklet és nyomás a víz oldóképességét fokozza (PAPP & KERTÉSZ, 1979).

RÓNAI (1985) a kútvizek összetételének időbeli változásáról számol be. A MÁFI észlelő kútjaiban találtak időben közel állandó és változó vízminőséggel. A változás mértéke, tendenciája nagyon különböző, ezért hosszú távú prognózist adni a várható vízminőségre szinte lehetetlen.

ERDÉLYI & GÁLFY (1988) a hazai felszín alatti vizek dinamikus modelljét vázolja fel, mely szerint ezek a vizek nincsenek nyugalmi helyzetben, hanem a nyomásviszonyoknak megfelelően regionális és lokális vízáramlási rendszerek alakulhatnak ki (7. Ábra). A Pannóniai-medencében földtani és hidrológiai szempontból négy, különböző mélységhez kötődő vízáramlási rendszert különítenek el. Öntözővíz nyerési szempontból csak az első kettőt emelem ki: az I. a felszín közeli (0 - 30 m) áramlási zóna, mely a felszín közeli és a negyedkori üledékek felső rétegeibe beszivárgó vizeket foglalja magába, és nem kapcsolódik regionális rendszerré. Kémiai összetételét eredete, migrációs távolsága és a lokális szennyeződések határozzák meg. Ezért oldott anyag tartalmuk változékony, sok extrém értékkel. A II. zóna a felszíntől nagyobb mélységben a pleisztocén üledékekhez kötődik, a medenceperemektől a medence belseje felé migráló vizekkel, kiegyensúlyozott kémiai összetétellel.



(Forrás: KVVM [online])

7. Ábra. A Duna-Tisza közti felszín alatti vízáramlási rendszer

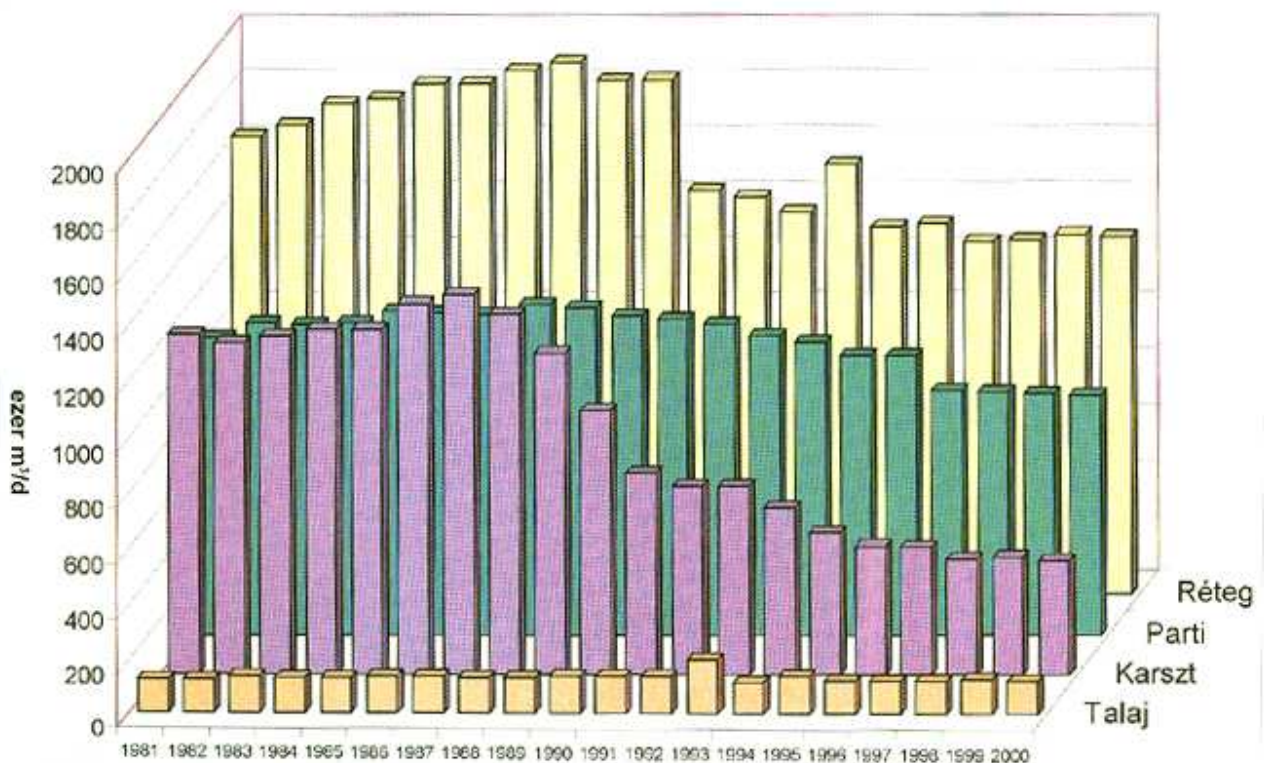
VARSÁNYINÉ (1991) a Dél-Alföld rétegvizeiben lejátszódó kémiai reakciókat vizsgálva megállapította, hogy a víz mozgása során a legjelentősebb kémiai változást az ioncsere eredményezi. A vizsgált vízmozgási útvonalon azonban a nátriumra ez ma már nem értelmezhető, mert a geológiai idők folyamán az üledékek agyagásványainak cserélhető nátriumtartalma a betáplálási zóna közelében kalcium- és magnéziumionra már lecserélődött. Ezért a nagyobb keménységű vizek esetében az ioncsere további vízminőséget meghatározó szerepe megszűnik. Mérései alapján arra a következtetésre jutott, hogy ez a zóna egyre kiterjedtebb lesz, ezekben a vizekben az egy- és két vegyértékű ionok koncentrációja az idők folyamán sokkal egységesebbé válik.

VARSÁNYINÉ (1994) másik tanulmányában a víz összetételéből, az összetételt kialakító folyamatokból kísérel meg következtetni a felszín alatti vízmozgásokra. A kémiai összetétel kialakításában a kalcium-magnézium tartalmú ásványok oldódása és a nátriumtartalmú ásványok mállási folyamatai mellett lényeges tényezőként említi a leülepedett szerves anyag oxidatív átalakulása során keletkező szén-dioxid szabályzó szerepét.

HRABOVSKI (1998) a Dél-Alföld területén különböző mélységekből származó pleisztocén vizek nyomelem tartalmának mérésén keresztül kereste a nyomelemek minőségét és mennyiségét kialakító leglényegesebb tényezőket. A vízkémiai adatok feldolgozása után négy geokémiai folyamatot sikerült azonosítania, melyek a következők: a kalcit és dolomit oldódása, földpátok mállása, redox- és másodlagos ásványképző folyamatok. A vizsgált két vízföldtani táj – Körös-medence, Duna üledékei – nyomelemek szempontjából sem egységes, a növényi mikroelemek között is szereplő vas és cink koncentrációjában a mélységgel figyelemre méltó tendencia jellegű változást nem talált.

A fentiek következtében a felszín alatti vízháztartás, a vízszint-, illetve nyomásviszonyok és bizonyos határok között a vízminőség a hidrometeorológiai feltételektől, a beszivárgástól, az utánpótlódástól és a vízkitermeléstől függően alakulnak. Magyarországon a '80-as években a nagyarányú felszín alatti víztermelés száraz időjárással esett egybe, a nagy mértékű igénybevétel a lecsökkent utánpótlódást, illetve beszivárgást tartósan meghaladta, ami miatt egyes területeken jelentős hiány alakult ki a felszín alatti vízháztartásban, a felszín alatti vízkészletek csökkentek (KÖRNYEZETVÉDELEM, 2004).

Hazánkban jelenleg átlagosan naponta mintegy 2,7 millió m<sup>3</sup> vizet termelnek ki a felszín alól. A különböző felszín alatti víztípusok között majdnem fele arányban szerepel a rétegvíz és mintegy huszadrész a talajvíz, de ebben nem szerepelnek az illegális talajvíz kivételek (8. *Ábra*) (KVVM [online]).



(Forrás: KVVM [online])

### 8. Ábra. A felszín alatti víztermelés víztípusonként 1981-2000. között Magyarországon

A felszín alatti víztermelés a '80-as években a jelenleginél több mint 50 %-al nagyobb volt; a kitermelés csökkenésének oka egyrészt a víz árának növekedésében, másrészt a hazai ipari termelés visszaesésében keresendő.

A rétegvíz intenzív kitermelése miatt a tároló rétegek nyugalmi szintje folyamatos süllyedést mutatott a '80-as évek végéig. Azóta a csökkenő kitermelés miatt a víztartók visszatöltődése tapasztalható, ami a rétegyomások stabilizálódásában, illetve minimális emelkedésében nyilvánul meg (CSONGRÁD [online]).

PÁLFAI (1999) az Alföld felszín alatti vízkészletét mennyiségi és minőségi szempontból is jónak értékeli, azonban a hosszú távú biztonságos ivóvízellátás érdekében figyelmeztet arra, hogy a vízkitermelés ne haladja meg az utánpótlódó mennyiséget, illetve a vízkészlet ne szennyeződjön. Ezért öntözési célra a felszín alatti vízkincs csak erősen korlátozva legyen engedélyezhető. Ahol a vízminőség nem elégíti ki a követelményeket, ott a korszerű vízkezelő technológiákat kell bevezetni.

SIMONFFY (2002) szerint figyelemre méltó, hogy a '90-es évek végére a felszíni vizekből történő öntözés csökkenése miatt a felszín alatti vizek használata jóval meghaladta a felszíni vizekét.



A talaj- és rétegvizek kihasználtsága országosan 46 %, de vannak olyan vízgyűjtők (pl. a Tisza mentén), ahol a kihasználtság nagyobb, mint 100 %, vagyis a vízkivételek a kívánatosnál nagyobb talajvízszint süllyedést okoznak.

CSELŐTEI (1998) a hajtás vízigényét 15 ezer hektár fedett termesztő berendezéssel és 300 mm fajlagos vízigénnyel számolva évente 45 millió m<sup>3</sup>-re becsüli, ami kedvező gazdasági feltételek esetén 60 millió m<sup>3</sup> -re emelkedhet.

Napjainkban a felszín alatti vizekre vonatkozóan a legtöbb információt a mélyfúrású kutak vízföldtani dokumentációi és az adatokat nyilvántartó VITUKI Országos Kútkataszter tartalmazzák.

A felszín alatti vizek mennyiségi és minőségi változásainak országos áttekintését szolgálja a Felszín Alatti Vízhatalom Törzshálózat, ami a '80-as évek közepe óta működik. Mintegy 600, zömében termelő kútból és forrásból évente 1-12 alkalommal vett vízminták elemzési adatai a központi nyilvántartásokba kerülnek. Ez a hálózat lényegében az üzemi adatszolgáltatásokban is megjelenő vízminőségi információkra támaszkodik, de a sérülékenyebb talaj- és sekély rétegvizekre vonatkozó vízminőségi megfigyelő hálózat hiányzik. Ilyen hálózatok eddig csak egyes területeken létesültek (Szigetköz, távlati vízbázisok), illetve 1996-tól kezdtek el a környezetvédelmi állami szervek a regionális léptékű hálózat kiépítését (Duna-Tisza köze).

A környezetvédelmi szervezetben jelenleg folyamatban van a 33/2000. (III. 17.) Korm. Rendeletben előírt Környezetvédelmi Felszín Alatti Víz- és Földtani Közeg Nyilvántartási Rendszer (FAVI) kiépítése, amely többek között a felszín alatti vizek állapotára vonatkozó információkat is tartalmaz, valamint adatokat az állapottal kapcsolatos követelményekre, a veszélyeztető vagy szennyező, károsító tevékenységekre és a kapcsolódó környezetvédelmi intézkedésekre is.

#### **2.1.4. A hajtáshoz kapcsolódó vízgazdálkodási irányelvek**

Napjainkban már nem elég az öntözés tárgyi feltételeit biztosítani, egyre több jogi előírásnak is meg kell felelni. A tiszta víz felértékelődése miatt szigorodó környezetvédelmi elvárások következtében valamennyi vízre alapozott tevékenység vizsgálatában nem kerülhető ki a jogi szabályzó rendszer. A továbbiakban azokat a legfontosabb szempontokat és elveket kívánom összefoglalni, melyek befolyásolhatják a szakmai következtetéseket. A nemzetközileg rögzített uniós alapelvek és a többé-kevésbé ehhez igazodó hazai szabályok közül kizárólag azokat az előírásokat tekintem át, melyek a víznyerésnél, majd a termesztés végén a szennyvízkezelésnél érvényesítendőek.

#### 2.1.4.1. Nemzetközi szabályozás

➤ A Víz-Keretirányelv (2000/60/E)

Az Európai Unió víz-politikájának legfontosabb érvényesítési eszköze, melynek jelentőségét elsősorban az adja, hogy egységes keretbe foglalva szabályozza, valamint vízgyűjtő szinten összehangolja a tennivalókat a felszíni és felszín alatti vizek mennyiségi-minőségi védelme érdekében.

Az irányelv fő célkitűzései:

- ✓ Előmozdítsa a fenntartható vízhasználatot.
- ✓ Biztosítsa a felszín alatti vizek szennyezésének fokozatos csökkentését.
- ✓ Megakadályozza további szennyezésüket.
- ✓ „Szennyező fizet” elv betartása.
- ✓ Az irányelvben hivatkozott más irányelvek végrehajtása.

A felszín alatti vizek védelme szempontjából két irányelvnek van kiemelkedő jelentősége:

➤ Az ún. felszín alatti vízminőség védelmi irányelv (80/68/EGK)

A felszín alatti vizek veszélyes anyagokkal szembeni védelméről szól. A veszélyes anyagokat veszélyességük szerint I. és II. listába sorolva adja meg. Az I. listán szereplő anyagoknál a kibocsátás megakadályozása, a II. listán szereplő anyagokra a kibocsátás korlátozása a cél. A növénytáplálási szempontból fontos nitrogén-, foszfor- és nehézfém-tartalmú folyékony és szilárd anyagok a II. listán szerepelnek.

➤ Az ún. nitrát irányelv (91/676/EGK)

A vizek mezőgazdasági eredetű nitrát szennyezés elleni védelméről szól. Mindazokat a vizeket és azok vízgyűjtő területeit nitrát-szennyezésre érzékenynek kell nyilvánítani, ahol a vizek nitrát-tartalma már meghaladja az 50 mg/l-t, vagy meghaladhatja azt a jövőben. A nitrát-érzékeny területeken a „jó mezőgazdasági gyakorlat” alkalmazása kötelező.

A célkitűzések teljesítésére az irányelv szigorúan betartandó határidőket ír elő; összességében 2015-re el kell érni a felszíni vizek „jó” kémiai és ökológiai állapotát és a felszín alatti vizek „jó” mennyiségi és kémiai állapotát.

#### 2.1.4.2. Hazai szabályozás

Az öntözővíz vételezés hazai szabályozásának legfőbb célkitűzését – az uniós környezetgazdálkodási elvekkel összhangban – a környezeti elemek mennyiségi és minőségi megőrzésének elve képezi.

Magyarországon a vízgazdálkodás és a vizek védelme nagy hagyományokra tekint vissza. A jelenleg érvényes alapokat két törvény szabályozza:

- Az 1995. évi LIII. sz. környezetvédelmi törvény
- Az 1995. évi LVII. sz. vízgazdálkodási törvény

Ezek között található átfedések, de olyan területek is, melyeket egyik törvény sem, vagy nem az EU elvárásoknak megfelelően szabályoz. A vízgazdálkodási törvény alapján született jogszabályok túlnyomóan az EU-ban nem szabályozott területekre vonatkoznak. A környezetvédelmi törvényből levezethető részletes szabályozások még nem születtek meg, ezért a mai hazai szabályozás az EU még alakulóban lévő szabályozásával csak az alapelvekben és az általánosság szintjén harmonizál.

Hazánkban a keretirányelvnek megfelelő szabályozás még nem létezik. A keretirányelv nagyszámú hazai jogszabályt érint, és jelenleg is széles körű jogharmonizációs tevékenység folyik.

- *1995. évi LIII. törvény*

Vizeink védelmének alapvető szabályait tartalmazza. A komplex védelem egyrészt a felszíni vizekkel való kölcsönös kapcsolatra vonatkozik, másrészt maga után vonja a felszín alatti vízvédelem és a földtani közeg (beleértve a talajt is) védelmének összehangolását is.

A törvény meghatározza a környezeti elemek elérendő célállapotát, ami a felszín alatti vizekre vonatkozóan azt jelenti, hogy a stratégiai jelentőségű vizek minősége 50 éven belül az ország egész területén közelítse meg az emberi tevékenységgel közvetlenül nem érintett vizek minőségét.

A felszín alatti vizek igénybe vétele, illetve az odavaló közvetlen bevezetés esetén a környezetvédelmi hatóság állásfoglalása szükséges a vízjogi engedély megszerzéséhez.

- *1995. évi LVII. törvény*

A felszín alatti vizet a törvény szerint csak olyan mértékben szabad igénybe venni, hogy a vízkivétel és a víz utánpótlódás egyensúlya minőségi károsodás nélkül megmaradjon.

A környezeti szemléletű, vízháztartási alapokon nyugvó készletgazdálkodást, vagyis a komplex hasznosítást azzal a feltétellel valósítja meg, hogy a vizek „jó állapota” hosszú távon biztosítható legyen. Ez terhelhetőségi előírásokon, határértékeken, valamint az állapotjellemzőkre vonatkozó korlátokon keresztül jut kifejezésre.

A törvény a vízigények kielégítésére prioritási sorrendet határoz meg, amelyben első helyen a létfenntartási ivó- és közegészségügyi, katasztrófa-elhárítási vízhasználat áll, ezt követik a lakosság ellátását szolgáló, továbbá az állattartási, haltenyésztési, természetvédelmi, gazdasági és egyéb vízhasználatok.

A vízjogi engedély a legújabb rendelkezések szerint meghatározott időre szól és csak akkor adható, ha ezzel egyidejűleg a keletkezett szennyvíz elvezetéséről, kezeléséről és a környezetvédelmi

előírásoknak megfelelő elhelyezéséről is gondoskodtak. A vízhasználó a vízjogi engedélyben lekötött vagy engedély nélkül felhasznált vízmennyiség után vízkészlet járulékot köteles fizetni.

➤ *49/2001. (IV. 3.) Korm. Rendelet (A 91/676/EGK un. nitrát irányelv hazai adaptációja)*

A felszín alatti vizek védelme szempontjából nitrát-érzékenynek kell tekinteni a 33/2000.(III. 17.) Korm. Rendelet szerint kiemelten érzékeny felszín alatti vízminőség védelmi területet, továbbá mindazt a területet, ahol a talajvíz – feltehetően mezőgazdasági tevékenységből eredően – már több mint 25 mg/l nitrátot tartalmaz.

➤ *A 220/2004. (VII. 21.) Korm. Rendelet*

A felszíni vizek minőségének megóvását, a szennyezés megelőzését szolgálja. A vízszennyező anyagok – többek között az eutrofizációért felelős nitrátok és foszfátok – bevezetésének fokozatos kiküszöbölése érdekében a kibocsátó köteles a használt vizet az előírt határértékre megtisztítani, technológiai fejlesztéssel a kibocsátást határidőre megszüntetni.

➤ *A 219/2004. (VII. 21.) Korm. Rrendelet*

A felszín alatti vizek mennyiségi és minőségi védelme érdekében nem ivóvíz minőségű vízigény felszín alatti vízkivétellel csak kivételes esetben engedhető meg; ha a felszíni vízkivételnek megalapozott közgazdasági vagy természeti akadály van.

A felszín alatti vizek állapota szempontjából fokozottan érzékeny területhez sorolandók többek között az üzemelő és távlati ivóvíz bázisok.

## **2.2. Öntözővizek minősítése talajon természetben**

Az öntözővíz közvetlenül a növényélettani igény kielégítését szolgálja, de közvetett hatásai is megmutatkoznak egyes talajtulajdonságokra nézve. STEFANOVITS et al. (1999) erre vonatkozó eredményei az *1. Táblázatban* kerültek összegzésre.

PETRASOVICS (1988) a víz fizikai, kémiai és biológiai összességét a víz minőségének nevezi. A víz minősítésére nincs általános szabály, a vizet csak egy adott felhasználási célra lehet értékelni. Az öntözővizek minősége alatt a felhasználandó vizek tulajdonságainak azon körét érti, melyek hatással vannak a talajra, a növény életfolyamataira és a vízszétosztás technológiájára.

## 1. Táblázat.

### Az öntözés kedvező és lehetséges kedvezőtlen hatásai a talajra

STEFANOVITS et al. (1999) nyomán

Kedvező hatások	Kedvezőtlen hatások
A növény jobb vízellátása	Szerkezetrombolás
Fokozott tápanyag-feltáródás	A feltalaj vízgazdálkodásának romlása
Fokozott tápanyagfelvétel	A tápanyag esetleges kilúgozása
A káros sók kilúgozása	A túlöntözés káros következményei: redukció,
Erózióval, deflációval szembeni védő hatás	talajvízszint emelkedés, elvizenyősödés
	Szikesedés

Az öntözővizek minőségének elbírálásánál DARAB & FERENCZ (1969) szerint azt kell szem előtt tartani, hogy a vízzel szállított anyagok hogyan befolyásolják:

- a víz- és a tápanyagok felvételét,
- a növényi egyéni fejlődési sajátosságokat,
- az öntözött talajjal való kölcsönhatásból eredően a talajképződési folyamatokat.

Ezért az öntözővizek minőségi mutatóinak megállapításánál a víz-talaj-növény hármass kölcsönhatást javasolja vizsgálni.

Az öntözővizek minősítése és mezőgazdasági hasznosítása tárgyában jelenleg is érvényben lévő műszaki irányelv (MI-08-1780-1988) a fenti hármass komplex rendszert kiterjeszti a víz szétosztási technológiájához szükséges vízminőségi mutatókkal is. A javaslat szerint csepegtető öntözésnél a csepegtető test eldugulásának megakadályozása céljából a fizikai (hőmérséklet, lebegő anyagok, oldott oxigén), kémiai (keménység, vas- és mangántartalom, hidrogén-szulfid tartalom) és biológiai (vas- és szulfát baktériumok) vizsgálatok is szükségesek. A továbbiakban csak a kémiai osztályozás elveivel kívánok foglalkozni.

A szintén hatályos felszíni vizek öntözővíz minősítési rendjét leíró műszaki irányelv (MI-10-179/9-1990) a részletes kémiai elemzés után az osztályba sorolást az öntözővíz-növény kölcsönhatásokra alapozza. A kultúrnövényeket sótűrő képességük alapján sorolja be, bár az osztályok kialakítása messze nem teljes. Zöldség tekintetében kifejezetten hiányos a sor: a paradicsom és az uborka a közepesen sótűrő növények között szerepel, a sóra érzékenyek között csak a bab, a borsó és zeller került kiemelésre.

A XX. század közepe óta számos külföldi és hazai tanulmány foglalkozik talajon történő termesztésnél az öntözővizek minősítési rendszerének kidolgozásával.

A minősítés alapjául szolgáló legfontosabb jellemzők:

- A) a sótartalom,
- B) a hidrokarbonát és karbonát hatását kifejező mutatók,
- C) a nátrium-ionoknak a kalcium-magnézium ionokhoz viszonyított mennyisége,
- D) a magnézium relatív aránya.

**A)** A sótartalmat a térfogategységben oldott só mennyiséggel (g/l) vagy az oldat fajlagos elektromos vezetőképességével (Electrical Conductivity: EC) szokás kifejezni.

A sótartalomra nézve valamennyi ismert határérték azt a célt szolgálja, hogy az öntözővíz ne okozzon káros sófelhalmozódást a talajban. Ezért az öntözővíz megengedhető sótartalmára nem lehet általános érvényű szabályt megállapítani, mert azt befolyásolja a talaj vízáteresztő képessége, drén viszonyai, a csapadék mennyisége, az öntözési mód, a növény sótűrése stb. (HORINKA, 1997).

Magyarországon először VÁRALLYAI & FEJÉR (1936) közölt ezzel kapcsolatban adatokat. Megállapították, hogy ha az öntözővíz sótartalma kisebb, mint 500 mg/l (EC <0,78 mS/cm), akkor általában nem növekszik számottevően az öntözött talaj sókészlete.

#### **B) Hidrokarbonát és karbonát hatását értékelő mutatók**

Környezeti változás (töményedés, hígulás, pH-emelkedés) hatására a nagy karbonát-hidrokarbonát tartalmú vizekből a Ca- és Mg-ionok egy része kicsapódik, így megnő az oldatban a Na-ionok részaránya, ezáltal szikesítő hatású lesz a víz. A karbonát és hidrokarbonát ionok mennyiségének és várható kémiai kölcsönhatásainak becslésére a szerzők különböző paramétereket javasoltak, pl. fenolftalein lúgosság, szódaegyenérték, telítettségi index, effektív Ca+Mg koncentráció, relatív hidrokarbonát + karbonát arány.

A fenolftalein lúgosság (MADOS, 1940; ARANY, 1956) szabad szóda ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) jelenlétére utal. A jó minőségű öntözővíz szabad szódát egyáltalán nem tartalmazhat, fenolftalein lúgosságot nem mutathat.

A szódaegyenérték ( $Sz_e$ ) (MADOS, 1940) az öntözővízben lehetséges ( $\text{NaHCO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3$ ) koncentrációt mutatja akkor, ha a Ca- és Mg-ionok karbonát alakban kicsapódva eltűnnek az oldatból.

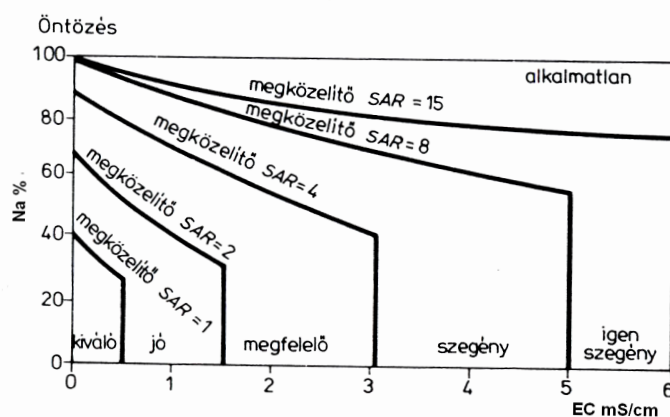
DARAB & FERENCZ (1969) szerint, ha az anionoknak több mint fele a hidrokarbonát + karbonát, akkor hidrogén-karbonát típusú, ellenkező esetben kevert anion összetételű a víz. A víz szikesítő hatását ennek figyelembe vételével javasolja értékelni.

**C)** Az öntözővíz kation összetétele akkor kedvező, ha kevés Na-iont tartalmaz. A víz szikesítő hatása szempontjából azonban nem a Na-ionok abszolút mennyisége, hanem a többi kationhoz viszonyított részaránya a döntő. Leggyakrabban a várható szikesítő hatást a Na % és/vagy a nátrium adszorpciós arány (SAR) fejezi ki (RICHARDS, 1954):

$$Na\% = \frac{Na^+}{Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+ + K^+} \cdot 100$$

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$$

HAGIN & TUCKER (1982) az öntözővíz minősítésére diagramot szerkesztett (In: PETRASOVICS, 1988). Jól használható, általános kategóriákat alkottak Na %, EC és SAR értékek alapján (9. Ábra).



### 9. Ábra. Öntözővizek osztályozása

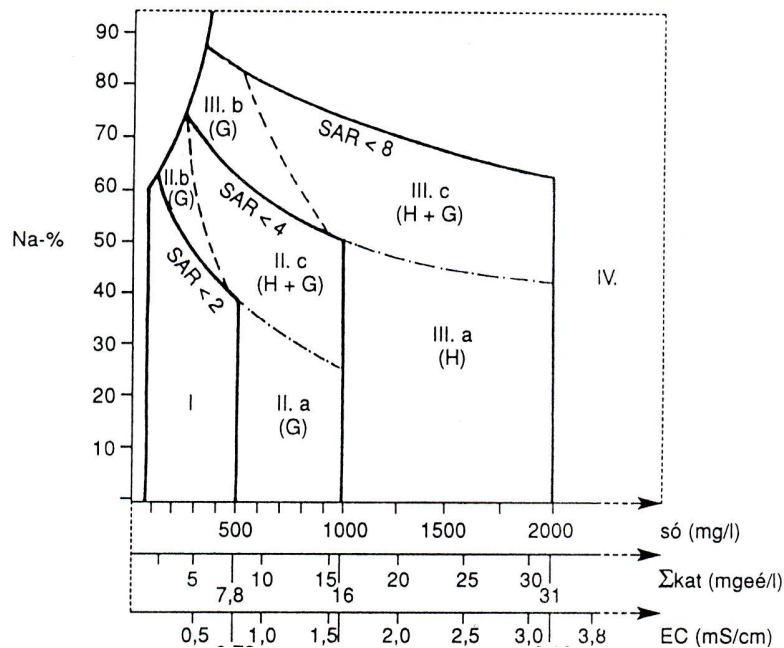
(HAGIN & TUCKER nyomán In: PETRASOVICS, 1988)

A szikesítő hatás becslésére további formulák is használatosak, pl. az USA-ban SUAREZ (1981) korrigált SAR-értéke terjedt el (adjSAR). Ez a módszer a gyökérzóna öntözés hatására bekövetkező túlfolyására ( $F_c$ ), az öntözővíz nátrium ( $Na_w$ ) és magnézium ( $Mg_w$ ) koncentrációjára, valamint a talaj parciális  $CO_2$  nyomásából és a  $HCO_3^-/Ca^{2+}$  arányból adódó egyensúlyi kalcium koncentrációra ( $Ca_e$ ) épül:

$$adjSAR = \frac{Na_w F_c}{\sqrt{(Mg_w F_c + 2Ca_e) / 2}}$$

**D)** A nagy magnéziumtartalmú öntözővízből jelentős mennyiségű Mg-ion kötődhet a talajkolloidokhoz (ARANY, 1956), ami kedvezőtlenül hat a talaj fizikai és vízgazdálkodási tulajdonságaira. Ezért a vízminősítésnél a  $Mg/(Ca+Mg)$  arányt vagy annak %-os értékét is célszerű figyelembe venni.

Az öntözővíz kémiai jellemzői és minősége közötti összefüggéseket foglalta rendszerbe FILEP (1999). A korábbi vízminősítési irányelvek és a talaj/öntözővíz kölcsönhatással kapcsolatos szakirodalom felhasználásával a sókoncentráció és a SAR-érték alapján 4 nagy csoportba tudta besorolni a különböző minőségű öntözővizeket (10. Ábra).



**10. Ábra. Öntözővíz minősítési diagram**

FILEP (1999) szerint

Az I. csoportba a minden esetben felhasználható öntözővíz került, melynek sókoncentrációja kisebb, mint 500 mg/l (EC < 0,78 mS/cm), és a SAR < 2. A megengedhető Na % a sótartalomtól függ. A csoporton belül 2 alcsoportot különített el, a kiváló minőségű vizekre a SAR < 1 jellemző. FILEP (1999) mérései szerint az öntözési idény nagy részében ilyen minőségű a jelentősebb hazai folyók vize.

A II. csoportba a csak bizonyos jó vízálló szerkezetű talajokon használható vagy kémiai javítás esetleg hígítás után alkalmas vizek kerültek.

A III. csoport a javítás után is csak egyes talajokon használható vizeket foglalja össze, míg a IV. csoport vizei javítás után sem használhatók a nagy sótartalom vagy a magas nátriumtartalom miatt.

AYERS & WESTCOT (1985) osztályozó rendszerének nemzetközi elterjedését az magyarázza, hogy a sótartalmat nem csak a kontinensen megszokott léptékű (1-2 mS/cm) kategóriákba sorolja, hanem ez alapján az arid területek gyakori magas sótartalmú talajvizeinek és az extrém sós tengervizeknek a besorolása is elvégezhető.



Öntözésre a fenti szerzők is a „nem sós” kategóriába tartozó (EC <0,7 mS/cm) vizeket ajánlják, de emellett még további kedvezőtlen ionhatásokat is beszámítanak, így a nátriumtól eredően (SAR-értékben megadva), a klorid- és a bórtartalomtól függően.

HORINKA (1997) a holland szaktanácsadási gyakorlat alapján a tápoldatos termesztésben a vízminőség fokozott szerepét hangsúlyozza. Ennek legfőbb okait főként a mikro-öntöző rendszerek nagyobb eltömődési veszélyében, a tápoldatban a műtrágyákkal együtt érvényre jutó nagyobb sóhatásban, a nagy fajlagos vízfelhasználásban és a gyökérközeg kémiai viszonyainak módosításában látja. Só- és nátriumtartalomra nézve az eddigieknél (AYERS & WESTCOT, 1985; FILEP, 1999) szigorúbb határértéket fogalmaz meg, de nátriumra SAR-értékben nem tartalmaz megkötést. Előírásokat találunk a vizek kloridtartalmára is, ami a zöldségnövények fokozottabb érzékenységevel indokolható.

### **2.3. Az öntözővíz szerepe vízkultúrák termesztésben**

A talaj nélküli termesztés legfontosabb jellegzetessége, hogy a termesztő közeg nem a talaj, így mindazokat a lényeges funkciókat, melyeket a talaj nyújt a növény részére, más módon kell biztosítani. A talajt, mint egy polifunkciós, heterogén diszperz rendszert kiiktatva, sok bizonytalansági tényező is kikapcsolható. Ezáltal a növény víz- és tápanyag ellátása kívülről szabályozható, a növényi fejlődés teljesen irányíthatóvá válik. A talaj nélküli termesztésnek többféle változata alakult ki.

A vízkultúrák termesztés klasszikus módszere teljes mértékben elhagyja a gyökérrögzítő közeget, a növények gyökere csak a tápoldatba merül (hidroponica), abban sűrű szövedéket képez (pl. NFT rendszer).

Esetenként elkülönítenek még tápködkultúrák (aeroponica) eljárásokat is, ahol a gyökerek állandó tápködben helyezkednek el.

Ezek a módszerek kevésbé terjedtek el, inkább az ún. „termesztőközegek” kultúrákat (agregatponica) alkalmazzák.

### 2.3.1. Növénytáplálás vízkultúrákban

Nyugat-Európához hasonlóan, nálunk is leginkább a talaj nélküli termesztő közeges eljárást alkalmazzák. Változatos közegek jelennek meg a termesztésben, gyakran ezeket kombinálják is egymással, a tulajdonságok javítása érdekében (COSTA, 2003).

A gyökérrögzítéshez felhasznált anyagokat eredet és összetétel alapján BAUDOIN et al. (1990) a következőképpen csoportosítja:

- természetes szerves (pl. homok, kavics, tufa stb.),
- természetes szerves (tőzeg, kókuszrost, szalma, rizspelyva stb.),
- természetes alapú gyártott (perlit, kőzetgyapot, agyag granulátum stb.),
- szintetikus anyagok (poliuretánhab, polisztirol tű stb.).

A termesztő közegeket elkülöníthetjük úgy is, mint szerves illetve szerves anyagokat. A természetes szerves anyagok az ioncserélő helyeknek köszönhetően kémiaiaktívabbak, így tápanyagokat képesek felszabadítani vagy lekötni. Ezzel ellentétben a legtöbb szerves termesztő közeg kémiaiaktív. A fenti megállapítás azonban nem általánosítható, mert néhány szerves közeg is, mint pl. a zeolit vagy a vermikulit, jelentős kation cserélő képességgel rendelkezik. Ezért RESH (1998) azt javasolja, hogy a tápanyag megkötésére vagy felszabadítására irányuló tulajdonságot, mint lényeges közeg-jellemzőt felhasználás előtt tisztázni kell (KAPPEL et al., 2002/a; KAPPEL et al., 2002/b).

Az első tudományos igényű közlemény (GERICKE, 1937) óta a számos technikai és módszertani fejlesztés következtében a hidropónia fogalmaköré is kibővült, felölelve mindazokat a termesztési eljárásokat, melyekben inaktív közegek kerülnek felhasználásra.

Ha a termesztés egy inaktív közegben történik, a növényt minden tápanyaggal a tápoldaton keresztül és ugyanolyan összetételben kell ellátni, mint vízkultúrákban. Ebben az esetben a közeg a támasztás mellett csupán a gyökérzet jobb oxigén ellátását szolgálja (JENSEN & COLLINS, 1985), ezért a vízkultúrák elnevezés az inaktív közegek esetében is ésszerűnek látszik.

Vízkultúrákban a kőzetgyapot igen kedvelt közeg ideális hidraulikus tulajdonságai, a jó terméseredmények, a kedvező ár miatt, emellett kémiaiaktív és patogénektől mentes (BLAABJERG, 1983). A kőzetgyapot mellett több alternatív porózus anyag is felhasználásra került az utóbbi években, úgymint a perlit, habkő, poliuretán hab, zeolit, agyag granulátum, különféle vulkanikus anyagok, pl. tufa (KALLÓ et al., 1987).

Ha a termesztő közeg és a gyökér között a fizikai kapcsolaton túl van némi kémiai-biokémiai kölcsönhatás, ekkor is közöttük a tápanyagforgalom csökken, a közeg szabályozó képessége kicsi, így a tápanyagigény főként kívülről kerülhet kielégítésre (FORRÓ, 1999). Mindemellett, a kémiaiaktív

termesztő közegekben 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. A kémiaiilag aktív közeg képes a tápoldat és a gyökér közötti anyagforgalmat módosítani, ezt inkább talaj nélküli termesztésnek nevezhetjük (SAVVAS & PASSAM, 2002).

A fenti megfontolások alapján, az öntözővizek minősítése érdekében vízre, pontosabban folyékony táplálásra alapozott kultúraként veszek figyelembe minden olyan termesztési eljárást, melyben a közeg gyakorlatilag inaktív, a kizárólagos tápanyagforrást a vízben oldott formában lévő természetes illetve műtrágyák oldásával bekerülő tápelemek jelentik.

### **2.3.2. Öntözővíz minőség vízkultúrák termesztésben**

A termesztési gyakorlatban a tápoldat készítés alapja az öntözővíz, ezért az öntözővíz természetes összetétele lényeges körülménye az optimálisra tervezett tápoldat összeállításának. A növénytáplálási érdekek miatt fontos oldott ásványi ionok mellett technikai szerepet játszanak az esetlegesen előforduló szilárd és oldott szerves anyagok, lebegő anyagok, mikrobiológiai faktorok. Az utóbbiak a tápoldatozás gyakorlatát befolyásolják, ezeket a víz előkészítésénél kell figyelembe venni, a továbbiakban csak a kémiai faktorok tárgyalására kerül sor.

A korszerű talaj nélküli termesztésben az öntözővíz értékelése már differenciált minősítési rendszerben történik. A vízminőséggel szemben általános határértékeket nem lehet megadni. A követelményeket meghatározó tényezők BIERNBAUM et al. (1999) egy évtizedet átfogó több mint ötven kísérletének eredményei alapján a következőképpen összegezhetők:

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

#### *Az oldott anyagok értékelése*

A vízminőségnek van néhány olyan jellemző sajátysága, amely erőteljesen meghatározza a termesztés minőségét egyrészt a tápanyag állapot, másrészt a közeg pH-állapot megváltoztatásán keresztül. A vízminőség megítéléséhez a legfontosabb paraméterek a következőképpen foglalhatók össze: sótartalom, lúgosság (hidrokarbonát-koncentráció), makro- és mikroelem tartalom, egyéb kísérőanyagok.

Az oldott anyagoknak a fajtája és mennyisége fontos vízminőségi sajátosság, ami alapján eldönthető, a víz alkalmas-e vízkultúras 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 tápelem tartalom pozitívan ítéltető meg, mert ezzel műtrágya takarítható meg. Különösen igaz ez a kalciumra, mert ezt a trágyaanyagok általában nem tartalmazzák. Negatívan értékelendő a magas hidrokarbonát-, nátrium-, klorid- vagy szulfáttartalom.

KOVÁCS (2001) az öntözővíz alkalmasságának elbírálása során különbséget tesz talajon, illetve talaj nélküli termesztésben a határértékek kijelölésénél. A HORINKA (1997) által rögzített értékeket talaj nélküli termesztéshez is elfogadja, de só-, nátrium-, klorid- és hidrokarbonát-tartalom tekintetében feleakkora értékeket engedélyez.

GÖHLER & DREWS (1989) vízkultúras termesztésben a HORINKA (1997) és KOVÁCS (2001) által is javasolt értékeket tartja optimálisnak, bár a hazai vizekre kevésbé jellemző szulfát-koncentrációra is felső értéket határoz meg (2. Táblázat).

## 2. 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 <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	<155	155 - 305	305 - 610
Na mg/l	<35	35 - 75	75 - 150
Cl (mg/l)	<50	50 -105	105 - 175
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	<100	100 - 200	200 - 400
Mn (mg/l)	<0,4	0,4 -1,1	1,15 - 1,65
B (mg/l)	<0,22	0,22 -0,44	0,45 - 0,65
Zn (mg/l)	<0,33	0,33 - 0,65	0,65 - 1,6

A „kevésbé alkalmas” tartomány határértékeit meghaladó víz alkalmatlan talaj nélküli termesztéshez.

A víz összes lúgossága (hidrokarbonát- és karbonát-tartalma) a műtrágya hatásával kombinálva a gyökérzónában pH-változást okozhat, ami lehet akár emelkedés, akár csökkenés, a műtrágya lúgosító, vagy esetleg savanyító reakciójától függően (ARGO & BIERNBAUM, 1996). A stabil közeg pH-hoz általában a 40-80 mg/l összes lúgosság javasolt.

A magas pH és alkalikus jellegű sótartalom jelentősen csökkenti a gyökérképződést, az esővízzel vagy sóalanított vízzel kezelt esetekhez viszonyítva. Egyes szerzők már 80 mg/l hidrokarbonát-koncentráció fölött figyelmeztetnek, hogy az öntözővíz a közeg pH-változását okozhatja (LANG, 1996; STEYER, 1996;).

Bár BIERNBAUM (1994) rámutat, hogy a hidrokarbonát nem lehet az egyetlen vezérfonal a pH-változás előrejelzésére. Az alkalmazott vízadag, a tápanyag kimosódás, a gyökérközeg térfogata szintén befolyásolja, hogy alkalikus vizeknél milyen gyors a közegben a pH-változás. Legjobb módszernek a közeg-pH rutin ellenőrzését tartja, 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. A leggyakrabban előforduló nem tápelem ionok a természetes vizekben: a nátrium és a klorid. Egyes szerzők 60 mg/l Na vagy Cl koncentráció fölött már egyes esetekben víztisztítást javasolnak ( REED, 1997).

STEYER (1996) ajánlása szerint a SAR < 2,0 és a Na < 40 mg/l legyen. A túlzottan magas SAR-érték mellett a közeg sok vizet tart meg, ami alacsonyabb O<sub>2</sub>-tartalmat és csökkentett gyökérnövekedést eredményez.

#### *A termesztéstechnológia jelentősége*

A konkrét vízminőségi elvárásokat a káros sófelhalmozódás elkerülése határozza meg. Ennek következtében a legenyhébb követelményrendszerrel a nyitott eljárások esetében találkozunk, amennyiben kielégítő mennyiségű túlfolyással dolgozhatunk. Ekkor a felesleges tápoldat elfolyik, így a sófelhalmozódás elkerülhető. Ezért érhetően a legmagasabb kívánalmak zárt rendszerben jelennek meg, ugyanis minden anyag benne marad a rendszerben, amit a növény nem vesz fel. Zárt termesztési rendszerben ugyan nem előírás az átöblítés vagy a mosatás, ennek ellenére bizonyos esetekben megoldható a fölösleges só eltávolítása, így a vízminőségi követelmények zárt rendszerben is enyhülhetnek.

A fentieket igazolja VERWER & WELLEMAN (1980) egy eredményes uborkatermesztési kísérletben, ahol kőzetgyapoton nyitott rendszerben igen erős sótartalmú vizet használtak, amelyet egyébként a vízeredmények alapján nem ajánlottak volna talaj nélküli termesztésre.

Ez azonban csak kivételes esetben alakul így, tehát a termesztéstechnológia tervezésekor a követelményeket figyelembe kell venni.

ARGO & BIERNBAUM (1996) szintén az öntözővíz minősége és a sófelhalmozódás körülményeinek technológiai összefüggéseit kereste. Több éves dísznövény termesztési kísérletben

igazolták, hogy a víz megengedett sótartalmát befolyásolja az öntözés gyakorisága, az egyszeri vízáradag valamint a kijuttatás módja is. Tapasztalataik szerint izolált termesztő rendszerekben az alkalmas víz minősége függ a konténer (cella, tábla) méretétől, geometriájától, a közeg szemcseméretétől, nedvesedési-kimosódási sajátosságaitól.

#### *A növényfaj jelentősége*

A víz egyes kísérő ionjait csak igen korlátozott mértékben hasznosítják a növények. Ezekből a felvételt a növényi faj is erőteljesen meghatározza. VOOGT (1992) a nátrium és klorid felvételi arányaira vonatkozóan megerősíti SONNEVELD & Van Der BURG (1991) mérési eredményeit (8. Táblázat, 51. o.).

#### *A termesztő közeg hatása*

Jelentős különbség van a sókicsapódás természetében is termesztő közeges és közeg nélküli kultúrákat összehasonlítva. Termesztő közegeknél a felfelé irányuló vízmozgás, a párolgás, a közeg változó nedvességi állapota következtében a közeg felületén a sók szélesebb körben kikristályosodhatnak, akumulálódhatnak. Ezáltal az érintett sók inaktiválódnak és az aktív oldott fázisból átmenetileg kiesnek. Ugyanígy előfordulhat sók kiválása a csepegtető test 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. kalcium-sók (szulfát, foszfát) esetében (GÖHLER & DREWS, 1989).

Eszerint általános érvényű vízminőségi ajánlás nem lehetséges. A legnagyobb elvárások a zárt rendszerű technológiák hosszú tenyészidejű kultúráinál (3. Táblázat) állnak fenn vagy azokban az esetekben, amikor a tápoldat hosszú ideig kering a rendszerben. Itt is vannak azonban különbségek: termesztő közegben 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” vizeket célszerű felhasználni (2. Táblázat, 35. o.).

Mindez a tendencia csökkenthető egyfelől kísérő anyagokban szegény műtrágyák felhasználásával, másfelől számolnunk kell a vízben eredendően lévő ionokkal. (RESH, 1998).

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<sub>4</sub>) a tápoldat analízisével szükséges követni.

A tápoldatot ki kell cserélni, ha a megadott értékek egyike is túllépésre kerül (GEISSLER, 1991):

Na: 300 mg/l; Cl: 300 mg/l; SO<sub>4</sub>: 750 mg/l.

Tapasztalatok azt mutatják, hogy ilyen feltételek mellett még az 1-1,2 mS/cm sótartalmú vizek (akár NFT rendszerben) is eredményesen alkalmazhatók.

### 3. Táblázat.

#### Ajánlott értékek a vízminőségre zárt rendszerben

GEISSLER (1991) nyomán

Tulajdonság	Határérték
EC	<0,1 mS/cm
HCO <sub>3</sub> - tartalom	<5 (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 <sub>3</sub> -N	1-2 mmol/l (14-28 mg/l) Nitrogéntrágyázásnál figyelembe veendő

#### 2.4. A tápoldatozás kémiai feltételeinek megteremtése vízminőségre alapozva

Az eredményes vízkultúrás termesztés kémiai feltételeit a gyökérszónában kell megteremteni, ahol a szükséges tápelemeknek minőségi és mennyiségi szempontból is az éppen aktuális igények szerint kell rendelkezésre állnia.

A tápanyagok közvetítő közege a víz, ezért a vízzel együtt szállított anyagok szintén hatással lehetnek a tápanyagok érvényesülésére. Hogy ez a kínálat növényi felvételben hasznosul-e, azt a termesztés egyéb fizikai feltételei befolyásolják.

##### 2.4.1. Tápoldat összeállítás a főbb zöldségnövények táplálására

A vízkultúrás termesztés során a tápoldat helyettesíti a talajoldatot, így közvetlen kapcsolatba kerül a növényi gyökérrendszerrel. Talaj nélküli termesztésben a szén kivételével az összes esszenciális tápelemet a tápoldat biztosítja.

A tápelemek döntő része vízben kiválóan oldódó műtrágya sókkal kerül a tápoldatba. Ez alól csak a vas kivétel, melyet a növény számára jobban elérhető kelát-komplex formában szokás használni.

A tápsókon kívül néhány szervesen sav is alkalmazásra kerül, leginkább a salétromsav, foszforsav és bórsav (RESH, 1998) (6. melléklet).

Az üzemi gyakorlatban a meghatározott mennyiségű műtrágya- és savadagokat vízzel tartályokban elkeverve, először egy töményebb (törzs) oldatot nyerünk, majd ebből öntözővízzel megfelelő arányok szerint hígítva, egy automata injektáló rendszeren keresztül jut el a friss tápoldat a növényhez (HORINKA, 1997).

A korábbiakban találhattunk a szakirodalomban arra példát, hogy a szerző egyetlen standardizált receptet javasol (HOAGLAND & ARNON, 1950). Ez azonban nem követendő, mert univerzális tápoldattal speciális célokat nem tudunk megvalósítani.

Az utóbbi évtizedekben a talaj nélküli termesztés kutatása jelentős részben a tápoldat összetételére és a tápelemek optimális arányaira irányult. A tudományos erőfeszítéseket segítette a modern technika (analitika, méréstechnika, műszaki fejlesztések), ezáltal lehetővé vált a korábbi receptek átdolgozása a legtöbb üvegház alatti kertészeti kultúra speciális igényeinek megfelelően (SONNEVELD & STRAVER, 1994; RESH, 1998; De KREIJ et al., 1999).

Egyes szerzők (SONNEVELD, 1982; RESH, 1998) olyan kalkulációs módszereket javasolnak, melyekkel – bizonyos célértékeket (pl. pH, EC, tápelem arányok, stb.) szem előtt tartva – a tápoldatok tetszőlegesen összeállíthatók, ehhez azonban a kémiai alapismeretek nem mellőzhetők. Ezt az utóbbi időben megkönnyíti az a számítógépes szoftver, mely automatikusan képes a pontos tápoldat összetételhez a teljes műtrágyaigényt megadni. Sőt, ha egyedi műtrágya törzsoldatokkal dolgozunk és rendelkezésre áll egy számítógép vezérelt tápoldat előkészítés, így megfelelő algoritmussal az automata tápoldatozás megoldható (SAVVAS & ADAMIDIS, 2000).

A tenyésztésidőszak során a tápoldat összetételét gyakran szükséges változtatni, de a túlzottan sok variációs lehetőség sem jó, mert bizonytalanná teszi az időközi ellenőrzést.

Az optimális összetételt a következő körülmények befolyásolják:

- a növényi faj és fajta,
- a fejlődési stádium,
- milyen növényi rész képezi a főtermést,
- évszak, naphossz,
- időjárás – hőmérséklet, fényintenzitás, napfényes órák száma.



A különböző kombinációs lehetőségek más-más tápoldat összetételt igényelnek, főleg igaz ez a makroelemek arányaira.

DURANY (1982) szerint, pl. alacsonyabb nitrogénszint elegendő azoknál a fajoknál, melyeknek a termését hasznosítjuk, szemben azokkal a fajokkal, melyeknek a levélzet adja a főtermését. Azoknál a fajoknál, melyeknél a gyökér képezi a termést, a kálium a legfontosabb makroelem.

Az egyes tápoldat összeállítások a tápelemek eltérő arányaiban és koncentrációiban különböznek egymástól, ezeket egy adott növénykultúra meghatározott fejlődési állapotára javasolják.; pl. a paradicsomnál általában 3 receptet használnak, ez három fejlettségi szintnek felel meg (SONNEVELD & De KREIJ, 1987).

Az egyes receptekben a makroelemek koncentrációja eltérő, de a mikroelemek gyakran állandó értéken maradnak. Egy adott receptura mellett a napi termesztési gyakorlatban leginkább csak a tápoldat töménységét változtatják a klimatikus körülmények alakulása szerint (SONNEVELD & STRAVER, 1994).

Tekintettel arra, hogy a tápoldat készítés alapja az öntözővíz, bármilyen vizet is használnánk, először teljes körű elemzést kell végezni, aminek a fő ionok mellett a mikroelemekre is ki kell terjednie. Amennyiben valamelyik ionból a víz természetes koncentrációja számottevő, a műtrágya igény ennyivel csökkenthető (BIERNBAUM, 1992).

A víz természetes oldott sói a tápanyagfelvétel során bizonyos idő elteltével a növényben felhalmozódhatnak, ami meghaladhatja az optimális szintet, ekkor a tápoldat összeállítás megváltoztatása szükséges.

A tápoldatban az egyes összetevők koncentrációja kifejezhető ppm (= mg/l), millimol/l (mM/l) vagy milligramm-egyenérték/l (meé/l) egységekben.

### 2.4.1.1. Paprika

A tápoldat ajánlások (4. Táblázat) figyelembe veszik a paprika nagyobb sóérzékenységét, ezért viszonylag alacsony a javasolt tápoldat EC-érték (SONNEVELD & De KREIJ, 1987), amit csak alacsony sótartalmú öntözővízzel lehet előállítani. Az uborkához hasonlóan, a paprikánál is az NFT rendszerben ajánlott tápoldat a kisebb sótartalmú. Bár ekkor az EC 25 % aránnyal alatta marad a kőzetgyapoton javasolt értéknek, minden tápelem koncentrációja arányosan csökkentett, így a tápelem arányok változatlanok mindkét recepturában. A túlfolyásban azonban a sótartalom megemelkedik és a tápelemek arányaiban is jelentős eltérések mutatkoznak.

### 4. Táblázat.

#### Tápoldat összetétel talaj nélküli paprikatermesztésben, mg/l

SONNEVELD & De KREIJ nyomán (1987)

Tápelem	Kőzetgyapotos termesztésben		NFT rendszerben
	Tápoldat	Túlfolyás	Tápoldat
EC mS/cm	2,0	3,0	1,5
NO <sub>3</sub> -N	214	266	168
NH <sub>4</sub> -N	4	<7	4
P	47	39	39
K	293	273	244
Ca	180	280	130
Mg	36	78	27
SO <sub>4</sub> -S	48	112	32
Fe	0,84	0,84	1,68
Mn	0,55	0,39	0,55
B	0,33	0,66	0,28
Zn	0,33	0,46	0,26
Cu	0,47	0,46	0,33
Mo	0,05	-	0,05

### 2.4.1.2. Paradicsom

A többi zöldségfélével összehasonlítva, talaj nélküli termesztésben a paradicsom telepítése messze a legelterjedtebb. Termesztésekor minden esetre a kedvezően alacsony só- és HCO<sub>3</sub>-tartalmú víz ajánlható. Számtalan utalás és eredmény mutatja azonban azt, hogy a rosszabb vízminőség sem korlátozza az eredményes termesztést (LIN et al., 1999; NUKAYA et al., 2000; LI et al., 2001; TÜZEL et al., 2002). Ebben az esetben azonban a tápoldat összeállításakor (5. Táblázat) az összetételt igazítani kell a rosszabb vízminőséghez. Gyengébb vízminőség esetén a ballasztanyagok határértéket meghaladó koncentrációjánál a tápoldatot le kell cserélni.

### 5. Táblázat.

Tápoldat összeállítás vízkultúrárs paradicsomtermesztésben, mg/l

Tápelem	WINSOR et al. (1979) NFT	HOCHMUT & HOCHMUT (1990) Perlit, kőzetgyapot	Holland szaktanács (in HORINKA, 1997)	SONNEVELD & De KREIJ (1987)
EC mS/cm			2,6	2,8
N	150-200	150	244	241
P	50	50	46	46
K	300-500	200	370	371
Ca	150-300	150	215	216
Mg	50	50	58	58
S		60	140	141
Fe	3,0	2,8	0,84	2,0
Cu	0,1	0,2	0,05	0,05
Mn	1,0	0,8	0,55	0,55
Zn	0,1	0,3	0,33	0,33
B	0,2	0,7	0,33	0,32
Mo	0,05	0,05	0,05	0,05

Termesztő közegeknél figyelembe kell venni a közeg, zárt rendszereknél a túlfolyás ballasztanyag tartalmát is, mely körülmények a gyökérszóna káros iontartalmát tovább emelik. Amennyiben az értékek túlzottan gyorsan emelkednek, 1-2 napig vízzel (pH = 5,5) át kell öblíteni a rendszert. Ezek a vízminőségi engedmények végső soron fokozottabban terhelik a környezetet, ezért ennek csökkentésére az alacsonyabb só-tartalmú vízforrások felhasználása és a meglévők minőségjavítása a járható út (GÖHLER & DREWS, 1989).

### 2.4.1.3. Uborka

A talaj nélküli termesztésben a kőzetgyapotra vagy egyéb közegre alapozott kultúráknál a német és a holland tápoldat ajánlások igen hasonlóak. A 6. Táblázat uborka részére összeállított, az egyes szerzők többéves gyakorlatában bevált tápanyag koncentrációk ajánlásait mutatja.

### 6. Táblázat.

#### Tápoldat összetétel talaj nélküli uborkatermesztésben

Tápelem	Termesztés kőzetgyapoton			NFT
	De KREIJ et al. (1997) mmol/l (mg/l)	GÖHLER & DREWS (1989) mg/l	SONNEVELD & De KREIJ (1987) mg/l	GÖHLER & DREWS (1989) mg/l
NO <sub>3</sub> -N	11,75 (165)	200	230	125
NH <sub>4</sub> -N	1,0 (14)	0	12	0
P	1,25 (39)	40	39	25
K	6,5 (254)	300	313	225
Ca	2,75 (110)	150	160	150
Mg	1,0 (24)	30	33	40
SO <sub>4</sub> -S	1,0 (32)	-	44	-
Mikroelemek	μmol/l (mg/l)	mg/l	mg/l	mg/l
Fe	15,0 (0,8)	0,8	2,0	0,5 -1,5
Mn	8 (0,4)	0,5	0,55	0,5
B	25 (0,3)	0,2	0,35	0,2
Zn	4 (0,26)	0,12	0,33	0,12
Cu	0,75 (0,05)	0,05	0,05	0,05
Mo	0,5 (0,05)	0,05	0,05	0,05

A közeg nélküli cirkuláló tápoldatos kultúráknál, pl. NFT eljárásnál a javasolt tápelem értékek zömében alacsonyabbak, mint a közeges kultúráknál. Ajánlott értékek a tápoldatra: pH = 5,6; EC = 2,0-2,5 mS/cm. Zárt eljárásoknál, ha a tápoldat EC > 3 mS/cm, akkor a tápoldat lecserélése szükséges.

Annak ellenére, hogy a tápoldat összeállításánál a sószegény vizet részesítjük előnyben, uborka esetében az EC = 1,0-1,5 mS/cm sótartalmú vízzel is jó eredmények adódhatnak kőzetgyapoton és NFT rendszerben is. Bár meg kell jegyezni, hogy ekkor kőzetgyapoton egy többlet tápoldat mennyiség szükséges a só kimosásához, zárt eljárásokban pedig még gyakoribb tápoldat cserével kell számolni.

#### 2.4.2. A sótartalom hatása a termesztésre

Az öntözővíz, a tápoldat sótartalma a vízben oldott összes sóból (aktív ion) adódik. Közvetett módon az EC mérésével határozható meg, amit KCl-oldatra vonatkoztatunk:  $1 \text{ mS/cm} = 0,528 \text{ g KCl/l}$  ( $25^\circ\text{C}$ ). Az EC igen jó információt ad a tápoldat ozmotikus nyomásáról, ami kifejezi a víz elérhetőségét és mozgásának irányát. A növénytáplálás jól irányítható a tápoldat EC mérésén keresztül, ami a hétköznapi gyakorlatban elterjedt, könnyen mérhető érték (TERBE, 1995). Az EC értéket alig befolyásolja a disszociált ionok minősége.

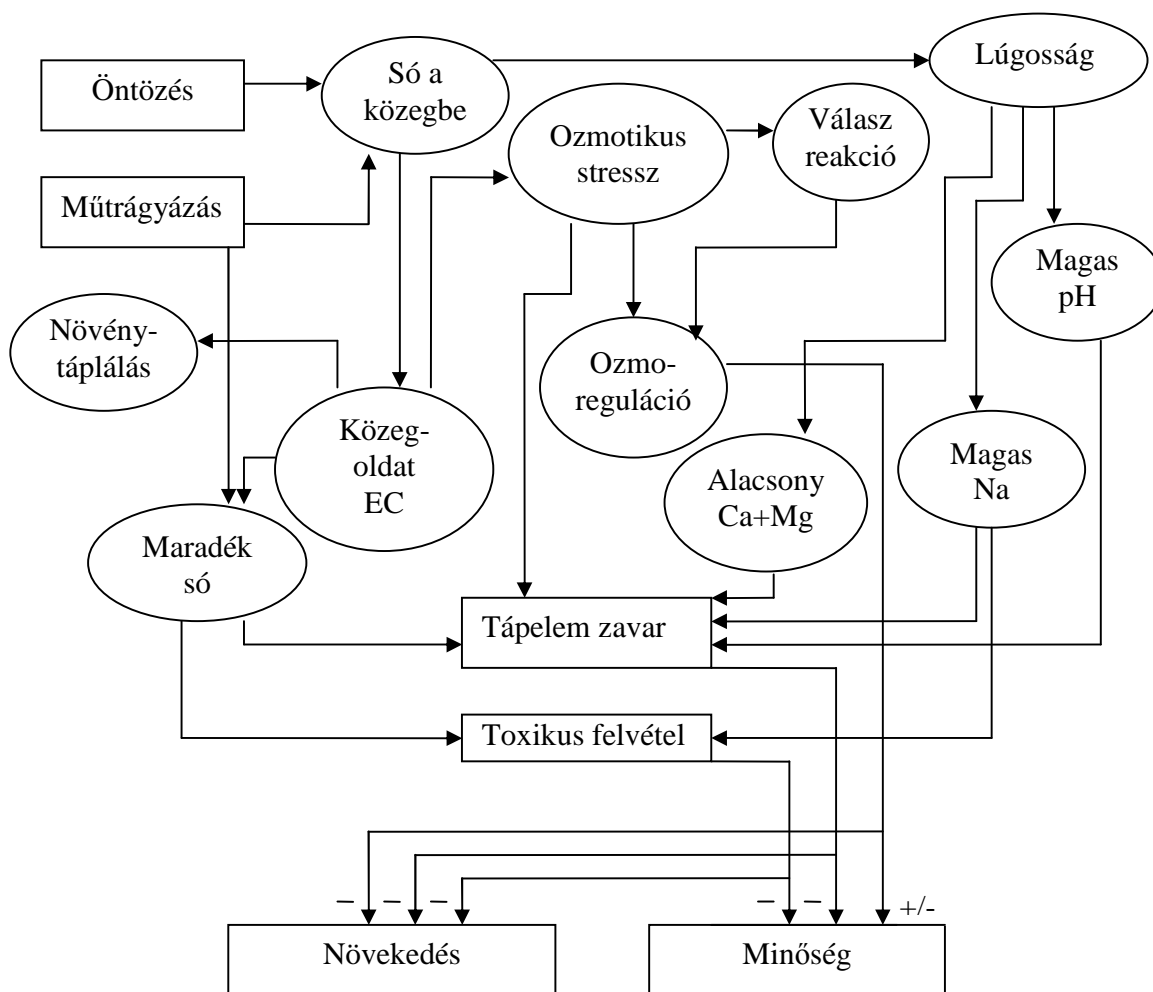
Statisztikai módszerekkel az EC alapján a teljes oldott sótartalom (TDS) megbecsülhető. Általánosan elfogadott átszámítás szerint (AYERS & WESTCOT, 1985):

$$\text{EC} = 1 \text{ mS/cm megfelel } 640 \text{ mg/l teljes sótartalomnak}$$

A sós tápoldat vagy talajoldat általános fiziológiai hatása az ozmotikus effektuson keresztül értelmezhető. A só hatásának különböző szempontjai kapcsolati diagramban kerültek összegzésre (11. Ábra). A talaj/közeg EC-t a műtrágyák és egyéb sók okozzák. Az utóbbiak jelentős arányban az öntözővízből származnak.

A termés mennyiségét és minőségét megvizsgálva, a só hatása gyakran negatív, de akár pozitív is lehet (HODOSSI et al., 2004). Sós talajokon a talajoldat nagy ozmotikus koncentrációja akadályozza a kevésbé sótűrő növények víz- és tápanyag felvételét. A sósabb talajokat kedvelő halofiton növényekre jellemző egyrészt a sejtnedv nagy ozmotikus potenciálja, másrészt az ozmotikus potenciált szabályozó képesség, az ozmoreguláció.

A só gátolja a fotoszintézist és a fehérjeszintézist, így a sejtekben jól oldódó köztes vegyületek, pl. szénhidrátok, aminosavak és egyéb kis molekulájú szerves vegyületek halmozódnak fel, ezzel megnövelik a sejtek ozmotikus nyomását, ami hátráltatja a növekedést (HARASZTY, 1990; TURCSÁNYI, 2001). Ez azonban energiaigényes folyamat, amit egyébként növekedésre, fejlődésre fordíthatnának. (MAKSZIMOV, 1951).



**11. Ábra. A közeg sótartalmának hatása a termés mennyiségére és minőségére**

SONNEVELD (2000) nyomán

A só hatását BERNSTEIN (1976) kétféle összefüggésben tárgyalja:

- Nem ionspecifikus ozmotikus hatás. Bonyolult kapcsolati rendszer, melyet az egyéb környezeti faktorok pozitív vagy negatív irányba módosíthatnak.
- Specifikus ionhatás. Meg kell különböztetni a tápelem ionok hatását a toxikus ionok keltette hatástól.

A tápelemek sóhatása az esszenciális ionok felvételében vagy növénybeli eloszlásában okoz zavart. A toxikus ionhatás valamely nem tápelem ion túlzott mértékű megkötésére vezethető vissza, pl. B, Mn, F, Li, Se stb.

A kétféle sóhatás (ozmotikus és specifikus ionhatás) nem mindig különíthető el teljesen és egyértelműen, gyakran a különféle hatások kombinálódnak is. A növényeket és a hajtatási körülményeket megvizsgálva, az ozmotikus hatás a legfontosabb és legáltalánosabb.

A termesztési gyakorlatban a sótartalom a gyökérszónában csak lassan emelkedik, így a növény némileg tud ehhez alkalmazkodni. Ez azonban igen változatos, bonyolult mechanizmusokon keresztül megy végbe, mely minden lépésében még ma sem tisztázott.

GORHAM et al. (1985) a gazdasági növények sótűrését különböző sejtmechanizmusokra vezeti vissza (turgornyomás fenntartása, ozmotikus alkalmazkodás, citoplazmatikus ionösszetétel beállítása, védőanyagok – prolin, glicinbetain – szintézise).

Bár a szakirodalom a halofitonok és a glikofitonok csoportja között határozott elkülönítést tesz, ezzel szemben GORHAM et al. (1985) folytonos spektrumnak tekinti a növények sótoleranciáját. Ez a tartomány magába foglalja mindazokat a fajokat, melyek igen érzékenyen reagálnak már 50 mmol/l NaCl koncentrációra is, míg a leginkább sótűrő fajok akár 500 mmol/l NaCl koncentrációnál sem károsodnak. A változatos sóreakcióknak eltérő élettani mechanizmusok állnak a háttérben, gyakran ezek a folyamatok kombinálódnak is, így egy meglehetősen sokszínű képet kapunk a növények sótűrésére.

A zöldségnövények hajtatásában a talaj sótartalma komoly problémát jelent (TERBE, 1993). Talajon történő termesztésben a sóhatás vizsgálatával számos tanulmány foglalkozik (FISCHER, 1985; BEEK & LTIFI, 1991, SLEZÁK, 2001;). A talaj nélküli termesztési rendszer jelentősen különbözik a talajon termesztéstől, de a sófelhalmozódás itt is gyakori probléma (SONNEVELD, 2000).

A növények sótoleranciája számszerűsíthető, ez a sós és a nem sós körülmények között megvalósuló termések arányán alapuló relatív sótűrés (MASS & HOFFMAN, 1977). Általánosságban vizsgálva a termés mennyisége és a gyökérszóna sótartalma közötti összefüggést, két növény-specifikus értéket lehet megállapítani (MEIRI & PLAUT, 1985; LI et al., 2001):

- a legalacsonyabb sótartalom, ami fölött már termés-csökkenés figyelhető meg (1)
- az EC emelkedés hatására csökkenő terméshatárvény meredeksége (% per mS/cm) (2)

A só hatására bekövetkező termésvesztést a tolerancia mellett számos termesztési körülmény befolyásolja, pl. a klimatikus viszonyok (a magas hőmérséklet, a nagy transzpiráció emeli a sóhatást), a tápanyagszint, a só eloszlása a gyökérszónában, az öntözési mód, CO<sub>2</sub> koncentráció stb.

MAAS (1985) a haszonnövények sótűrési függvényének jellemző értékeit foglalta össze és a növényeket kategorizálta sótűrésük alapján. A dolgozat tárgyát képező zöldségnövényekre az alábbi adatokat közli (7. Táblázat):

## 7. Táblázat.

### A talaj sótartalmának hatása néhány zöldségvény termőképességére MAAS (1985) nyomán

Növény	Határérték (1) (100 % termés) mS/cm	50 % termés mS/cm	Meredekség (2) % per mS/cm	Sótűrés
Paprika	1,5	5,1	14	Közepesen érzékeny
Paradicsom	2,5	7,6	9,9	Közepesen érzékeny
Uborka	2,5	6,3	13	Közepesen érzékeny

A sótartalom valamint a változatos talaj-, víz- és klimatikus körülmények interakciója módosíthatja a növények sótűrő képességét. Ezt igazolja SONNEVELD (1988) összehasonlító kísérlete, melyben különböző fajtáknál és körülmények mellett másként alakult a növények sótoleranciája. Ezért a sótartalom-termés függvényt vizsgálva, a magasabb potenciális termésre (1) valamint a kisebb meredekségre (2) vonatkozóan az általa közölt értékek is elfogadhatóak.

A vízkultúras termesztés szakirodalmában széles körben vizsgálták a sótartalom hatását a termésmennyiségre. A só hatása azonban a minőségre, a beltartalmi mutatókra, íz - aroma anyagokra, tárolhatóságra is kiterjed; erre is számos vizsgálati eredményt találunk.

A nagyobb sótartalom (2-10 mS/cm) elérhető a tápanyagok arányos növelésével (STANGHELLINI et al., 1998; TADESSE et al., 1999; HAO X et al., 2000) vagy káros sókkal (0-100 mmol/l NaCl) (SONNEVELD & Van Der BURG, 1991; COMBRINK 1998; MU YONG HUA & ZHANG DeWEI, 1998; LIN et al., 1999; MENG et al., 1999; SAKOMOTO et al., 1999; CHARTZOULAKIS et al., 2000; HAO X et al., 2000;). Valamennyi szerző növekvő sótartalomra csökkenő termésmennyiséget, kisebb bogyószámot és bogyóméretet regisztrált, közel állandó szárazanyag-tartalom mellett.

Esetenként a terméskiesést a jobb minőség kompenzálhatta. Paradicsomnál a bogyók színe javult, a perikarpium magasabb pigment koncentrációjának köszönhetően, ezen kívül sokkal jobb lett az íz, bár a pultállóság csökkent. A bogyók kémiai elemzése magasabb teljes oldható sótartalmat (TDS), nagyobb redukált cukor- és savtartalmat igazolt, függetlenül a só formájától (MIZRAHI & PASTERNAK, 1985).

ADAMS (1991) azonban a paradicsom bogyók szabadsav tartalmát magasabbnak találta a tápelemek általi só növeléssel, mint a NaCl általi emeléssel. Megállapítása szerint a savtartalom inkább a sótartalommal függ össze, mint a korábban elfogadott vélemény szerint a tápoldat K-tartalmával.

HAO X et al. (2000) eredményei DORAIS et al. (2000) munkájához hasonlóan azt mutatják, hogy az EC kb. 40 %-os emelése (3-4,6 mS/cm) a minőséget úgy javíthatja, hogy közben termésvesztés



nem következik be. Így a NaCl alkalmazását egy lehetséges gyakorlati eszköznek tekintik a paradicsom termésminőségének javításában.

A minőségjavító hatás nem igazolódott uborka állományban MENG et al. (1999) kísérletében. A NaCl okozta stressz minden fejlődési stádiumban kedvezőtlen hatást váltott ki. A sókoncentráció növelésével valamennyi növekedési mutató csökkent, ugyanakkor a prolintartalom, valamint a sejtmembránok károsodási aránya növekedett.

Nem közömbös az sem, hogy melyik fejlődési stádiumban éri a só stressz a növényt. SAKOMOTO (1999) mérései szerint a sótartalom emelése paradicsomnál zöld állapotban jobban javította a minőséget, mint közvetlen érés előtt, ezért az éretlen bogyókat kevésbé találta sóra érzékenynek. SAAVEDRA et al. (2001) éppen ellenkezőleg, a magasabb sótartalmat a későbbi fejlődési stádiumban találta jó hatásúnak a minőség javításában. A szerzők a kísérleti eredmények statisztikai feldolgozása után a sótartalom kritikus értékét a 16. nap után kb. 7,8 mS/cm, míg a 66. naptól kb. 9 mS/cm értékben adják meg.

SCHWARZ et al. (1998) zárt vízkultúrák paradicsom állományban végzett mérései szerint a sótartalom növekedése csökkentette a vízfelvételt, az egyéb körülményektől függetlenül. 9 mS/cm értéknél a vízfelvétel csak 60 % volt az 1 mS/cm-nél mérthez képest, aminek főként a csökkent levélfelület lehet a háttérben. A transzspirációs koefficiens csökkent az EC emelkedéssel, a terméshez viszonyítva azonban növekedett.

Paradicsom fajták (Durinta, Inbal, Monika) eltérő viselkedését tanulmányozta NFT rendszerű termesztésben CHILLEMI et al. (1999). Megállapítása szerint minőség szempontjából a 6-8 mS/cm EC-tartomány bizonyult optimálisnak. Vízkultúrák termesztésben sóútérés vonatkozásában a Durinta mutatkozott legalkalmasabbnak.

Több szerző sós körülmények között vizsgálta a nátrium és a kálium tápanyagfelvételi versengését. Vízkultúrák paradicsomtermesztésben AI KARAKI (2000) azt tapasztalta, hogy alacsony kálium ellátás mellett só hatására a gyökér és a hajtás szárazanyag-tartalma, valamint a levélfelület csökkent. A kálium transzlokálódására a sótartalom gátló hatása nagyobb volt alacsony kálium aránynál. A kálium adagolás csökkentette a nátrium felvételét. A kísérlet bizonyította, hogy a jó kálium ellátás, illetve a növényi szövetekben a kálium felhalmozódása közreműködik a sótoleranciában és a növekedés elősegítésében.

A kálium pozitív hatása azonban nem igazolódott paprika állományban CHARTZOULAKIS et al. (2000) kísérletében. A vizsgálatra került növekedési paraméterekben (magasság, levélfelület, hajtás- és gyökér szárazanyag) jelentős csökkenés mutatkozott 25 mmol-t meghaladó NaCl tartalomnál.

A legnagyobb nátrium koncentrációt a gyökerekben, a legnagyobb klorid koncentrációt a levelekben mérték. A sótartalom azonban a kálium felvételét nem befolyásolta.

A növekvő sótartalom a paprikatermés mennyiségére hasonlóképpen hat, mint a paradicsomnál, de a minőségi előnyök elmaradtak TADESSE et al. (1999) NFT technológiával termelt állományában. A magasabb EC csökkentette a bogyók szilárdságát, elősegítette az érést, fokozta a bogyók respirációját, ami növekvő etilén kibocsátásban, gyors színváltozásban nyilvánult meg. Az eredmények alapján a magas sótartalom kedvezőtlenül hatott a paprika vegetatív és generatív fejlődésére is.

A paprika sóérzékenységét megvizsgálva TERBE (1985) arra a következtetésre jutott, hogy míg a külföldi szakirodalom a paprikát az „érzékeny” csoportba sorolja, ez a hazai termesztésben nem mindig igazolódott. A fehér (TV) fajtatípus ugyan érzékeny a magas sótartalomra, elsősorban a túltrágyázásra, de az egyes fajták között is vannak különbségek: míg pl. a Cecei, Soroksári fajták termés aprósodással reagálnak, addig a Fehérözön és HRF fajtáknál csúcsrothadást válthat ki.

Különböző közegekben nevelt uborka állományban vizsgálva néhány növekedési tényező hatását, BÖHME (1996) szoros korrelációt tapasztalt az első osztályú termések csökkenése és a III. osztályú termésmennyiség emelkedése valamint a közeg EC emelkedése között. Az I. osztályú termés mennyisége a maximum hőmérséklet és a páratartalom mellett a vízösszetétellel mutatott szoros összefüggést. Az uborka szabálytalan (apró, görbe) növekedésének hátterében más szerzők is a tápanyagellátást és a sótartalmat tekintik az egyik fontos kiváltó oknak (GEISSLER, 1991).

A sóhatás szempontjából az sem elhanyagolható, hogy a nagyobb koncentráció (nagyobb ozmózisnyomás) milyen hosszú ideig éri a növényt. SCHWARZ (1968) azt találta, hogy a rövidebb ideig ható, de extrém nagy ozmotikus potenciál (> 1 MPa) kisebb kárt okoz, mint a közepesen magas (0,4 - 0,5 MPa), de hosszú ideig ható.

A magasabb sótartalom befolyásolja egyes ionok felvételét is. Magas szulfát-koncentráció elősegíti a nátrium felvételét (nátrium-toxicitást előidézve), csökkenti a kalcium felvételét, elősegítve ezzel a kalcium-hiány kialakulását, valamint akadályozza a kálium felvételét. A magas sótartalom csökkenti egyes mikroelemek felvételét is, így pl. a vasét, ekkor plusz vasat kell még alkalmazni. A sós vizek túlzottan magas klorid- és nátriumtartalma mellett viszonylag gyakori a toxikus mértékű bórtartalom is (GÖHLER & DREWS, 1989).

SCHWARZ (1968) azonban rámutat arra is, hogy a sós vizek néhány kedvező hatása is szóba jöhet. A paradicsom és uborka ízanyagait kedvezőbbnek találta sós körülmények között. Ezen kívül a sós oldatokkal kezelt növények sokkal toleránsabbak rézre és cinkre, így a réz és cink toxikus hatása kisebb mértékű lesz sós körülmények között.

SHANNON (1985) alapelveket és stratégiákat fogalmaz meg a nagyobb sótűrésű növények nemesítéséhez. Az abszolút sótűrés növeléséhez azt javasolja, hogy a szelekció alapjául nem elegendő a nagyobb toleranciát vagy a magasabb termést tekinteni, hanem az abszolút termésmennyiség és a relatív sótűrés növelését együttesen kell szem előtt tartani, amihez a géntechnika is felhasználható.

#### **2.4.3. A nátrium- és kloridtartalom hatása a termesztésre**

Talaj nélküli termesztésben lényegesen kisebb a gyökértömeg, ezért az akkumulálódott ionok magas koncentrációja gyorsabban módosítja a gyökér környezetét, mint talajos termesztésben.

A felhalmozódó ionok között gyakran a  $\text{Na}^+$  és  $\text{Cl}^-$  fordul elő nagy koncentrációban, aminek főleg az öntözővíz magasabb iontartalma a forrása. A nátrium- vagy klorid hatást szinte lehetetlen önmagában vizsgálni, mert a nagy koncentrációban előforduló többi anion (nitrát, foszfát, szulfát) tápelem ion, a jelentősebb kationok (kalcium, magnézium, kálium) szintén, tehát a klorid leggyakoribb kation párja csak a nátrium lehet, ezért többnyire a NaCl hatás kerül vizsgálatra.

A nátrium és a klorid ionok specifikus hatását tárgyalni igen nehéz, mert jelenlétük többnyire sóhatással párosul, így a szakirodalomban is szinte elválaszthatatlan a NaCl hatás és a sóhatás tanulmányozása.

SONNEVELD & Van Der BURG (1991) kőzetgyapoton elvégzett kísérlete is ezt igazolja, mely szerint paprikában, valamint paradicsom és uborka két-két (1 és 2 jelzésű) állományában az állandó tápelem arányok mellett növekvő (5,5 - 25 mmol/l) NaCl hozzáadásával történt a tápoldatozás. A termésnövekedés ugyan szignifikánsnak mutatkozott valamennyi kultúránál a sótartalom emelkedésével, azonban csak az uborka állományban találtak laza összefüggést a termésnövekedés és a tápoldat NaCl-tartalma között, amit az uborka specifikus érzékenységevel magyaráztak. A másik két kultúrában a NaCl érzékenység egyértelműen nem volt bizonyítható. A  $\text{Na}^+$  és  $\text{Cl}^-$  abszorpciójára vonatkozóan a 8. Táblázat foglalja össze a mért értékeket.

A  $\text{Na}^+$  és  $\text{Cl}^-$  abszorpcióját vizsgálva, a fentiek alapján a magas NaCl tartalmú vizeknél a termesztőközegben inkább  $\text{Na}^+$  felhalmozódásra kell számítani, mivel a  $\text{Na}^+$  felvétele kisebb, mint a  $\text{Cl}^-$ -é. Ezért az öntözővizek nátriumtartalmát szigorúbban kell megítélni, mint a kloridtartalmat (SONNEVELD, 2000).

Specifikus nátriumhatást a mennyiségre vagy a minőségre nézve De KREIJ (1999) sem tudott igazolni átfogó kísérletében paprika kőzetgyapotos termesztése során.

## 8. Táblázat.

### Néhány zöldségnövény Na<sup>+</sup> és Cl<sup>-</sup> felvétele a gyökérzóna eltérő NaCl koncentrációja mellett kőzetgyapotos termesztésben

SONNEVELD & Van Der BURG (1991) nyomán (mmol/ 1 l felvett vízre vonatkoztatva, mmol/l)

Növény	Na <sup>+</sup> és Cl <sup>-</sup> 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

A Na<sup>+</sup> és Cl<sup>-</sup> ionok a növénytáplálkozásban ballaszt ionnak tekinthetők, nem esszenciális tápelem ionok, legfeljebb nem specifikus plazmakolloid hatással rendelkeznek (FÜLEKY, 1999).

Élettani szempontból a nátrium szerepe a legvitatottabb. A nátrium számos enzimet nem specifikusan aktivál; káliummal helyettesíthető, azonban a kálium hatása specifikus. A C<sub>4</sub>- és CAM-típusú növények mikroelemnyi mennyiségben igénylik, de e sajátos nátrium-igény természete nem kellően ismert. Egyes feltételezések (PETHŐ, 1993) szerint e növények fotoszintetikus CO<sub>2</sub>-fixálásában kulcsfontosságú enzim igényli a nátrium mikroelemnyi jelenlétét.

Az egyes növényfajok reakciója igen eltérő a növekvő nátrium- és kloridtartalomra. A sótűrő növények (halofiton) egy része nem csupán tűri a magas Na-tartalmat, hanem bizonyos határig a Na a növekedésüket serkenti is. A felvett nátrium a gyökerekből a hajtásba szállítódik, és a vakuumba kiválasztódva méregtelenítődik, ezáltal gyökereik nátriumtartalma jóval kisebb; ezek nátriumra toleráns növényeknek tekinthetők (PETHŐ, 1993). Tehát a sótűrés szorosan összefügg a nátrium-tűréssel, mert a sós talajokon általában a nátriumtartalom is toxikusan magas.

A halofitonok sótűrésére vonatkozó fiziológiai kutatások is azt igazolják, hogy a nátrium és a klorid ion jelenlétével és transzport folyamataival elsődleges szerepet játszik az ozmoreguláció kialakításában (FLOWERS, 1985).

A sóérzékeny növényekben a felvett nátrium nem, vagy kevésbé szállítódik el a hajtásba, inkább a gyökerekben marad, s a gyökér számára toxikus szintet érhet el. A nátriumot kevésbé tűrő (glikofiton) növények már viszonylag alacsony nátriumtartalom mellett is károsodnak (ERDEI, 1981).

Mint a 8. *Táblázatból* is láthatjuk, ha a közegben vagy a tápoldatban az adott fajtára jellemző határértéket meghaladja a nátrium- vagy kloridtartalom, igen csekély felvételi aránynövekedéssel reagál a növény. Ha magas a klorid vagy a nátrium koncentrációja, ez a növekedést már egyértelműen negatívan befolyásolja, bár a határértékek fajonként különböznek. A két ionnak együtt még kifejezettebb a hatása: a klorid különösen hátrányos, ha magas nátriumtartalommal párosul.

A tápoldat nagy nátriumtartalma megváltoztatja a gyökérszóna kation arányait is, ami főleg a Ca arányának csökkenését ( $c_{Ca} / \Sigma c_{kation}$ ), ennek következtében csökkent kalcium felvételt eredményez; erre leginkább a paprika érzékeny, hívja fel a figyelmet SHEAR (1975).

Tenyészedényben nevelt paprikánál a tápoldat növekvő (0-100 mmol/l) NaCl tartalmára progresszív  $Na^+$  és  $Cl^-$  abszorpciót talált a szárazanyagban GÜNES et al. (1996) is. Mindeközben a K-felvétel folyamatosan csökkent, ami a  $Na^+$  és  $K^+$  közötti antagonizmust támasztja alá. Hasonlóképpen alakult a növekvő klorid- és a csökkenő nitrogéntartalom közötti összefüggés. A sóstressz növekvő prolintartalomban is megnyilvánult, ami a növény alkalmazkodó képességét fejezi ki sós körülmények között. A szabad prolin felhalmozódás és egyes növényfajok Na akkumulációja szoros összefüggésben állhat a sóhatásra működő ozmoregulációs folyamatokkal.

A gyökérszóna nagyobb nátriumtartalma nem csak az ozmotikus terhelést növeli, hanem mint jól adszorbeálódó kation, hatással lehet a többi tápelem, főként a kationok felvételére is.

A tápelem felvétel során a nátrium, a kálium és a kalcium közötti versengést vizsgálta De KREIJ (1999) paprika állományban. Növekvő nátriumtartalom csökkentette a kálium felvételét, igazolva a két ion között az antagonizmust, azonban a kalcium felvételére csekély hatás mutatkozott. Hasonló megállapításra jutott EGEA et al. (1997) közetgyapotos uborkatermesztésben is.

ADAMS (1990) azonban igazolta a nátrium és a kalcium antagonizmusát NFT technológiával paradicsom állományban. A sótartalmat NaCl-dal emelve határozottan csökkent a bogyókban a kalcium beépülése, összességében a szárazanyag kalciumtartalma folyamatos csökkenést mutatott, miközben a nátriumtartalom nőtt. Így a bogyók szárazanyagában is megemelkedett a Na/Ca arány, ami a humán táplálkozás szempontjából nem előnyös.

A tápelemek bizonyos fokú helyettesíthetőségét igazolja PAPADOPOULOS et al. (1999/a) paradicsom NFT rendszerű állományban végzett kísérlete. A szerzők mind a piacképes termés mennyisége, mind a beltartalmi mutatók vizsgálata után úgy látják, hogy a tápoldatban a makro-tápelemek  $K_2SO_4$ -tal vagy NaCl-dal részlegesen helyettesíthetők. Ezt nemcsak a nitrátok és foszfátok által okozott környezetszennyezés csökkentése indokolhatja, de ezáltal a költségek is némileg csökkenthetők.

A fajták eltérő nátrium-érzékenységére mutat példát CORNILLON et al. (2000) kísérlete vízkultúrák paprikatermesztésben. Míg az egyik fajta (Yolo Wonder) a nátrium megjelenésére gyors vízfelvétel csökkenéssel reagált, addig a másik fajta (HDA 174) paprikánál az 1 mmol/l nátrium még javította is a vízfelvételt. A két állomány különböző viselkedését a fajta típusokkal hozta összefüggésbe: a HDA 174 halofiton, a Yolo Wonder pedig glikofiton típusú fajta.

Változó nitrát-klorid-szulfát arányú tápoldatozás mellett vízkultúrák paradicsom állományban a legnagyobb klorid-felvétel a legmagasabb klorid-koncentrációjú tápoldatozás mellett adódott NUKAYA (2000) kísérletében, de ez is csak kb. fele a tápoldatbeli koncentrációnak. Ez összhangban van SONNEVELD & Van Der BURG (1991) eredményeivel is. Összességében a termést a magas klorid-koncentráció nem befolyásolta, ha a gyökérszóna környezetében az EC a kontroll érték közelében mozgott.

#### 2.4.4. A hidrokarbonát koncentráció hatása a termesztésre

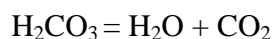
A lúgosság (pH = 4,3-ig titrálva) fejezi ki a vizek hidrokarbonát koncentrációját mmol/l egységben. A hidrokarbonát-tartalom befolyásolja a pH-t, ezáltal az egyes ionok felvehetőségét, oldatban maradását.

RUBATZKY & YAMAGUCHI (1997) a pH függvényében az egyes makro- és mikrotápelemek felvehetőségét vizsgálták. Azt találták, hogy a molibdén kivételével valamennyi tápelem felvehetősége a pH csökkenésével javul. Hasonló megállapítást közöl HORINKA (1997) is, mely szerint a legtöbb zöldség növény számára 5,8 - 7,5 pH-tartomány tekinthető optimálisnak.

A hidrokarbonát ismerete alapvető fontosságú, mert:

- az öntözővíz pH-módosító hatása így megbecsülhető. A hidrokarbonát-koncentráció alapján a szükséges sav mennyiség megadható, amivel a pH 5,5 - 5,8 közötti értékre beállítható (RESH, 1998).

Az öntözővíz hidrokarbonát tartalmának növekedése a pH-emelkedés esélyét növeli a közegben, ennek a hátterében a  $H^+$  szubsztrátban történő megkötődése áll (De KREIJ et al., 1999). Erre a következő egyenletek írhatók fel:



Az öntözővíz aktuális pH-értéke az éppen uralkodó egyensúly szerint alakul, mely a hidrokarbonát ion és az oldott formájú szén-sav között áll fenn. Az öntözővizek pH-értékét (az EC-hez hasonlóan) könnyű megmérni, de ennek nincs különösebb gyakorlati jelentősége. Ennél sokkal fontosabb a tápoldat automatikus pH-ellenőrzése.

A karbonát nem esszenciális ion a növény számára, bár kis mennyiségben nem zavarja a fejlődést. A nyers víz kevés hidrokarbonát tartalma elősegíti a tápoldat pH-ját stabilizálni. A legtöbb vízben előfordul a hidrokarbonát ion, ami a tápoldat pH-emelkedését (SCHWARZ, 1968) okozhatja.

- A karbonát/hidrokarbonát rendszer felhasználható a tápoldat pufferolására.

SMITH (1987) javaslata szerint 30-80 mg/l hidrokarbonát eredményesen megakadályozza a pH ingadozásait. Vannak olyan nyersvizek, melyeknek igen alacsony a sótartalma, így alacsony vagy gyakorlatilag nincs is hidrokarbonát-tartalma. Ekkor kálium-hidrogén-karbonát hozzáadásával növelhető a tápoldat pufferkapacitása.

Ha az öntözővíz sószegény, akkor alacsony a pufferképessége is, így csekély sav vagy lúg túladagolás hatására is a pH drasztikusan megváltozik. Tápoldat készítéskor a vízhez adott tápsók szintén módosítják a tápoldat pH-értékét (BODONYI & PITTEK, 2000).

- A lúgosság kapcsolatban áll a német keménységi fokkal is, mely szerint:

$$1 \text{ nk}^\circ \times 0,36 = \text{lúgosság (mmol hidrokarbonát / l)}.$$

A hidrokarbonátnak szerepe lehet az öntözőrendszer kémiai jellegű eltömődésében, ha a pH > 7,5, és a  $[\text{HCO}_3^-] > 2 \text{ mmol/l}$ . Ezek a körülmények segítik a kalcium-sók (karbonát, foszfát, szulfid) kiválását, főként, ha csöpögtetés közben még a hőmérséklet is megemelkedik (SANDERS, 1988).

SHORT et al. (1999) a vízkultúrák paradicsom termesztés magasabb termésátlaga és jobb termésminősége érdekében modellt (HYTODMOD) dolgoztak ki, melyben 5 kockázati faktort jelöltek meg. Ezek közül 2 kémiai jellegű, úgymint a tápoldat pH-ja és EC-je, a további 3 tényező a klimatikus faktorok közé sorolható. A szerzők 5 fejlődési stádiumra dolgozták ki a kockázati tényezők elfogadható tartományait és prioritási sorrendet állapítottak meg a magas kockázatot hordozó faktor korrigálására.

#### **2.4.5. A vas- és mangántartalom szerepe a tápoldatozásban**

Élettani szempontból a mangán és a vas között jellegzetes kölcsönhatás van, ugyanis a vas oxidációs fokát a mangán szabályozza. Mindkét ion vegyértékváltó, ezzel függ össze sokrétű szerepük bizonyos redox-átalakulásokban (elektron transzport, nitrit-redukció, fotoszintézis stb.).

A víz magasabb vas- és mangántartalma (<2 mg/l) a növény táplálása szempontjából általában nem problémás, sőt ebben a tartományban a vas- és mangántartalom kimondottan szükséges. Magas vastartalom mellett azonban könnyen előfordulhat, hogy a tápoldat kijuttatás során a rosszul oldódó foszfátok kicsapódása vagy vas-oxid formában történő kiválás miatt a szűrő és elosztó rendszerek eltömődnek (GÖHLER & DREWS, 1989).

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 (MALCHI, 1986).

A  $\text{Fe}^{2+}$  redukált forma, oxigén hiányában teljesen vízoldható, de vasbaktériumok (pl. Gallionella sp., Leptothrix, Sphaerotilus, Pseudomonas, Enterobacter) jelenlétében vízben oldhatatlan vöröses-barnás  $\text{Fe}^{3+}$ -ionná oxidálódik. A kicsapódó ionok körül megjelenő nyálkás baktérium telepek szintén összefüggésbe hozhatók a csepegtető testek eltömődésével (NAKAYAMA, 1991).

Ha a  $\text{Fe}^{2+}$  koncentrációja 0,15 - 0,22 mg/l közötti, akkor a kockázat alacsony (FORD, 1982), 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 nélkül hosszú távon nem lehetséges (NAKAYAMA & BUCKS, 1986).

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  $\text{Mn}^{2+}$  oxidálódik és nehezen meghatározható összetételű, fekete csapadék formájában kicsapódik az oldatból.

A vas és mangán okozta eltömődési hajlamot befolyásoló vízminőségi tulajdonságokat NAKAYAMA (1991) a következőkben foglalta össze (9. Táblázat):

## 9. Táblázat.

### A csepegtető testek eltömődési hajlama a vízminőség kémiai tényezőinek függvényében

NAKAYAMA (1991) nyomán

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
H <sub>2</sub> S, mg/l:	<0,2	0,2-2,0	>2,0

Emiatt a vas és/vagy mangántalanítás más eljárásokhoz hasonlóan a víz előkészítő műveleti sorába beiktatandó.

CAPRA & SCICOLONE (1998) csepegtető öntözés mellett a gyors eltömődés és a vízminőség összefüggéseit vizsgálta. Mivel az eltömődést a kémiai faktorok mellett fizikai (pl. szuszpendált talajrészecskék) és biológiai (baktériumok) folyamatok is befolyásolják, emiatt ennek kockázatát előre igen nehéz megjósolni, ezért az öntözés kivitelezése előtt technikai módszerekkel javasolja az



eltömődés tesztelését. A szerző vizsgálatai alapján feltételezi, hogy a hidrogén-szulfid tartalom segíti elkerülni a mész kicsapódását.

A nagyobb nehézfém tartalomnak nemcsak technikai, hanem élettani következményei is lehetnek, mint azt SANCHEZ et al. (1999) vízkultúrában nevelt bab állományban tanulmányozták. Hétféle mikroelemet, többek között vasat, rezet, cinket és mangánt vizsgáltak háromféle koncentrációban. A nehézfém tartalom növekedésével a szárazanyag-tartalom szignifikáns csökkenést mutatott, a legmagasabb koncentráció értékek mellett majdnem felére csökkent a kontrollhoz viszonyítva. A kezelés után elsőként a szárban, levélben majd a gyökérzetben halmozódtak a nehézfém ionok, később transzportálódtak a generatív szervekbe, aminek már humán vonatkozásai is lehetnek.

Ezek a nehézfémek a szennyeződéstől függően ugyan, de gyakorlatilag az öntözővízben is előfordulnak, ez alapján az öntözővizekben a nehézfémek akkumulálódásának élettani következményei értelmezhetők.

#### **2.4.6. Öntözővizek egyéb mikroelem tartalmának jelentősége**

A kén besorolása a mezoelemek közé lenne célszerűbb, de a dolgozat tárgya szempontjából kisebb a jelentősége, ezért a mikroelemekkel együtt kerül tárgyalásra. Élettani szempontból igen fontos fehérje építő elem, egyes vitaminokban is előfordul. Szerepe sok vonatkozásban a nitrogénéhez hasonlítható (BIXBY et al., 1964).

A bór a növény borát-anion ( $\text{BO}_3^{3-}$ ) formában veszi fel. Felvétel után a transzspirációs árammal szállítódik, ezért párával telített légtérben a bór hiánytünetei megjelenhetnek. Annak ellenére, hogy kötött állapotban semmilyen biológiai makromolekulában nem sikerült eddig kimutatni, hiánya és túlsúlya komoly anyagcsere zavart okoz (BERGMAN, 1979).

A cink szerepe a növekedési folyamatokban fontos, hiányában számos enzim aktivitása csökken (FÜLEKY, 1999).

A réz a generatív szervekre ható enzimek fontos alkotórésze, vegyérték váltása miatt elektronszállítóként működik (ELÓDI, 1983).

Valamennyi ion a vizek természetes alkotója, de a fémionok koncentrációját antropogén hatások is befolyásolják. Az öntözővízben a magasabb réz- vagy cinktartalom mindig valamiféle korrózióval (kémiai oxidációval) van összefüggésben. A korróziós hatás annál erőteljesebb, minél kisebb a tápoldat pH-értéke. A csapadékvíz akkor érinti a beoldódás, amikor a növényház tetőfedő anyaga, vagy a gyűjtő rendszer anyaga horganyzott, vagy cinket esetleg rezet ötvözetben tartalmazó anyagból készült. Vezetékes víznél a horganyzott vezetékben hosszabb ideig tartózkodó víz oldhat ki cinket (GÖHLER & DREWS, 1989).

A mikroelemek abszolút hiányára vízkultúras termesztésben kevés irodalmi utalást találunk, de talajon termesztésben adódik példa (HORINKA, 1997; BALÁZS, 2001). Gyakoribb probléma a túladagolás, aminek egyik oka lehet az öntözővíz magas iontartalma.

WALLIHAN et al. (1978) paradicsom vízkultúras termesztésében az öntözővíz nátrium- és bór-tartalmát vizsgálták. Levél klorózis és nekrosis formában megnyilvánuló egyértelmű hatást a bór esetében 2 ppm, a nátrium esetében 140 ppm tartalomnál jegyeztek fel.

A tápoldat emelkedő cinktartalmának hatását vizsgálta KAMINSKI & SCHARPF (1991) aeroponikás rózsza kultúrában. Az eredmények azt mutatják, hogy 4 mg/l cinktartalom már akadályozza a növekedést és a virágképzést. A negatív hatás abban is megnyilvánul, hogy a cink-vas antagonizmus következtében az emelkedő cinktartalom csökkenti a vas felvehetőségét.

Az öntözővíz ajánlott iontartalmára STEYER (1996) vízkultúras termesztésben a következő értékeket közli: bór: < 0,5 mg/l, réz: < 0,2 mg/l, cink: < 5 mg/l.

Szulfáttartalomra GÖHLER & DREWS (1989) 100 mg/l értéknél kisebbet tart optimálisnak. Véleményük szerint a magasabb szulfáttartalom nem élettani, inkább technológiai kockázatot hordoz a tápoldatban lévő kalciummal történő kicsapódása által.

Az öntözővíz természetes iontartalma nem zavaró a tápoldat összeállításban, amíg nem haladja meg a tápoldatra javasolt értéket.

## 10. Táblázat.

**Javasolt mikroelem tartalom (mg/l) a főbb zöldségnövények vízkultúras standard tápoldatozásában (De KREIJ et al.,1997)**

Növény	Fe	Mn	B	Zn	Cu	S
Paprika	1,95	0,27	0,32	0,26	0,05	56
Paradicsom	2,0	0,55	0,32	0,33	0,05	141
Uborka	2,0	0,55	0,35	0,33	0,05	44

Mint a 10. Táblázat is bemutatja, a kén kivételével a mikroelemek ajánlott értékeiben nincs jelentős eltérés az egyes fajok között. Az egyes mikroelemek között viszont nagyságrendi különbségek adódnak az eltérő szárazanyagbeli előfordulási arányok miatt.

## 2.5. 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. Így lehetőség szerint előnyben részesítjük az esővíz gyűjtését és felhasználását.

### 2.5.1. A hidrokarbonát-tartalom csökkentése

A magas  $\text{HCO}_3^-$  tartalom csökkentésére különféle eljárások állnak rendelkezésre.

#### ➤ Ionkicserélővel történő mentesítés

A nyers víz erősen savas, kation cserélő műgyantán áramlik át. Ennek során a nyers vízből minden kation eltávozik és  $\text{H}^+$ -nal kicserélődik. A  $\text{H}^+$ -ionok a vízben lévő  $\text{HCO}_3^-$ -ionokkal reakcióba lépnek,  $\text{H}_2\text{CO}_3$  képződik, ami  $\text{CO}_2$ -ra és  $\text{H}_2\text{O}$ -re bomlik. Ez a hidrokarbonát mentesítés „részsótalanításnak” is nevezhető, a víz savanyú lesz, ezért fémekkel nem érintkezhet (CLIFFORD & WEBER, 1977; HÖLL & EBERLE, 1984).

#### ➤ Oxálsavas kezelés

Meghatározott mennyiségben a vízhez adagolt oxálsav egyenértékű kalciumot és magnéziumot nehezen oldható oxalát-formában kicsap, ezzel együtt az oxálsav is távozik. Az oxálsavval történő vízelőkészítésnek ma már nincs jelentősége. Talaj nélküli eljárásoknál az oxálsavas kezelés teljesen alkalmatlan, mivel a tápoldatban egyébként szükséges kalcium- és magnéziumtartalmat is lecsökkenti.

Ma már csak néhány talajkultúrás üzem használja ezt az egyébként mérgező hatása miatt is meggondolandó eljárást (OMBÓDI, 2000). Egyébként vízkultúrás termesztésben szerves savak felhasználása nem tanácsos, mert a mikrobák számára könnyen lebontható szénforrásként jelennek meg, a mineralizációhoz szükséges  $\text{O}_2$ -t a tápoldatból vonják ki (GÖHLER & DREWS, 1989).

#### ➤ Semlegesítés szervesen sav adagolásával

Széles körben elterjedt módszer a hidrokarbonát mentesítésre (BIERNBAUM, 1994; HORINKA, 1997; SAVVAS & ADAMIDIS, 2000). Ennek során a nyersvíztől függő arányban meghatározott mennyiségű ásványi savat adagolnak. A korábbi időszakban kénsavat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) használtak, mert ez nem befolyásolta a tápelem tartalmát. Hátrányosan hat a kénsavas kezelésnél a megemelkedett sótartalom, valamint a víz kalciumtartalmával képződő gipsz, ezért ma általában salétromsavat ( $\text{HNO}_3$ ) használnak.

Előnyei:

- ✓  $\text{NO}_3^-$  formában jelentős mennyiségű N kerül be, amit a tápoldat összeállításakor figyelembe kell venni. Átszámítás:  $1 \text{ mmol/l HCO}_3^- \rightarrow 1 \text{ mmol/l NO}_3^- \text{-N} (= 14 \text{ mg/l N})$ .
- ✓ A tápoldat sótartalma a közömbösítési reakció után sem emelkedik, mivel:  
1 mol  $\text{HCO}_3^-$ -ből 1 mol  $\text{NO}_3^-$  forma képződik.
- ✓ A  $\text{HNO}_3$ -as kezelés után a víz kalciumtartalma jól oldható formában továbbra is megmarad.
- ✓ A semlegesítés szinte minden tápoldat ellátó rendszerben teljesen automatikusan történhet folyamatos pH-ellenőrzés (pH=5,8 - 6,3) mellett. Egyszerű tápoldat adagoló berendezéseknél, ahol nincs pH-szabályozás, kézi pH-mérés mellett egy keverő tartály beiktatásával történhet a savadagolás.

Tanácsos a  $\text{HNO}_3$  egy részét foszforsavval ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) helyettesíteni, ha a nyersvíz magas  $\text{HCO}_3^-$  tartalma alacsony kalciumtartalommal párosul. Ekkor a teljes semlegesítés nem oldható meg csak  $\text{HNO}_3$ -al, mert ezzel a nitrogéntartalom úgy megemelkedne, hogy nem maradna elég lehetőség a kalcium pótlására kalcium-nitrát bevitellel. A  $\text{H}_3\text{PO}_4$  adagolást a növény igénye szerinti P-tartalomra, általában 1-2 mmol/l P-ra (30-60 mg/l) szükséges beállítani (SUAREZ, 1981; CAPRA & SCICOLONE 1998). Talajon természetben is találkozhatunk ásványi és szerves savak felhasználását célzó kísérletekkel (FERREYRA et al., 1998).

➤ Savanyító hatású műtrágyák használatával

Pl. ammónium-nitráttal csökkenthető a tápoldat pH-ja. Kémiai szempontból 5-10 mmol/l  $\text{HCO}_3^-$ -tartalom  $\text{NH}_4\text{-N}$ -nel is kiegyenlíthető, azonban a túlzott  $\text{NH}_4^+$ -bevitelnek határt szab a növények egyéni érzékenysége (HAYNES & GOH, 1978; ERREBHI & WILCOX, 1990).

➤ Elektrokémiai szabályozással

A szükséges  $\text{H}^+$  vagy  $\text{OH}^-$ -ion mennyiség „in situ” kerül előállításra elektrolitos vízbontással. A vízbontás iránya és mértéke könnyen szabályozható az elektródák polaritásának és feszültségének változtatásával. Erről az innovatív módszerről számol be SPINU et al. (1998), amellyel a tápoldat pH-értéke beállítható. Előnye, hogy szűk tartományban is megbízható pH-beállítás történhet, továbbá a módszer megtakarítást jelent a kémiai anyagok használatában.

Általában az előkészített öntözővizet nem szükséges tisztán felhasználni. A költségek jelentősen csökkenthetők nyersvízzel való keverés vagy esővíz összegyűjtése által. Az esővíz biztosítja a legjobb vízminőséget, de a gyűjtés, a tárolás módjától függően költségek is jelentkeznek.

### 2.5.2. A vas- és mangántartalom csökkentése

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

A vas- és mangáncsökkentő eljárások azon nyugszanak, hogy az oldott ionokat ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ) oxidációval nehezen oldható, magasabb oxidációs állapotú ( $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{4+}$ ) vegyületekbe viszik, majd onnan csapadék formában eltávolíthatók (NIKOLADZE, 1978).

Az oxidációhoz többféle eljárás áll rendelkezésre:

#### ➤ Klórozás

A vas esetében a szabad klór ( $\text{Cl}_2$ ) 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  $\text{Cl}_2$  gázzal számolnak 0,7 mg/l vastartalom kezelésére. Kísérletek igazolják, hogy a klórozás  $\text{pH} < 6,5$  tartományban 3,5 mg/l  $\text{Fe}^{2+}$  koncentrációig eredményes (HEM, 1963).

#### ➤ 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 tározó medencében vagy katalitikus töltetet hordozó tartályokban. A képződő vas- és mangán-oxidok a tározó aljára leülepednek, ahonnan rendszeresen eltávolíthatók. Irodalmi utalások (NAKAYAMA & BUCKS, 1986) 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 l 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  $\text{MnO}_2$  csapadék könnyebben leválik.

A fentiekből egyértelművé válik, hogy a vastalanítás viszonylag magas technikai igényű eljárás. WELTHER et al. (1992) a vizek vas- és mangántartalmának eltávolítására egy újszerű módszert javasolnak.

A kezelés kulcsanyaga egy speciális katalizátor, amely ún. autokatalitikus hatással rendelkező szűrőanyag. A folyadékok katalitikus szűrését alkalmazó tisztító eljárást üzemi méretekben is kipróbálták: a  $\text{Fe}^{2+}$  és a  $\text{Mn}^{2+}$ -tartalom az ivóvíz szabványnak megfelelően alakult, elfogadható tisztító kapacitás mellett.

### 2.5.3. A teljes sótartalom csökkentése

A hidrokarbonát-, vas- és mangántartalom csökkentésén túl üzemi szinten több technikai lehetőség nem érhető el a vízben oldott egyes sóalkotók specifikus eltávolítására. A víz ionjai közül a  $\text{Na}^+$  és a  $\text{Cl}^-$  jelenti a legnagyobb problémát, de ezek szelektív eltávolítására nincsen mód.  $\text{Na}^+$  és  $\text{Cl}^-$  mentesítés csak teljes sótalanítással valósítható meg. Ehhez két eljárás áll rendelkezésre:

➤ Ionkicserélődés által

Az ioncserés vízelőkészítés során kation cserélő oszlopon áthaladva a vízből minden kation  $\text{H}^+$ -ra kicserélődik. Majd egy  $\text{OH}^-$ -nal telített oszlopon az anionok  $\text{OH}^-$ -ra cserélődnek. A berendezés kivitelétől függően, a kimerült gyantatöltetek fél- vagy teljesen automatikus üzemben 5 %-os  $\text{HCl}$ -oldattal illetve  $\text{NaOH}$ -oldattal regenerálhatók. A módszer előnye az alacsony vízveszteség (ÖLLÖS, 1987).

A berendezés szűrőteljesítményét csökkenti:

- ✓ A nyersvíz magas vastartalma.
- ✓ A szerves anyagok általi terhelés.
- ✓ A gyantatöltet csírafertőzése.
- ✓ 600 mg/l -nél nagyobb sótartalom.

➤ Fordított ozmózis elvén működő berendezéssel

Alapja, hogy a nyomás megfordításával egy sóban gazdag oldatból, egy membránon átpréselve a nyersvizet, „tisztá formában” vizet nyerünk. A szűrő egységekben általában 4  $\mu\text{m}$  belsőátmérőjű poliamidból készült membránokat alkalmaznak.

A szűrőteljesítményt befolyásolja (BENEDEK et al., 1990):

- ✓ 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. Savas kémhatás előnytelen.
- ✓ A víz előkészítés. Az oldhatatlan szilárd részeket, algákat előszűréssel el kell távolítani.
- ✓ A nyers víz vas- és mangántartalma károsítja a membránokat.

A vízelőkészítő eljárások eltérő mértékben növelik a termelés költségeit. Az előkészítés jelentős beruházási és üzemeltetési ráfordításokat igényel, az eljárásoktól függően a költségek 0,53 - 6,81 euro / tiszta víz m<sup>3</sup> nagyságúak. A különböző eljárások költségeiről tájékoztat a 11. Táblázat (STEFFEN nyomán, 1994).

### 11. Táblázat.

#### Egyes vízelőkészítő eljárások beruházási költségei eltérő nagyságú termeszto feluletekre

STEFFEN (1994) nyomán

Eljárás	Beruházási költség (euro)	1 m <sup>3</sup> tisztavízre jutó költség eltérő nagyságú termeszto feluletekre		
		1000 m <sup>2</sup>	5000 m <sup>2</sup>	10000 m <sup>2</sup>
Szervetlen sav hozzáadás	-	0,8	0,7	0,7
Oxálsav hozzáadás	-	6,81	6,42	6,42
Karbonát mentesítés ioncserével	2500	1,14	0,53	0,53
	5000			
	7000			
Teljes sótalanítás ioncserével	15000	4,45	2,14	1,23
	35000			
	40000			
Teljes sótalanított fordított ozmózissal	13500	4,55	1,48	1,05
	20000			
	27000			
Megjegyzés: A nyers víz keménysége: 20 nk°; maradék keménység: 5 nk°; vízszükséglet: 1,5 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ,év; előkészített víz aránya 40 %; maximális napi vízfelhasználás: 2 m <sup>3</sup> , 12 m <sup>3</sup> , 30 m <sup>3</sup> .				

Gazdasági szempontból legkedvezőbb a savas kezelés, mert ehhez minimális eszközigeny szükséges. A nyersvíz minőségétől függően a berendezésekhez csatlakozó 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 (GÖHLER & DREWS, 1989).

Vannak kísérletek arra vonatkozóan is, hogy technikai felszerelés nélkül, valamiféle adalékanyaggal kössék meg a víz sótartalmát. Erről számol be LENNARD (2004), aki speciális, nagy adszorpciós képességű agyag granulátummal kezelte a vizet. 75 mg adalékot elhelyezve 100 l tápoldatban, magas sótartalmú (EC = 3,5 mS/cm) vízzel is jó termeszti eredményeket tudott elérni. Ez azonban csak kisüzemi méretek között jelenthet megoldást.

## 2.6. A vízkultúrák termesztés ökológiai értékelése

Az elmúlt időszakban előtérbe kerültek a környezetbarát gazdálkodás szempontjai. Érvényes ez a növényházakra is, melyek művelése jelentős ökológiai terhelést okoz, ha a termesztés során a környezeti hatásokat nem vesszük figyelembe. A talaj nélküli eljárások a környezetet különösképpen terhelik, ezért egyes országokban (pl. Hollandia) szóba került ezen technológiák betiltása. Azokban az országokban, ahol viszonylag kisebb felületeken folyik talaj nélküli termesztés (pl. Németország), a zárt eljárásokra történő mielőbbi átállást tartják szükségesnek.

Különösen a nyitott eljárásoknál – az adagolt tápoldat min. 25-30 %-os vesztesége miatt – kell az ökológiai kockázattal számolni. Ennek következtében évente 400-600 kg/ha ásványi tápanyag, (főként  $\text{NO}_3\text{-N}$ ) vagy 4-6 t/ha műtrágya kerül a talajvízbe (GEISSLER, 1991). Ezek a veszteségek nemcsak ökológiai szempontból nem elhanyagolhatók, hanem jelentős költségnövekedést is okoznak.

Az öntözés és műtrágyázás fejlesztési stratégiája BIERNBAUM (1992) szerint csak az lehet, hogy a vízkultúrák termesztésben minimalizáljuk a használatukat, a veszteségeiket, valamint legjobb hatékonyságukat érjük el a gyökérszóna tulajdonságainak optimalizálásán keresztül.

### 2.6.1. Túlfolyás a termesztésben

Általában a tápoldatban a tápelemek koncentrációja és arányai az átlagos felvételhez igazodnak; a tápanyag utánpótlási stratégiában ezt adaptáljuk a fejlődési állapothoz és/vagy a besugárzási szinthez (pl. napközben erős besugárzás mellett csökkentett tápanyag koncentrációt alkalmaznak). Ezekben a rendszerekben 30-40 % túlfolyást állítanak be, hogy elkerülhető legyen a gyökérszónában a sófelhalmozódás (BAUDOIN et al., 1990).

A növény igényeihez jobban igazodhat az a tápanyag ellátás, amikor a tápoldat koncentráció korrekciója a gyökérszóna vagy a drénvíz folyamatos EC-mérésén alapul. Egy ilyen automatizált tápoldatozási rendszerben a tápanyagellátás olyan alacsony koncentrációval (EC) történik, amilyen a tápanyag felvétel, így magas termés érhető el jelentősen alacsonyabb drén arány (10-20 %) mellett is. Nyilvánvalóan egy ilyen rendszer nem képes alkalmazkodni egyes ionok felvételi arányainak különböző variációira (GÖHLER & DREWS, 1989).

Ideális lenne, ha a keringtetett tápoldatban mindegyik ion folyamatos mérése megtörténhetne, és a visszapótlás a felvett mennyiségnek felelne meg. A gyakorlatban azonban célszerűbb a felvételt egy modell segítségével előre kalkulálni, így a nagyobb tápanyagellátási zavarok elkerülhetők.

Egy nagy kutatási programban (Hydrion-line) kísérletileg is bizonyítást nyert az integrált tápanyag- és klíma kontroll, ahol modell számítások alapján bemutatásra került a különböző makroelemek és a vízfelvétel ellenőrzési módszere (KOOTEN et al., 2004).



A kalkulációt a növekedés és a tápelemek közegben történő szétoztása, valamint a növényi aktivitás és a termésállapot online mérése alapozza meg. Ezek a stratégiai kombinációk nagyobb vízhasznosuláshoz vezethetnek el alacsonyabb műtrágya felhasználás mellett, miközben a termésszint nem változik (KLARING et al., 1999; GIELING et al., 2005).

A közetgyapot és hasonló inaktív közegek esetében a túlfolyás összetételére a 7. melléklet ad uborka esetében irányértékeket Az összehasonlításban a német és holland ajánlások hasonló adatokat közölnek.

### 2.6.2. Nyitott rendszerek értékelése

A nyitott tápoldatozási rendszerekben a fölös tápoldat elhagyja a rendszert. A víz- és a tápanyagok hasznosulási arányára és a veszteségek becslésére jó néhány üzemi kísérlet adatsora áll rendelkezésre, melyekben a nyitott és zárt rendszerek kerültek összehasonlításra.

Valamennyi kísérletben megerősítést nyert, hogy a zárt rendszerű technológiák nem okoznak a termés mennyiségében vagy minőségében visszalépést (PAPADOPOULOS et al., 1999/b), azonban a víz- és műtrágya felhasználásban jelentős megtakarítás érhető el.

A különböző termesztéstechnológiák és üzemeltetési adottságok számottevő eltéréseket okozhatnak, de a zárt termesztés mintegy 20-30 %-os vízmegetakarítást és 20-50 %-os tápanyag csökkentést jelenthet a szakirodalmi adatok alapján (GRIMSTAD & BAEVRE, 1989; KRÜGER, 1990; VERNOOY & NIENHUIS, 1991; BIERNBAUM, 1992; ALARCON, 1998; JEANNEQUIN & FABRE, 1998; PIVOT et al., 1999; TÜZEL et al., 1999; TÜZEL et al., 2002).

A tápanyagellátás és veszteség értékeit a 12. Táblázat mutatja be a fő tápelemekre megadva.

### 12. Táblázat:

#### Tápanyag veszteségek vízkultúras paradicsom termesztés 2 éves üzemi kísérletében

KRÜGER (1990) nyomán

Tápelem	Kiadott mennyiség g/növény	Veszteség g/növény	Veszteség %
N	56,4	31,8	56,4
P	8,5	1,6	18,8
K	7,9	26,5	34,0
Mg	12,6	7,3	57,9
Ca	76,6	44,6	58,2

A 12. Táblázat adatai alapján kitűnik, hogy a foszfor kivételével a veszteségek 30-60 %-ot tesznek ki a teljes kiadott mennyiségre vonatkoztatva.

1 ha üvegház felületre számítva a következő tápanyagveszteségek adódtak:

N: 658 kg; P: 33 kg; K: 548 kg; Ca: 923 kg; Mg: 151 kg;

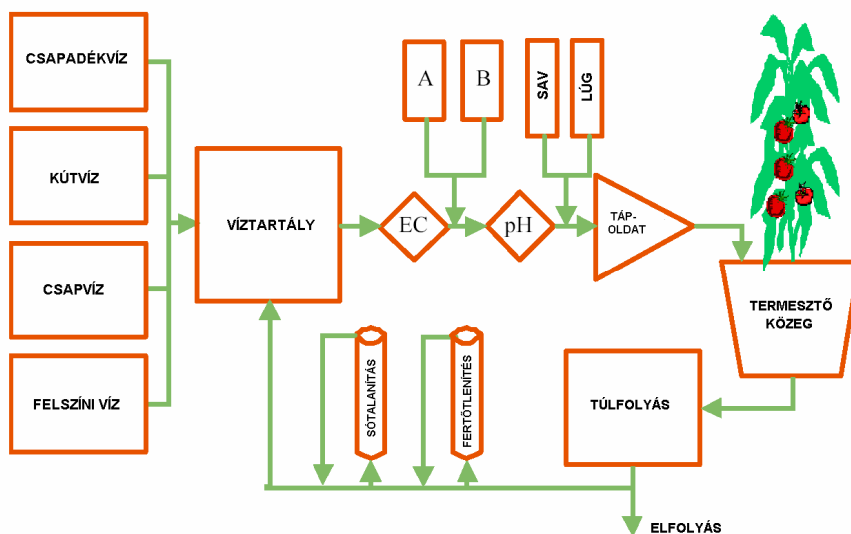
Összehasonlításképpen talajon, tápoldatos termesztésben HORINKA (1997) a műtrágyák érvényesülésére a következő arányokat közli: N: 60-80 %; P: 20-40 %; K: 40-80 %.

### 2.6.3. Zárt rendszerű technológiák

Zárt termesztési rendszerben a gyökérszónából kikerülő túlfolyás összegyűjtésre és részben vagy teljes egészében újrafelhasználásra kerül ugyanazon kultúránál (12. Ábra).

A zárt termesztési rendszerek egyik fő problémája, hogy bizonyos sók (gyakran az öntözővíz fel nem vett ionjai) térben és időben változó arányban, a gyökérszónában felhalmozódhatnak. Ezért zárt tápanyag ciklusban csak alacsony sótartalmú vizek alkalmazhatók.

Maximális eredményt a termés mennyisége, minősége és környezeti szempontból úgy tudunk elérni, hogy az öntözést, a sótartalmat és a műtrágyázást (A-B tartályok) össze kell hangolni, ezáltal tudjuk a termesztést optimalizálni (SONNEVELD, 2000).



12. Ábra. A zárt vízkultúrás rendszer elvi vázlatja

STANGHELLINI (1998) nyomán

Amikor teljes körű az újrahasznosítás, akkor is időközönként szükséges vízzel újratölteni a rendszert, pótolva a veszteségeket. Így a termesztési ciklus közben is a vízben oldott kísérő ionok

felhalmozódhatnak, emiatt időnként a tápoldatot frissíteni kell, a túlzottan sós tápoldat egy részét pedig kiengedni a rendszerből (De KREIJ et al., 1999).

Gyakran a kiengedett tápoldat arányát a nátrium akkumuláció mértéke szabja meg. Az arány a következő egyenlethől kalkulálható (SONNEVELD & Van der BURG, 1991):

$$LF = (c_{w(Na)} + c_{f(Na)} - c_{u(Na)}) / (c_{d(Na)} - c_{u(Na)}), \text{ ahol}$$

LF: a kiengedett frakció aránya,

$c_{w(Na)}$ : az öntözővíz nátriumtartalma,

$c_{f(Na)}$ : az öntözővíz nátrium-koncentrációjának növekedése a tápoldatozó műtrágyák szennyezettsége által,

$c_{d(Na)}$ : a drénvíz nátrium-koncentrációja,

$c_{u(Na)}$ : a növény nátrium abszorpciója 1 l felvett vízre vonatkoztatva ( $c = \text{mmol/l}$ ).

A nyitott rendszerhez viszonyítva fontos különbség, hogy csírátlanítás (Van OS et al., 1998) után visszaáramlik a tápoldat. A tápoldat tápelem tartalma, tápelem arányai és reakciója a növényi felvétel során pontosan nem ismert és kellő biztonsággal nem becsülhető meg. Ezért összetétele még folyamatos pH és EC szabályozás mellett is bizonytalan, nem tudható az egyes tápionok aktuális felvételi aránya, emiatt a keringtetés alatt aránytalanságok alakulhatnak ki.

Feltételezhető, hogy a víz egyes kísérő ionjait ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ) az előfordulási arányuknál kisebb mértékben hasznosítja a növény, ezért ezek a tápoldatban a tenyészidő során feldúsulnak, ami a termés minőségére is hatással lehet (SCHACHT, et al., 1992; Van Der BURG, 1994). Ennek következtében a tápoldatozás során (azonos EC-értéket tartva is) a fő tápelemek koncentrációja csökken, miközben a ballaszt anyagoké nő. A fő tápelemek csökkenése esetenként enyhe szukcesszív EC emeléssel kiegyenlíthető. A káros ionok feldúsulásának kezelésére ez lehet az egyik módszertani lehetőség.

BÖHME (1995) a drén okozta változó tápoldat összetétel miatt azt a következtetést vonta le, hogy a túlfolyás mennyiségét kell a tápoldatigény folyamatos és lehetőség szerinti korrekcióján keresztül minimalizálni. Ez különösen fontos olyan érzékeny kultúráknál, mint amilyen az uborka is.

IWASAKI et al. (1999) kísérletei azt igazolják, hogy mind a pH-ra, mind a fő tápelemek koncentrációjára nézve az organikus közegek túlfolyó tápoldataiban sokkal kisebb az ingadozás, mint a kőzetgyapotnál.

GIAGLARAS et al. (1999) a drén összetétel prognosztizálására a klimatikus faktorok figyelembe vételével egy dinamikus modellt javasol, melyben analízisre és ellenőrzésre is van lehetőség.

Ugyancsak előrejelzési modellt dolgoztak ki és jó eredménnyel ki is próbálták paprika és paradicsom kultúrában KLARING et al. (1999). A modellt laboratóriumi víz- és tápanyag felvételi összefüggéseket feltáró szimulációs kísérletekre alapozva állították össze azzal a céllal, hogy a gyökérzóna minél harmonikusabb tápanyag- és vízellátását biztosítsák. A tápoldat tápanyag ellenőrzését ion szelektív elektródákra bízta, ezzel próbálták a makro-tápelemek koncentrációját az elfogadható határértékeken belül tartani. Az eredményeket főként NFT rendszerben találták biztatónak, de megjegyzik, hogy ezek a modellek még sok teoretikus elemet is tartalmaznak, továbbá technikai fejlesztésekre is szükség van, ezért a gyakorlati alkalmazás még távoli lehetőség.

#### **2.6.4. A túlfolyás kezelési lehetőségei**

A nyitott rendszer minden fölös tápoldata elhagyja a berendezést, de a zárt eljárásoknál is keletkeznek tápanyag maradványok, ha befejeződik a kultúra. Ezek a mennyiségek a modern tápoldatozó eljárásoknál azonban már lényegesen kisebbek, ellentétben a régi tankkultúrás rendszerekkel.

Szigorú növénytáplálási technológia mellett egyes kevésbé érzékeny növényeknél arra is van lehetőség, hogy ezeket a maradvány oldatokat a tápoldat csere előtt a növényekkel felhasználjuk, miközben az új tápanyagellátás előkészítésre kerül (OKANO et al., 2000).

Másik megoldás lehet, hogy a maradék oldatokat környezetbarát módon újra hasznosítsuk, pl. zöld felületek trágyázására. Ezen eljárásoknál a tápoldatok többnyire magasabb Na, Cl és SO<sub>4</sub>-tartalma ökológiai szempontból közömbös, a fő növényi tápelemek pedig hasznosulnak (KRÜGER, 1990).

A gyakorlatban elterjedt megoldás a különböző sókat tartalmazó szennyvizek öntözővízként történő felhasználása. ZARTMAN & GICHURU (1984) azonban kísérletileg igazolta, hogy nagyobb sótartalmú vizek hatására egyes talajtulajdonságok (fizikai, kémiai) hátrányosan változnak.

MALOUPA et al. (1999) drénvizet hasznosítottak újra talajon és talaj nélküli paradicsomtermesztésben. Némi mennyiségi csökkenést regisztráltak talajon is, de lényeges visszaesés inkább a talaj nélküli termesztésben mutatkozott.

Drénvizek másodlagos hasznosításával próbálkoztak haltenyésztésben McMURTRY et al. (1990). A haltenyésztés szennyvizét a termesztő berendezésbe vezették, a drénvizet vissza a haltenyésztő tankba. Talajos termesztéshez viszonyítva lényegesen jobb (30-50 %) tápanyag hasznosulásról számoltak be, de bizonyos mikroelem hiányok is jelentkeztek.

### 3. ANYAG ÉS MÓDSZER

A tudományos kutatómunka dél-alföldi öntözővizek vizsgálatára (vízkémiai adottságok feltérképezése) és üzemi kísérletek végzésére ( a vízkultúras termesztés ökológiai értékelése) irányult.

#### 3.1. A dél-alföldi öntözővizek és az üzemi kísérletekhez kapcsolódó oldatok kémiai vizsgálatai

A tápoldatnak az élettani vízigényt és a teljes ásványi tápanyagigényt együttesen kell kielégítenie. Így az optimális tápláló oldat összeállításának elsődleges feltétele a vízösszetétel ismerete.

Az öntözővizek és a termesztéshez kapcsolódó tápanyag oldatok három dél-alföldi megyéből (Bács-Kiskun, Békés, Csongrád) kerültek ki. A vizsgálati mintaszámokat a 13. Táblázat foglalja össze.

#### 13. Táblázat.

##### Az öntözővíz és oldat minták vizsgálati száma

Minta eredete	Vizsgálati szám (db)
<i>Öntözővizek</i>	
Felszíni vizek:	13
Talajvizek:	81
Rétegvizek:	126
Rétegvizek mikroelem tartalma:	87
Vizek sótalanítása:	16
<i>Összes minta:</i>	<i>323</i>
<i>Termesztéshez kapcsolódó oldatok</i>	
Tápoldatok:	50
Táblaoldatok:	50
Elfolyó oldatok:	50
Öntözővizek:	9
<i>Összes minta:</i>	<i>159</i>

Az eredményes vizsgálat két kulcskérdése a reprezentatív mintavétel és a megbízható analízis. Mintavételi edényként alaposan kimosott, jól zárható műanyag flakonokat használtunk, a mintavétel után légmentesen lezárva. A mintázást követően 48 órán belül megtörténtek a laboratóriumi vizsgálatok, így tartósítást többnyire nem alkalmaztunk. Csupán a vas- és mangántartalom meghatározásához volt szükség előzetesen salétromsavas tartósításra, a kiválás elkerülése érdekében.

### 3.1.1. Öntözővizek mintavétele

Azokat a vízforrásokat kerestem, melyek földrajzi közelségük vagy könnyű elérhetőségük miatt természetesen berendezésben elvileg felhasználhatók, vízhozamuk az adott felülethez elegendő. A vízminták begyűjtése és elemzése 2000-2004. között történt.

A mintavételezést többnyire a termelők végezték, az előzetesen egyeztetett szempontok szerint. Általában egy termelő egyszeri pontminta vételt végzett, de egy-egy vízforrásra a vizsgálat 5 éves időtartama alatt többször is sor került, ezért a tér- és időbeli változások is megjelenhettek az eredményekben. Vezetékből történő mintavételezéskor jól megfolyatott kútból, felszíni vizeknél az öntözőrendszer beindítása után, a szokásos üzemi körülmények között került sor a mintázásra.

- A vízkultúrás alkalmasság elbírálásához mért kémiai paraméterek:

*pH, EC, NO<sub>3</sub>-N, P, K, Ca, Mg, Na, Cl, HCO<sub>3</sub>*

A vizsgálatba bevont vízminták eredet szerint:

- A) felszíni vizek,
- B) talajvizek,
- C) rétegvizek,
- D) sótalanított vizek.

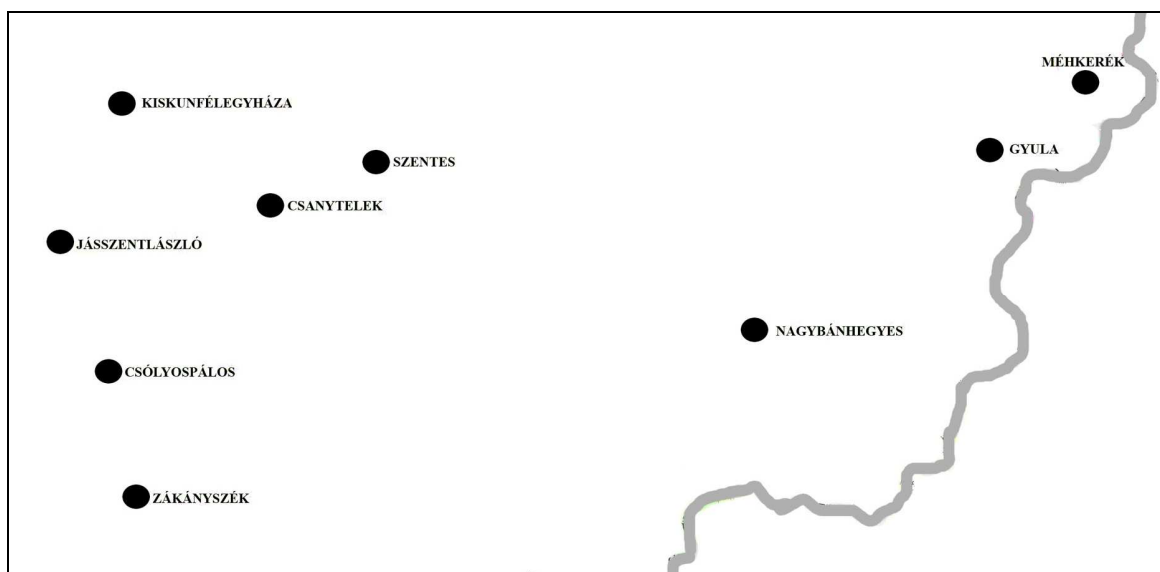
A) A felszíni vízforrások felhasználásának lehetőségeit holtágakból, felszíni tározókból, valamint kettős hasznosítású csatornákból származó vízminták néhány eseti vizsgálatán keresztül kívántam szemléltetni.

B) A Dél-Alföldön a talajvizek általában könnyen elérhetők, ami széleskörű mintagyűjtésre nyújt lehetőséget. Talajvíz mintavételezésre a vizsgált időszakban 37 településen került sor, ebből a térség 17 településén legalább két alkalommal történt mintázás.

C) A rétegvizeket vártam állandóbb összetételű, alacsonyabb sótartalmú forrásoknak, ezért ezeket részletesebb vizsgálat alá vontam.

Ehhez 3 dél-alföldi megyében (Békés, Csongrád, Bács-Kiskun), megyénként 3-3 településen (13. Ábra) mintáztam azt a rétegvizet, mely abban a térségben tapasztalatok alapján legjobbnak számít és a vízhozama is megfelelő.

A kútmélységre egy-egy településen csak intervallumok kerülnek közlésre a felszíni egyenetlenségek, a vízréteg változásai és a mélységi pontatlanságok miatt (14. Táblázat).



13. Ábra. Mintavételi helyek a Dél-Alföldön a rétegvizek minőségének tanulmányozására

#### 14. Táblázat.

A kiválasztott településeken a megmintázott rétegvíz mélysége

Megye	Település	Kútmélység (m)
Bács-Kiskun	Csolyospálos	60-75
	Jászszenlászló	95-105
	Kiskunfélegyháza	60-70
Békés	Gyula	50-60
	Méhkerék	100-110
	Nagybánhegyes	55-65
Csongrád	Csanytelek	50-75
	Szentes	50-70
	Zákányszék	60-70

D) A fordított ozmózis elvén működő sótelenítő berendezés minőségjavító hatását üzemi körülmények között néhány példán keresztül kívántam igazolni.

- A dél-alföldi rétegvizekben mért mikroelemek:

*Fe, Cu, Zn, Mn, B, SO<sub>4</sub>-S*

A vízkultúras termesztés precíziós tápoldatozási igénye és a vízelőkészítés miatt fontos kérdés az öntözővizek természetes mikroelem tartalma, ehhez széles körben terveztem vizsgálni a régió rétegvizeit. A térség 32 településéről származó vízminták kerültek elemzésre, 19 település esetében legalább két alkalommal történt vizsgálat.

### **3.1.2. A vízkultúras üzemi kísérletekhez kapcsolódó oldatok mintavétele**

- A vízkultúras termesztéshez kapcsolódó tápoldatok, táblaoldatok és elfolyó oldatok kémiai vizsgálatai az alábbi összetevőkre terjedtek ki:

*pH, EC, NO<sub>3</sub>-N, P, K, Ca, Mg, Na*

A vizsgált oldatok 9 dél-alföldi vízkultúras zöldségtermesztő üzem (I-IX. jelzésekkel) öntözővizei, valamint az oldott formában lévő tápanyagokat tartalmazó oldatai: a kicsöpögő tápoldatok (továbbiakban tápoldat), táblakivonatok (táblaoldat) és elfolyó oldatok (túlfolyás vagy drénvíz).

Az oldatok mintavételezése a **3.2.** pontban (78. o.) leírtak szerint átlagminta készítésével, a termesztési időszak alatt többször, meghatározott időpontokban történt. Az üzemi oldat vizsgálatokhoz kapcsolódó kísérletekre 2004-ben került sor.

A termesztésben felhasznált öntözővizek elemzése a **3.1.1.** (69. o.) fejezetben rögzített kémiai paraméterekre ugyancsak megtörtént.

### **3.1.3. Analitikai vizsgálati módszerek**

A víz- és oldat elemzések esetében a tápanyagtartalom és a káros ionok jelenléte érdekes, ezért a laboratóriumi vizsgálatok módszertanilag nem térnek el a két mintatípusnál, de egy-egy ion esetében (pl nitrát) akár 10-100-szoros koncentráció különbség is lehet. A minta megfelelő hígításával alkalmazkodhatunk a közvetlenül jól mérhető koncentráció tartományokhoz.

#### **3.1.3.1. A sótartalom (EC) meghatározása**

A mérés azon alapszik, hogy két, egymástól 1 cm-re lévő, 1 cm<sup>2</sup> felületű elektródák között az oldat fajlagos elektromos vezetőképességi értékét határozzuk meg. Azoknál a vizes oldatoknál, amelyek főleg szerves anyagokat tartalmaznak, a fajlagos vezetőképesség közelítő adatnak



tekinthető az ásványi elektrolitok összes koncentrációjára. A víz- és tápoldat elemzéseknél a fajlagos vezetőképességet 20 °C-ra vonatkoztatva adjuk meg.

A fajlagos elektromos vezetőképesség és a pH-érték meghatározására Mettler Toledo MPC-227 típusú kombinált, laboratóriumi digitális készüléken került sor.

### 3.1.3.2. A pH mérése

A pH a víz savasságának vagy lúgosságának fontos mutatója. A definíció szerint  $\text{pH} = -\lg [\text{H}^+]$ . A gyakorlatban a pH meghatározása elektrokémiai elven történik. Az üvegelektrodával történő mérés azon alapszik, hogy egységnyi pH-változás 20 °C hőmérsékleten az elektróda potenciálját 58,1 mV-tal változtatja meg. Az elektród-potenciál és a pH között fennálló lineáris összefüggés határai az üveg anyagától függenek.

Méréseink során napi kalibrációt alkalmaztunk a pH = 4,0 és pH = 9,0 pontokra, emellett a pH = 7,0-t is ellenőriztük. A meghatározás során lényeges a minta hőmérséklete, azonban egyetlen esetben sem volt a 20 °C-tól jelentős az eltérés, ezért korrekciót nem alkalmaztunk.

### 3.1.3.3. Spektrofotometriás módszerek

A fényelnyelésen alapuló analitikai meghatározások Simadzu UV 3101 típusú spektrofotométeren történtek.

#### ➤ Nitrát (NO<sub>3</sub>-N)

A felszíni és felszín alatti vizekben a természetes nitráttartalom rendszerint jelentéktelen. Nagyobb mennyiségű NO<sub>3</sub><sup>-</sup> a felszíni- és talajvizekben szerves eredetű szennyezettségre vagy tápanyag bemosódásra utal. A NO<sub>3</sub><sup>-</sup> növénytáplálási szempontból a legfontosabb nitrogén-forma, ezért a NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-tartalom ismerete fontos a tápláló oldat felvehető N-készletének értékeléséhez. A különböző N-formák könnyebb összehasonlítására a NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-tartalmat elemi N-ben fejezzük ki (NO<sub>3</sub>-N).

Az alkalmazott módszer szerint talajkivonatok és tápoldatok NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-tartalmát meghatározhatjuk erősen savas körülmények között kromotrópsavval (1,8-dihidroxi-naftalin-3,6-diszulfonsav dinátriumsója) képezett sárga színű komplexének  $\lambda=430$  nm-nél mért fényelnyelése alapján (WETTERS & KENNETH, 1970).

#### ➤ Foszfor (P)

A foszfátok foszfortartalmú, többnyire nehezen oldódó ásványokból, vagy szennyvizekből, esetleg szerves anyagok bomlása által kerülnek a vizekbe szerves és szerves vegyületek formájában. Növénytáplálási szempontból a foszfor legfontosabb formája az oldott szervesetlen ortofoszfát ion.

A pH függvényében a szerves ortofoszfát ionok különböző disszociációs formákban jelennek meg: pH = 6-8 tartományban döntően csak a  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  és a  $\text{HPO}_4^{2-}$  a meghatározó forma.

Az ortofoszfátok molibdenát reagenssel erősen savas közegben heteropolisavat képeznek, melyet aszkorbinsavval redukálva, kék elszíneződést kapunk, amit  $\lambda=710$  nm-nél fotometrálna a foszfortartalom meghatározható. A módszer 0,05-50 mg/l  $\text{PO}_4\text{-P}$  tartalomig közvetlenül használható (UPOR et al., 1978).

➤ Vas (Fe)

A vas a felszíni és felszín alatti vizek természetes alkotója, koncentrációja a vízgyűjtő terület geológiai és hidrológiai körülményeitől függ. A víz néhány jellemző tulajdonsága – pH, szabad  $\text{CO}_2$  -tartalom, oldott  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , redoxpotenciál, mikroorganizmusok – játszik szerepet abban, hogy a vízben lévő vas milyen oxidációs állapotú ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ). A növények elvben a  $\text{Fe}^{2+}$  és  $\text{Fe}^{3+}$ -ionokat egyaránt tudnák hasznosítani, azonban pH > 3 tartományban a  $\text{Fe}^{3+}$  nem stabil, kicsapódik, ezért növénytáplálási szempontból a  $\text{Fe}^{2+}$ -tartalom a döntő.

A vasmeghatározás alapelve, hogy a szükség szerint előkezelt víz- vagy tápoldat minta  $\text{Fe}^{2+}$ , illetve  $\text{Fe}^{2+}$ -formába redukálható vastartalma savas közegben 1,10-fenantrolinnal narancsvörös komplexet képez, melynek intenzitása  $\lambda=510$  nm-nél mérve 0,02-3,0 mg/l koncentráció tartományban arányos az összes vastartalommal (FADRUS & MALY, 1975).

➤ Bór (B)

A természetes vizek a geológiai környezettől függően tartalmazznak borát-iont ( $\text{BO}_3^{3-}$ ) is. A meghatározás alapja, hogy puffertolt és maszkírozott közegben a borát-ion azomethin-H reagenssel sárga színű komplexet képez, melynek  $\lambda=414$  nm-nél mérve a fényabszorpcióját, a borát koncentráció közvetlenül meghatározható 0,1-8,0 mg/l B tartományban (UPOR et al., 1978).

### 3.1.3.4. Emissziós módszerek

➤ Nátrium (Na)

A felszíni és felszín alatti vizek nátriumtartalma a geológiai viszonyoktól függ, azonban a nátrium-ionok mennyisége még növekedhet, ha a vízfolyásba házi vagy ipari szennyvíz kerül.

A módszer alapelve, hogy az alkáli- és alkáli földfémek ionjai a lángot az adott ionra jellemző hullámhosszokon színezik. A nátriumra jellemző színképvonal  $\lambda=589$  nm-nél található. A módszerrel közvetlenül 1-100 mg/l  $\text{Na}^+$  -tartalom mérhető.

➤ Kálium (K)

A vizek káliumtartalma is a geológiai viszonyok függvénye, de rendszerint alacsonyabb, mint a nátriumtartalom. A vizek természetes káliumtartalma növekedhet azáltal, hogy a műtrágyázott

területekről bemosódik, vagy szennyvizekkel kerül a befogadóba. A kálium-ionra jellemző színképvonal  $\lambda=770$  nm-nél van, 0,1-50 mg/l  $K^+$ -tartalom közvetlenül meghatározható.

A vizsgálatokhoz OE-85 tip. lángfotométer állt rendelkezésre.

### 3.1.3.5. Atomabszorpciós módszerek

Az atomabszorpciós spektrofotometria módot ad az oldatban lévő ionok közvetlen, a kísérő ionoktól független meghatározására. Az eljárás alapja: a mérendő ionnal azonos anyagi minőségű katódlámpa által emittált, az adott ionra jellemző hullámhosszúságú fényt az acetilén lángba beporlasztott ionok koncentrációjukkal arányos mértékben abszorbeálják. A mérések Unicam Scino 4 készüléken történtek.

Kalcium (Ca), magnézium (Mg), réz (Cu), cink (Zn), mangán (Mn) ionok természetes úton, a geológiai viszonyoktól függő mértékben oldódnak be a vizekbe.

A kalcium és a magnézium meghatározása során a kedvező elnyelési feltételek biztosítása érdekében lantán-kloridos maszkírozást alkalmaztunk.

A réz (Cu) és a cink (Zn) természetes szervesen vegyületei a vizek semleges körüli kémhatása mellett általában gyengén oldódnak, ezért a felszíni és felszín alatti vizekben igen csekély koncentrációban fordulnak elő.

A mangán (Mn) a vízben rendszerint  $Mn^{2+}$ -ion alakjában, oldott formában van jelen, de előfordulhat rosszul oldódó, magasabb oxidációfokú hidroxid formában is. Koncentrációja a felszíni és felszín alatti vizekben a vízgyűjtő medence geológiai viszonyaitól függ.

Valamennyi atomabszorpciós módszerrel meghatározott ion 0,1-5,0 mg/l tartományban közvetlenül mérhető.

### 3.1.3.6. Térfogatos elemzések

#### ➤ Klorid ( $Cl^-$ )

A klorid-ion a legtöbb vízben megtalálható. A természetes úton beoldódó kisebb kloridtartalom mellett nagyobb mennyiség származhat kommunális vagy ipari szennyvizekből.

A klorid-ionokat semleges körüli közegben  $AgNO_3$  mérőoldattal, csapadékos titrálással határozzuk meg, kálium-kromátos indikáció mellett. A módszer közvetlenül 2-400 mg/l kloridtartalom mellett használható.

#### ➤ Hidrokarbonát ( $HCO_3^-$ )

A  $CO_2$  a vizekben általában három formában található: a vízben oldott  $CO_2$  gáz, a disszociált formájú hidrokarbonát- ( $HCO_3^-$ ) és a karbonát-ion ( $CO_3^{2-}$ ).

A CO<sub>2</sub> előfordulási formáinak aránya a víz pH-értékének függvénye. A gyakorlatban a pH = 4,5 a hidrokarbonát forma stabilitásának, a pH = 8,3 pedig a szabad- és karbonát-ion formában kötött CO<sub>2</sub> előfordulási lehetőségének alsó határa.

Természetes vizeknél általában alkáli-földfém ionok tartják az egyensúlyt a gyenge savak anionjaival, leginkább a hidrokarbonáttal. Ezek az alkáli-földfém ionok okozzák a vizek lúgosságát. Ebben az esetben a víz pH < 8,3. Így gyakorlatilag az összes lúgosság azonos a karbonát-keménységgel és megfelel a hidrokarbonát-tartalomnak. Az oldott karbonátok és hidroxidok a pH-értékét 8,3-nál nagyobbra növelik. Az összes lúgosságnak azt a részét, mely meghaladja a pH = 8,3-at, a víz szabad lúgosságának nevezzük.

A lúgosságot úgy határozzuk meg, hogy a vizet erős sav mérőoldattal titráljuk. A pH = 8,3-ig fogyott mérőoldat mennyisége adja a szabad lúgosságot, a pH = 4,5 érték eléréséhez szükséges mennyiség pedig az összes lúgosságot. Mérőoldatként 0,1 N HCl-at alkalmaztunk metil-narancs indikátor mellett.

#### 3.1.3.7. Gravimetriás módszer

##### ➤ Szulfát (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)

A vizek szulfáttartalma a geológiai körülmények mellett a biológiai hatások függvénye. A szulfáttartalom a befogadóiban megemelkedhet szennyvizek és szervesetlen kénvegyületek oxidálódásának hatására. A bárium-szulfát (BaSO<sub>4</sub>) kismértékű oldhatósága ( $L_{20} = 1,98 \cdot 10^{-10}$ ) enyhén savanyú közegben lehetővé teszi a szulfát-ionok közvetlen tömeg szerinti meghatározását 20-100 mg/l SO<sub>4</sub>-S tartalom mellett.

A laboratóriumi vizsgálati módszereket és méréstartományokat a 15. Táblázat foglalja össze:

## 15. Táblázat.

### Az öntözővíz és tápoldat vizsgálatok során alkalmazott mérési módszerek áttekintése

Módszer	Mérendő tulajdonság	Megjegyzés	Várható tartomány
Potenciometria	pH	Ionarányoktól függő minőségi mutató	V: 6,7-7,5 T: 5,5-7,0
Fajlagos elektromos vezetőképesség	G	Sótartalom mennyiségi mutatója	V: 0,3-1,0 mS/cm T: 2-6 mS/cm
Spektrofotometria	Nitrát ( $\text{NO}_3^-$ -N)	Sárga színű komplex vegyületben $\lambda=430$ nm	V: 0 – 10 mg/l T: 200-350 mg/l
	Foszfor (P)	Kék színű polisav $\lambda = 710$ nm	V: 0-5 mg/l T: 30-100 mg/l
	Vas (Fe)	Narancsvörös komplex $\lambda= 510$ nm	V: 0-0,5 mg/l T: 0,3-1,0 mg/l
	Bór (B)	Sárga színű komplex $\lambda = 414$ nm	V: 0-0,2 mg/l T: 0,2-0,5 mg/l
Lángfotometria	Nátrium (Na)	$\lambda = 589$ nm	V: 10- 80 mg/l T: 10-80 mg/l
	Kálium (K)	$\lambda = 770$ nm	V: 0-10 mg/l T: 250-450 mg/l
Atomabszorpció	Kalcium (Ca)	$\lambda = 422,7$ nm	V: 20-70 mg/l T: 180-350 mg/l
	Magnézium (Mg)	$\lambda = 285,2$ nm	V: 10-40 mg/l T: 60-120 mg/l
	Réz (Cu)	$\lambda = 324,7$ nm	V: 0-01 mg/l T: 0,1-0,4 mg/l
	Cink (Zn)	$\lambda = 213,9$ nm	V: 0-0,2 mg/l T: 0,2-0,6 mg/l
	Mangán (Mn)	$\lambda = 279,5$ nm	V: 0-0,5 mg/l T: 0,2-0,8 mg/l
Térfogatos elemzés	Klorid ( $\text{Cl}^-$ )	Argentometria $\text{AgNO}_3$ mérőoldat	V: 5-50 mg/l T: 10-30 mg/l
	Hidrokarbonát ( $\text{HCO}_3^-$ )	Neutralizáció pH = 4,5 HCl mérőoldat	V: 150-450 T: 70-200 mg/l
Gravimetria	Szulfát ( $\text{SO}_4^{2-}$ )	$\text{BaCl}_2$ –os lecsapás	V: 0-30 mg/l T: 40-100 mg/l

**V: Öntözővíz; T: Tápoldat (Táblaoldat, Túlfolyás)**

### 3.1.4. A laboratóriumi vizsgálati eredmények értékelése

A vízkémiai eredményeket a GÖHLER & DREWS (1989) által javasolt (2. Táblázat) besorolás szerint értékeltem. A vizek mikroelem tartalmát De KREIJ et al. (1997) által megadott élettani igények alapján minősítettem (10. Táblázat). A csöpögtető rendszer vas- és mangán okozta eltömődésének esélyét a NAKAYAMA (1991) által kialakított határértékek szerint vettem figyelembe (9. Táblázat).

Az egyes rétegvizekből a makro- és mezoelemekre kiterjedő tápoldat összeállítás SONNEVELD & De KREIJ (1987) ajánlott standard receptúrája alapján történt (4., 5., 6. Táblázat).

### 3.2. A túlfolyás ökológiai szempontú értékelése

A kísérletbe a három fő hajtattott zöldségfajta (paprika, paradicsom, uborka) növényenként 3-3, összesen 9 dél-alföldi termesztő üzemet vontunk be I-IX. jelzésekkel:

*Paprika (Capsicum annuum L.) I., II. és III. jelű üzemek,*

*Paradicsom (Lycopersicon esculentum MILL.) IV., V. és VI. jelű üzemek,*

*Uborka (Cucumis sativus L.) VII., VIII. és IX. jelű üzemek.*

Az üzemi kísérletek legfontosabb termesztési adatai a 16. Táblázatban kerültek összefoglalásra.

## 16. Táblázat.

### A dél-alföldi üzemi kísérletek legfontosabb termesztési adatai 2004-ben

Üzem jelzése	Termesztő felület m <sup>2</sup>	Tőszám/ m <sup>2</sup>	Fajta	Ültetés ideje	Öntözés vezérlés *	Öntözővíz forrás	Átlagos túlfolyási arány (D%)**
<b>Paprika</b>							
I.	4000	4,10	Hó F1	2003.12.01.	K	Rétegvíz	35-39
II.	4000	3,70	Hó F1	2004.02.20.	K	Rétegvíz	28-32
III.	1220	6,39	Keceli csüngő	2003.12.30.	K	Rétegvíz	26-30
<b>Paradicsom</b>							
IV.	5000	2,50	Pedrico és Durinta	2004. 01.04.	I	Rétegvíz	30-34
V.	11500	2,52	Durinta	2003.11.03.	K	Rétegvíz	25-29
VI.	9600	2,47	Profilo	2004.04.23.	I	Rétegvíz	20-26
<b>Uborka</b>							
VII.	828	1,48	Suprami	2004.02.20.	K	Sótalanított víz	18-22
VIII.	8000	1,50	Pedroso F1	2004.01.15.	I	Vezetékes ivóvíz	34-38
IX.	2800	1,54	Pedroso F1	2004.01.20.	I	Vezetékes ivóvíz	31-35

\* K: Klímavezérelt öntözés; I: Időkapcsoló vezérelt öntözés

\*\* Átlagos üzemi körülmények között, a termesztők közlése alapján

Az üzemi a kísérletekben valamennyi makro- és mezoelemet pótló műtrágya mennyisége és a savfelhasználás, ezen kívül minőségtől függetlenül a teljes termésmennyiség feljegyzésre került.

Valamennyi üzemben kőzetgyapoton, A-B és savtartályos tápoldatozó rendszerrel, kizárólag tápoldat formájában, csepegtető öntözéssel történt a növénytáplálás. A kísérlet indításakor a termesztő táblákat már feltöltötték tápanyaggal. A termesztő berendezések nyitott rendszerűek, vagyis a túlfolyás elhagyja a rendszert.

A vizsgált időszakban (2004. március - 2004. november) minden hónapban egy alkalommal, azonos időpontban, minden beültetett üzemben mintát vettek a tápoldatból, a táblaoldatból (5 különböző pontmintából készült az átlagminta) és az elfolyó oldatból. A mintavételezés minden esetben a fotoszintézis legintenzívebb időszakában, déli 11-14 óra között zajlott. A mintavételezési rend a beültetés idejétől függően üzemenként eltérően alakult (17. Táblázat).

A termesztők által begyűjtött oldat mintákból a 3.1.2. fejezetben (71. o.) közölt kémiai paraméterekre megtörténtek a vizsgálatok.

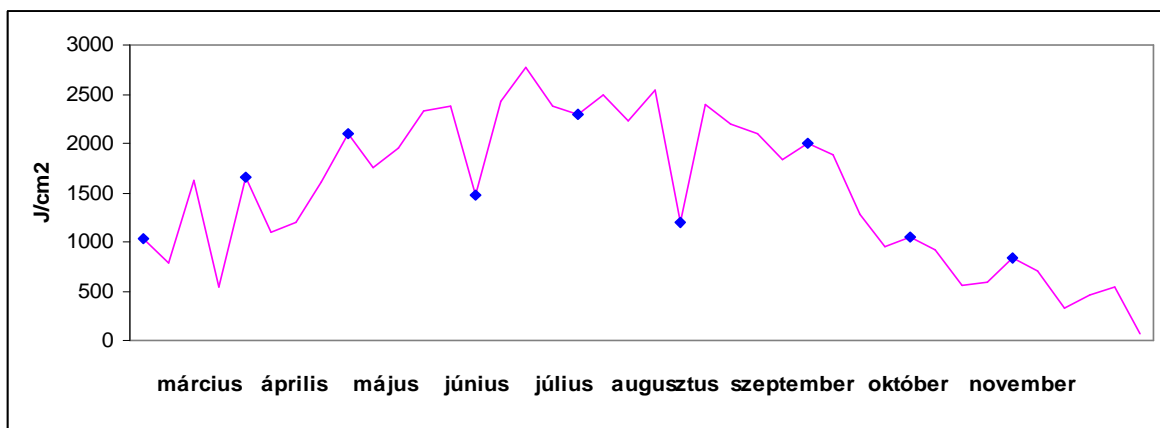
### 17. Táblázat.

#### A dél-alföldi vízkultúras kísérletek mintavételezési rendszere 2004-ben

Mintavétel dátuma	Paprika			Paradicsom			Uborka		
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
2004. 03. 06.	•			•	•		•	•	•
2004. 04. 03.	•	•		•	•		•	•	•
2004. 05. 02.	•	•	•	•	•		•	•	•
2004. 06. 04.	•	•	•	•	•		•		
2004. 07. 03.	•	•	•	•	•	•			
2004. 08. 02.	•	•	•	•	•				
2004. 09. 04.	•	•	•	•		•			
2004. 10. 02.		•	•	•	•	•			
2004. 11. 05.		•				•			

• jelöli az adott üzem aktuális havi mintavételezését

Az üzemi kísérletek alatt a besugárzási viszonyok a következők szerint alakultak (14. Ábra).



**14. Ábra. A globálisugárzás alakulása Szegeden 2004. március-november között  
a dél-alföldi üzemi kísérletek alatt**  
(OMSZ Dél-Magyarországi Regionális Központ adatszolgáltatása alapján)  
(a jelölt pontokban történt a mintavételezés)



### 3.3. Alkalmazott statisztikai és matematikai módszerek

#### ➤ Öntözővíz eredmények feldolgozása

Egy-egy település kiválasztott rétegvizének vizsgálatával lehetőség nyílik a statisztikai elemzésre is. A szórásvizsgálat után kiszámításra került a variációs koefficiens (CV) és megállapíthatók a 95 % -os valószínűségi szintű konfidencia határok.

Ezzel 95 %-os valószínűséggel kijelölhetők a vizsgált településeken az adott rétegből nyerhető vizek kémiai határértékei. A tápoldat összeállítás során azonban minden vizsgált kémiai jellemző esetében a 95 %-os szinthez tartozó maximális értékeket vettem figyelembe, mert ezzel az adott rétegből nyerhető legkedvezőtlenebb összetételt modellezhettem.

#### ➤ Tápoldat vizsgálatok

A tápoldat vizsgálatok során nyert nagyszámú adatsor feldolgozása előtt az azonos növényi fajt termesztő üzemek azonos időpontban vett azonos típusú mintáinak átlageredményei kerültek feldolgozásra, a könnyebb áttekinthetőség miatt.

#### ➤ EC-értékek standardizálása

A tápelem arányok összehasonlíthatósága érdekében minden oldat EC-értékét egyenes arányosság szerint átszámítottam  $EC = 3 \text{ mS/cm}$ -re. Az üzemi kísérletek feldolgozása során keresem azokat a szabályszerűségeket, tendenciákat, melyek a termesztő berendezésből kilépő túlfolyás összetételbeli változását jellemzik a tápoldat összetételéhez viszonyítva a tenyészidőszak folyamán.

#### ➤ A tápanyagok hasznosulásának kérdése

Az üzemi kísérletekben a termesztési érdekek élvezték az elsőbbséget, ezért az Anyag és módszer c. fejezetben közölt adatokon túl további információk nem állnak rendelkezésemre. A túlfolyással távozó tápanyagok mennyiségét nagyobb biztonsággal lehetne megállapítani, ha a túlfolyás térfogatának mérésére lett volna lehetőség. Ennek hiányában csak kalkulációs módszert alkalmazhatok, amit egy „vízmérleg” felállítással tervezek megalapozni. A számítások alapja az, hogy ha a kísérleti időszakban a teljes felhasznált tápanyag mennyiségét ismerjük és a laboratóriumi vizsgálatok által megtudjuk az átlagos tápanyag koncentrációt, akkor a tápoldat térfogata megállapítható. A termesztők közlése alapján az átlagos drén arány ismert, ezáltal a drén térfogata kiszámítható. A túlfolyásban az egyes tápelemek átlagos koncentrációját figyelembe véve, a távozó tápanyag mennyiség kiszámítható, ezzel a tápanyagok hasznosulása megbecsülhető.

A számítási lépések a *15. mellékletben* közöltek szerint követhetők.

#### ➤ Számítógépes háttér

A statisztikai elemzéshez és a vizsgálati eredmények grafikus megjelenítéséhez a Microsoft Office 2003 Professional számítógépes program került felhasználásra.

## 4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELES

### 4.1. Az öntözővíz vizsgálatok eredményei

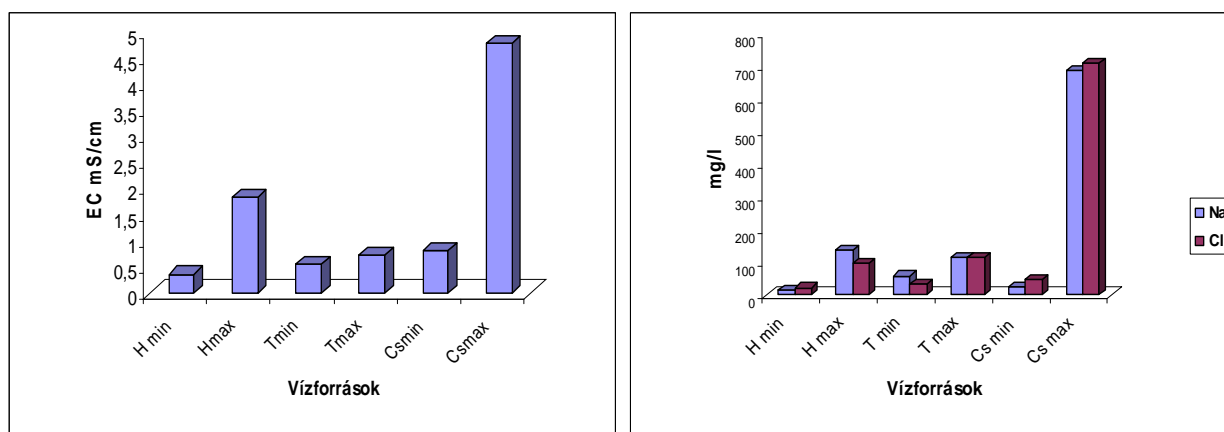
A vízkémiai eredmények megteremtik a lehetőséget egy-egy vízforrás vízkultúrák alkalmazásának értékeléséhez. A következőkben eszerint veszem sorra a dél-alföldi vízminták vizsgálati eredményeit.

#### 4.1.1. Felszíni vizek

Az alföldi felszíni vizek minősége, az összetételt befolyásoló természetes és mesterséges körülmények számba vétele, a változások monitorozása egy komplex tanulmány témája lehet.

Jelen esetben a teljesség igénye nélkül néhány vízanalízis eredményt mutatok be (8. melléklet), mely alapján a vízkultúrák öntözés lehetőségei és korlátai kijelölhetők.

Az elemzett vízminták Szarvas környékéről kerültek ki. A mintavétel során a helyi adottságok figyelembe vételével folyóvizet nem, ehelyett holtágak, felszíni tározók és kettős hasznosítású csatornák vizét használtam fel. A vizsgálati eredményekben jelentős eltérések adódtak (15. Ábra).



15. Ábra. Különböző felszíni vízforrások legkisebb (min) és legnagyobb (max) sóértékei

H: Holtág; T: Tározó; Cs: Csatorna

#### ➤ Holtágak

A legkisebb sótartalmat és igen kedvező összetételt kaptam a két esetben vizsgált (4., 5.) Körös-holtág vizében. Ez adódik abból az előnyös helyzetből, hogy a holtág vize állandó kapcsolatban áll a folyóvízzel (Hármas-Körös), gyakori vízmozgás és átöblítés jellemzi ezt a medret. Ha van is tápanyag bemosódás, az viszonylag gyorsan hígul, a betöményedésnek kicsi a valószínűsége. Jelen eredmények alapján mindkét vízminta a vízkultúrák felhasználás „kiváló” feltételeit kielégíti. A fenti vízminőségi besorolás megfelel FILEP (1999) méréseinek.

Vannak azonban olyan holtágak is (2. Öcsöd), melyek vize gyakorlatilag (technikai, gazdasági okok miatt) nem újítható meg folyóvízből, ráadásul a település közelsége szennyvíz bevezetés által tovább növeli a sóterhelést. Itt a jelentős nitráttartalom mellett megjelenő magasabb kalcium-magnézium-koncentráció, valamint a káros ionok határértéket meghaladó tartalma csak a „kevésbé alkalmas” besorolást engedi meg.

➤ Tározók

Lehetőség van felszíni tározók vizéből is öntözni, mint arra Fábiánsebestyénen (6) és Gyomaendrődön (7., 8.) láthatunk példákat. A felszíni tározók vize a lokális szennyezéseknek szintén kitett vízforrás; erre utal a magasabb kloridtartalom (7., 8.), valamint a csekély, de jelzésértékű nitrát-koncentráció (6., 8.). Mindhárom tározó vizében az alacsony sótartalom ellenére magasabb értékkel van jelen a nátrium, ami a magasabb pH-értéket (8,07-8,34) is magyarázza.

➤ Csatornák

A kettős hasznosítású csatornák vize gyakran könnyebben elérhető öntözési célból, mint a folyóvíz. Ezek minőségére néhány eseti vizsgálat történt (9. Kistelek, 10. Medgyesegyháza, 11. Szentés, 12.,13. Öcsöd). A fajlagos vezetőképesség 0,82-4,78 mS/cm között változott. Ugyancsak széles intervallumban mozgott a káros ion tartalom is. Viszonylag kedvezően alakult az öcsödi csatorna vizében (12., 13.), melyet indokolhat a vizsgált időszak szokatlanul csapadékos időjárása, vízbősége és az ebből adódó hígulás. Ezek után is csak a „megfelelő” csoportba sorolhatók az utóbbi vizek.

A többi csatornavíz minta tápanyag-bemosódásra (nitrát) valamint szennyvízterhelésre utaló jegyeket hordozott, a szakirodalmi utalásoknak megfelelően (CSONGRÁD, 2000). Rendkívül magas sótartalom mutatkozott a medgyesegyházi mintában (10.), ami elsősorban nem tápanyag eredetű, inkább NaCl-dal terhelt, szennyezett víz.

➤ Időbeli változások

A folyamatos természet szempontjából célszerű azt is megvizsgálni, hogy azonos mintavételi helyről eltérő időszakban elvégezve a vizsgálatokat, vannak-e jelentős változások?

A gyomaendrődi Peresi-holtág (1., 3.), a gyomaendrődi tározó (7., 8.), a szarvasi Körös-holtág (4., 5.) és az öcsödi belvíz csatorna (12., 13.) vízmintái adnak erre lehetőséget.

Megállapítható, hogy a fenti vízminták jellegükben többnyire nem változtak, mindkét mintavétel után azonos alkalmassági csoportba sorolhatók. Kivételt képez ez alól a gyomaendrődi tározó vize (7., 8.), mely 2002. májusában a „kevésbé alkalmas” osztályba sorolható, 2002. novemberében azonban lényegesen jobb paraméterekkel rendelkezett. Tehát ennek a vízforrásnak a vize sem stabil, valószínűsíthetően a csapadék-párolgási viszonyok erőteljesen befolyásolják.

➤ Vízkultúras alkalmasság

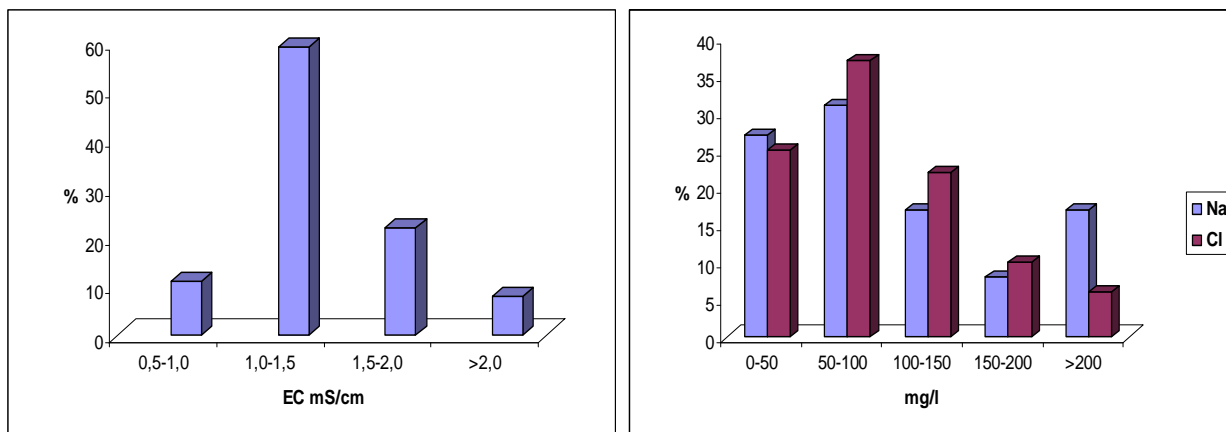
A mérési adatokat megvizsgálva a vízkultúras termesztéshez megadott határértékek alapján megállapítható, hogy „kiváló” minősítés csak a folyóvízzel rendszeresen táplált Körös-holtág vizének (4., 5.) adható. „Megfelelő” kategóriába sorolható a gyomaendrői tározó (8.) és az öcsödi belvív csatorna vize (12., 13.). „Kevésbé megfelelő”-nek ítéltam a másik két tározó (6. Fábiánsebestyén, 7. Gyomaendrőd) vizét, továbbá Gyomaendrődön a Peresi-holtág két vízmintáját (1., 3.), Öcsödön a Körös-holtágból (2.) valamint a kisteleki belvívcsatornából (9.) származó mintákat. Egyáltalán „nem alkalmas” víznek bizonyult a medgyesegyházi öntözőcsatorna vize (10.).

*Összességében a felszíni vizek alkalmasságát a folyóvízzel fennálló kapcsolat határozza meg: minél élénkebb a vízcserre, annál kedvezőbb és állandóbb az összetétel. A csekély vízforgalmú vizekben jelentős sófelhalmozódásra, tápanyag bemosódásra és szennyvíz terhelésre számíthatunk, ami ezeknek a forrásoknak az időbeli változékonyságát okozza, emiatt használatuk vízkultúrában nem biztonságos.*

#### 4.1.2. Talajvizek

A Dél-Alföld 3 megyéjéből begyűjtött talajvizek valamennyi vizsgált tulajdonsága széles tartományban változott (9. melléklet).

➤ Sótartalom, káros ionok



**16. Ábra. Talajvizek %-os megoszlása só-, valamint nátrium- és kloridtartalom alapján**

Az EC 0,79-4,2 mS/cm között alakult (16. Ábra). A minták közel 2/3 részénél a fajlagos vezetőképesség 1,0-1,5 mS/cm tartományba esett, ami közelítőleg 700-1000 mg/l oldott sótartalomnak felel meg.

A nátrium-, klorid- és hidrokarbonát ionokat vízkultúras termesztésben az alkalmasságot alapjaiban meghatározó alkotóként tartjuk számon.

Mindhárom ion koncentrációja széles határok között mozog. A nátrium 9-517,5 mg/l, a klorid 12-488,1 mg/l, a hidrokarbonát 170,3-1448,5 mg/l közötti értékekkel fordul elő. A nátrium és a klorid a vizek természetes alkotója, de a koncentrációt a geológiai-hidrológiai viszonyok mellett mesterséges folyamatok (szennyeződések: kommunális szennyvizek, trágyaanyagok) lényegesen befolyásolják.

A hidrokarbonát szintén természetes módon fordul elő a vizekben, azonban nagy nátrium-tartalom mellett a pH lúgos tartományba való elmozdulását segíti lúgos hidrolízis által. Emiatt a vizsgált vizekben többnyire a pH = 7-8 között mérhető.

Mivel ezekben a vizekben a kloridtartalom is gyakran magas, ez is befolyásolja a pH-t (kissé csökkenti), továbbá az esetlegesen előforduló, de itt nem vizsgált szulfáttartalom is, ezért előfordul, hogy a nagy hidrokarbonát-tartalom ellenére a pH alig haladja meg a 7-es értéket. Így a pH-t minőségi mutatóként érdemes kezelni, a víz minősítésénél az egyes ionok aktuális koncentrációját érdemes megvizsgálni, mert a pH csak a víz jellegéről tájékoztat. Megerősíti ezt az a néhány vízminta is, melynél a pH nagyobb 8-nál (14., 21., 25., 59., 72.). Itt megfigyelhetjük, hogy a megemelkedett pH miatt a kalcium és a magnézium már nagyrészt kicsapódott, ezért a sótartalom nem túlzottan magas, azonban a kationok között a nátrium a domináns.

#### ➤ Tápanyagtartalom

A vizsgált vízminták több mint felénél mérhető mennyiségben volt jelen nitrát-ion, ami a felszín alatti vizeknek nem természetes alkotója. A talajbeli rossz adszorpciós képessége adhat magyarázatot a talajvizek nitráttartalmára. A nitrát kiugróan magas koncentrációja (70-199 mg/l) néhány esetben (Medgyesegyháza, Balástya, Zákányszék, Tömörkény, Domaszék, Kistelek) megközelíti, vagy eléri a tápoldatok szokásos nitráttartalmát. A nitrát-ion kimosódása főleg a rossz vagy túlzott műtrágyázási gyakorlat következménye, kisebb mértékben származhat szerves anyagok ásványosodási folyamataiból.

A nagy nitráttartalmú talajvizekben gyakori kísérő még a kálium- és a kalcium-ion is nagyobb koncentrációban. Természetes vizekben a kálium hazai viszonyok között csupán kis koncentrációban, egyes talajvizekben azonban kiugróan nagymértékben (50-140 mg/l), nagyságrenddel az átlagos érték fölött fordul elő (Cserkeszölő, Tömörkény, Kistelek), ami valószínűleg tápanyag eredetű.

A kalcium a könnyen kilúgozódó ionok közé sorolható, ez magyarázhatja a nagy nitráttartalmú vizek magasabb kalciumtartalmát is (Medgyesegyháza, Balástya, Domaszék, Tömörkény, Zákányszék, Cserkeszölő, Kistelek). Kedvező esetben az öntözővíz kalciumtartalma meghaladja a magnézium-tartalmat (mgeé-ben számolva).

Talajon természetesen a kalcium és magnézium ionok arányát a Mg % fejezi ki, ez a mutatója a kolloidok felületén végbemenő magnézium-adszorpció lehetőségének. Talaj nélküli természetesen

ioncsere-adszorpcióról gyakorlatilag nem beszélhetünk, de a túlzottan nagy magnéziumtartalom mégsem előnyös, mert korlátozója lehet a jó tápelem arányok kialakításának a tápoldatban. Ilyen példákat találunk néhány vízmintában (Üllés, Domaszék, Kistelek, Mórahalom, Nagyszénás, Medgyesegyháza).

A talajvizek több mint fele kis mennyiségben foszfátot is tartalmaz (0,1-2,4 mg/l). Ez a tápoldat összeállításban semmilyen zavart nem okoz, de feltételezhetően ez is műtrágya eredetű. A foszfát sokkal kevésbé mozgékony, mint a nitrát-ion, ezen kívül pH > 7 tartományban nagy a kicsapódás esélye, így a talajvizekben csak kis koncentrációban fordul elő oldott állapotban.

A talajvizek vegyi jellegére vonatkozó változatos kép rajzolódik ki RÓNAI (1961) és KUTI (1999) eredményeit alátámasztva, de a természetes kémiai összetételt jelentősen módosító mesterséges szennyezéseknek (településenként ugyan változó mértékben) mára már felértékelődött a szerepe, LETTERNÉ (1998) és GAYER & LIGETVÁRI (2006) kutatásait igazolva.

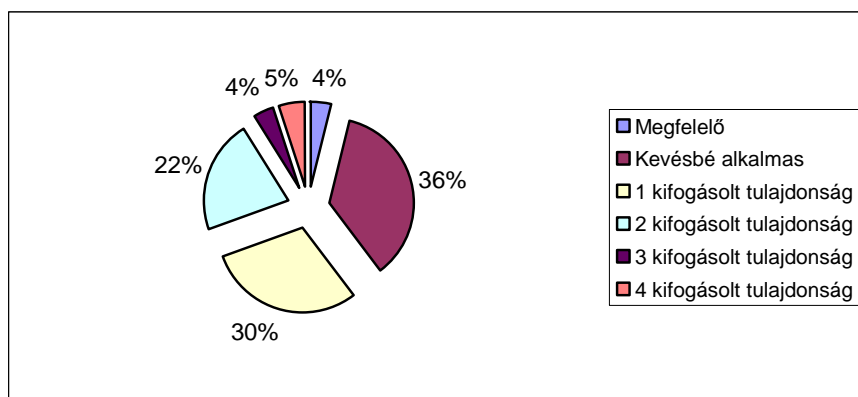
➤ Tér- és időbeli változások

Érdemes összehasonlítani az azonos településről származó mintákat is. Több olyan település szerepel a sorban, melynek különböző pontjairól hasonló időszakban (pl. Nagyszénás), vagy azonos pontjáról különböző időszakokban (pl. Orosháza) került vízminta vizsgálat alá.

Mindkét esetben megállapítható, hogy azonos településen is kaphatunk jelentősen eltérő eredményesort. Ennek több oka lehet, pl.: az eltérő hidrológiai viszonyok, pontszerű szennyezés, más-más áramlási körülmények, a talajvíz horizontális-vertikális mozgása stb. Ezért minden esetben csak az analízis adhat pontos felvilágosítást a vízminőségről. Az időszakos változások megerősítik azt a tényt, hogy a talajvíz összetétel változékonysága miatt állandó összetételre nem számíthatunk; ha fontos számunkra a pontos összetétel ismerete, akkor rendszeres vizsgálatra van szükség.

➤ Vízkultúrás alkalmasság

A talajvizek vízkultúrás alkalmasságát a GÖHLER & DREWS (1989) által megadott határértékek (2. Táblázat) segítségével a sótartalom és ez utóbbi három kritikus ion-tartalom alapján vizsgáltam (17. ábra).



**17. Ábra. Talajvizek vízkultúras alkalmassága só-, nátrium-, klorid- és hidrokarbonát-tartalom alapján**

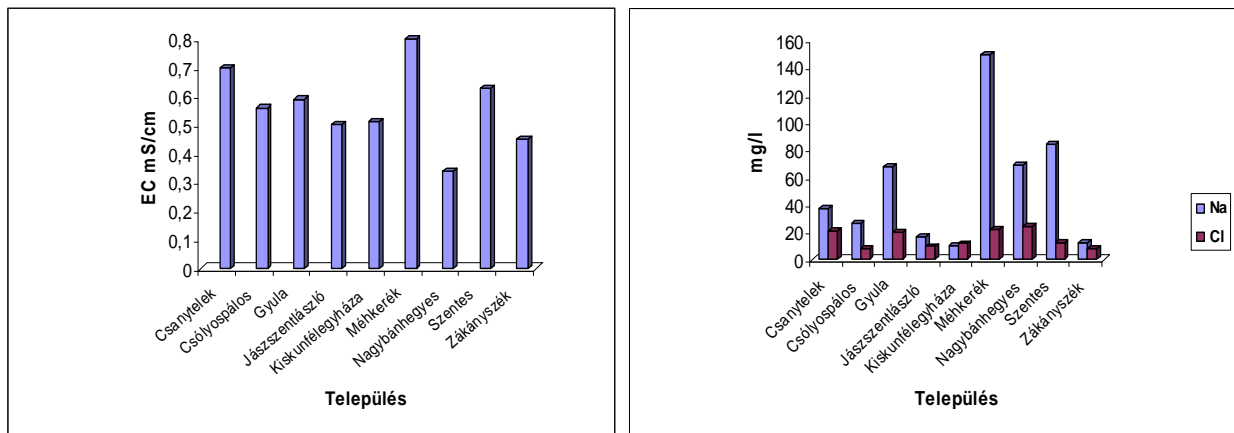
„Kiválóan” alkalmas víz egyáltalán nem fordult elő a vizsgált sorozatban, a „megfelelő” kategóriába is mindössze 3 vízminta került (7. Balástya, 18. Csongrád, 80. Zákányszék). A „kevésbé alkalmas” csoportba a vizsgált minták 36 %-a (29 db) sorolható, a fent maradó 49 db vízminta csak a „nem alkalmas” kategóriába illeszthető. Ebben a csoportban is csak a vízminták felénél (24 db) adódott 1 kifogásolható tulajdonság, a többinél legalább 2, de 4 db minta esetében (15. Cserkeszőlő, 45. Medgyesegyháza, 47; 48. Méhkerék) valamennyi határértékhez kötött tulajdonság kifogásolható.

*A vizsgált településeken a talajvizek minőségét lényegében a túlzott műtrágya felhasználás és a kommunális szennyvizek bejutása rontotta le. A talajvizek tér- és időbeli változatossága miatt az összetételre semmiféle prognózis nem készíthető. Vízkultúras alkalmasságukat gyakran egyszerre több határérték feletti mutató is korlátozza.*

#### **4.1.3. Rétegvizek**

A kiválasztott települések vízelemzési eredményeit, az átlagértékeket és a 95 %-os valószínűségi szintű konfidencia határokat a 10. melléklet mutatja be.

➤ Sótartalom, káros ionok



**18. Ábra. Rétegvizek só-, nátrium- és kloridtartalmának alakulása 9 dél-alföldi településen**

Az anionokat megvizsgálva kloridion mindösszesen 7,7-24,7 mg/l között mérhető, a meghatározó anion mindegyik esetben a hidrokarbonát. Koncentrációját (198,3-658,1 mg/l) lényegében a sótartalom határozza meg: a hidrokarbonát-tartalom a sótartalommal együtt emelkedik.

Kationok tekintetében változatosabb kép rajzolódik ki: ahogyan csökken a kalciumtartalom, úgy emelkedik a nátrium aránya, illetve ahol már magas koncentrációban van jelen a nátrium, ott a magnézium is kisebb értékkel fordul elő, feltehetően a kicsapódás miatt.

A növekvő nátriumtartalom (11,0-162,7 mg/l) megváltoztatja a víz kémiai jellegét is: öntözési szempontból a kalcium-magnéziumos vizek az előnyösek, azonban Szentesen és a 3 Békés-megyei településen a nátrium aránya annyira megemelkedik, hogy a víz jellege is megváltozik (18. Táblázat). Gyulán és Szentesen a nátrium a 2. legnagyobb arányú kation, Méhkeréken már a kalciumot is megelőzi az aránya, Nagybánhegyesen pedig kizárólagos a kationok között. A nátrium előretörésében a külső szennyeződést kizárhatjuk, mert akkor a klorid- valamint a nitrát-ion is kísérné, és mindenképpen nagyobb sótartalom mellett jelenne meg. A szennyezésre utaló jegyek elmaradtak, így csak a természetes hidrogeológiai folyamatok adhatnak magyarázatot erre.



## 18. Táblázat.

A vizsgált rétegvizek osztályozása a bennük oldott sók milyensége szerint, a várható értékek alapján

Település	Kationok	Anionok	SAR-érték
Csanytelek	Kalcium-magnéziumos	Hidrokarbonátos	0,91
Csólóspálos	Kalcium-magnéziumos	Hidrokarbonátos	0,68
Gyula	Kalcium-nátriumos	Hidrokarbonátos	2,05
Jászszentlászló	Kalcium-magnéziumos	Hidrokarbonátos	0,42
Kiskunfélegyháza	Kalcium-magnéziumos	Hidrokarbonátos	0,20
Méhkerék	Nátrium-kalciumos	Hidrokarbonátos	5,06
Nagybánhegyes	Nátriumos	Hidrokarbonátos	4,30
Szentes	Kalcium-nátriumos	Hidrokarbonátos	2,55
Zákányszék	Kalcium-magnéziumos	Hidrokarbonátos	0,33

A víz kémiai jellegváltozása a felszín alatti regionális áramlási rendszerekkel értelmezhető. A kalcium-magnéziumos vizek a homokhátság beszivárgási területeiről származnak, majd kelet felé haladva, egyre inkább elérjük az Alföld mély, agyagos területeit, ahol a feláramlás jellemző. A felszín alatti vízmozgás során a víztartó rétegek ásványi anyagai befolyásolják és módosítják az összetételt: ez leglátványosabban a víz folyamatos lágyulásában nyilvánul meg.

A SAR-értékek is alátámasztják a vizek kation szerinti besorolását: a kalcium-magnéziumos vizeknél  $SAR < 1,0$ ; a nátrium arányának emelkedésével a SAR-érték is nő.

A rétegvizek alapvetően kétféle (nátrium-hidrogénkarbonátos, ill. kalcium-magnézium-hidrogénkarbonátos) jellege (RÓNAI; 1985) megerősítést nyert, de a vizek állandó összetételére nem számíthatunk a felszín alatti lokális és regionális áramlási rendszerek miatt (ERDÉLYI & GÁLFY; 1988), ez azonban a modell településeken nem azonos mértékben érintette a vizsgált rétegvizek összetételét.

### ➤ Tápanyagtartalom

Nitráttartalmat csak nyomokban és nem is mindegyik településen találtam. Egyáltalán nem volt nitrát mérhető mennyiségben Csólóspáloson, Gyulán és Nagybánhegyesen. A többi településen is 0,1-1,8 mg/l közötti nitrát-koncentráció adódott, ami tápoldatozási szempontból ugyan közömbös, inkább a rétegvizekben megjelenő szennyezés lehetőségére mutat.

A foszfor- és káliumtartalom a várakozásoknak megfelelően alacsony szinten alakult.

➤ Tér- és időbeli változások

A rétegvíz minőség prognózisa szempontjából érdekes, hogy a konfidencia határok mekkora intervallumot jelölnek ki egy-egy településen. Vannak olyan települések, ahol a vizsgált paraméterek szűk tartományban mozognak (pl. Csólyospálos, Jászszentlászló, Kiskunfélegyháza) és olyanra is találunk példát, hogy tágabb határokat jelölnek ki (pl. Csanytelek, Szentes). Ez utóbbiaknál az adatok nagyobb szórását a lokális áramlási sajátosságok befolyásolhatják. A szűkebb határok között mozgó eredményekre könnyebb előrejelzést adni, a ritkábban végzett vízvizsgálat is elfogadható garanciát ad.

➤ Vízkultúras alkalmasság

Ha csak a nátriumtartalom alapján végezzük el a vízkultúras alkalmasság szerinti besorolást, a következő csoportokat különíthetjük el:

**19. Táblázat.**

**Rétegvizek vízkultúras alkalmassága nátriumtartalom alapján**

(zárójelben a SAR-érték)

<b>Kiváló</b>	<b>Megfelelő</b>	<b>Kevésbé alkalmas</b>	<b>Alkalmatlan</b>
Csólyospálos (0,68)	Csanytelek (0,91)	Szentes (2,55)	Méhkerék (5,06)
Jászszentlászló (0,42)	Gyula (2,05)		
Kiskunfélegyháza (0,20)	Nagybánhegyes (4,30)		
Zákányszék (0,33)			

Mint látható (19. Táblázat), a fenti osztályba sorolás nem teljesen felel meg a növekvő SAR-érték szerinti sorrendnek. Ennek oka, hogy a besorolás abszolút nátriumtartalom alapján történt, a SAR-érték pedig relatív nátrium arányt fejez ki.

Ha a kémiai jellegén túl a vízkultúras alkalmasság további feltételeit is megvizsgáljuk a GÖHLER & DREWS (1989) által közölt határértékek alapján (2. Táblázat), egyáltalán nem találunk „kiváló” vizet ebben a sorozatban. Legjobban a zákányszéki víz közelíti meg, de itt is a hidrokarbonát értéke kissé magas. Az EC <0,5 mS/cm érték túlzottan szigorúnak tűnik, a zákányszéki víz mellett csak a nagybánhegyesi tartozik ide. Sótartalom szerint a többi víz besorolható lenne a „megfelelő” kategóriába, de az összetétel alaposabb vizsgálata után a hidrokarbonát minden esetben kifogásolható, ezen túlmenően Méhkeréken a nátrium extrém magas, Szentesen meghaladja a „megfelelő” minősítés felső határát, valamint Gyulán és Nagybánhegyesen a felső határérték közelében mozog.

Összegezve megállapítható, hogy abszolút értelemben „kiválóan alkalmas” vizet nem találtam, minden paraméterében „megfelelő”-nek bizonyult a zákányszéki és a nagybánhegyesi víz, a többi legalább egy mutatóban kifogásolható, ezért csak a „kevésbé alkalmas” csoportba tartozónak

tekinthető. Meg kell azonban azt is jegyezni, hogy a kalcium-magnéziumos vizek minden esetben csak a hidrokarbonát-tartalomban haladják meg az ideális összetételt, míg a lágyabb vizekben a nátrium is kedvezőtlenül magasnak bizonyult a „kiváló” besoroláshoz.

*Lényegében a rétegvizek hosszabb távon is jól előre jelezhető összetétellel rendelkeznek. Kémiai sajátosságukat a hidrogeológiai viszonyok határozzák meg: a beszivárgási területek keményebb vizei jól elkülöníthetők a feláramlási területek lágyabb vizeitől. A keményebb vizekben csak a hidrokarbonát-tartalom korlátozó, a lágyabb vizekben a nátriumtartalom is előnytelen a vízkultúrás felhasználáshoz.*

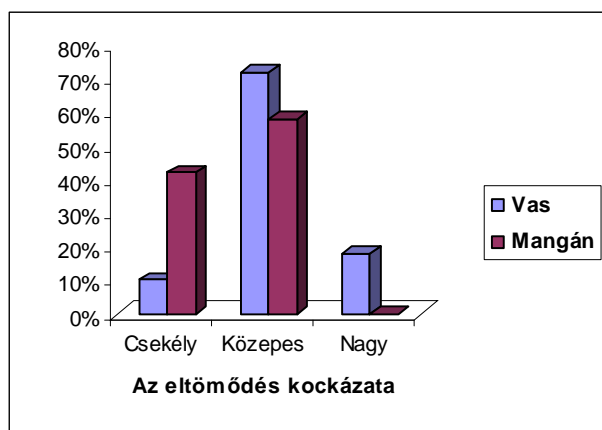
#### 4.1.4. Öntözővizek mikroelem tartalma

Az öntözővizek mikroelem tartalma élettani és technikai szempontból fontos. Az alföldi felszín alatti vizekből származó vízminták mikroelem tartalmára (11. melléklet) vonatkozóan a következő megállapítások tehetők:

➤ Vas

A vízminták vastartalom szempontjából mutatják a legnagyobb változatosságot, a vastartalom 0-5,8 mg/l között alakult. Az élettani igény a fő zöldségnövényeknél 2 mg/l, azonban ez már technikai szempontból jelentős kicsapódási kockázattal jár. Ezért a tápoldatok vastartalmát inkább komplex-formában stabilizált vassal szokás beállítani. A tápoldat szétosztása szempontjából a vas- és mangántartalom a 19. Ábra szerint veszélyezteti a csepegtető testek eldugulását.

A vizsgált vízminták 72 %-nál közepes eltömődésre számíthatunk, melynek nagyobb arányban a vas az okozója. A csekély eltömődési kockázatot inkább a mangán, míg a nagy kockázatot a túlzott vastartalom számlájára írhatjuk.



**19. Ábra. Felszín alatti vizek %-os megoszlása a vas- ill. mangántartalom okozta eltömődés esélye szerint**

A vizekben a vastartalom alakulását vizsgálva semmiféle tendencia nem figyelhető meg. Még azonos településen is egészen eltérő eredmények nyerhetők, pl. Zákányszéken (0,7-2,9 mg/l), Szentesen (0,1-5,7 mg/l). Erre egyrészt a lokális viszonyok adhatják a magyarázatot, másrészt a pontos mélység nem mindig ismert, az egyes rétegek között lehetnek jelentős eltérések.

Arra is találunk példát, hogy azonos településen közel azonos vastartalom mérhető, pl. Szarvason. A pH viszonylag szűk határok között mozog, így a pH-emelkedés hatására bekövetkező oldható vastartalom csökkenés nem figyelhető meg.

Ezek az eredmények azt bizonyítják, hogy a víz vastartalma nem becsülhető, azt mindig ellenőrizni kell.

➤ Mangán

A mangántartalom 0-0,5 mg/l között alakult, ez csekély vagy közepes eltömődési kockázatot hordoz.

Ebben a tartományban találjuk az élettani igényt is. A tápoldat alacsonyabb pH-ja segít a víz természetes mangántartalmát oldatban tartani, ezért a mangántartalmat be kell számítani a tápoldat készítésnél. Csak néhány vízmintában találtunk 0,5 mg/l mangánt: Gyulán, Szarvason és Domaszéken. Ezek a települések az Alföld viszonylag távoli pontjait jelölik ki, összefüggés nehezen fedezhető fel közöttük.

➤ Réz

Az öntözővizekben réz nem vagy csak alig mérhető (0-0,1 mg/l), ez vízkultúras termesztés során gondot semmilyen tekintetben nem okoz.

➤ Cink

A cinktartalom szintén kedvezően alacsony, leginkább 0-0,1 mg/l között alakult. Néhány példát találunk ennél nagyobb értékekre, pl. Öcsödön (0,3 mg/l) és Gyulán (0,6 mg/l). Itt valószínűleg a nagyobb cinktartalom nem természetes alkotója a víznek, hanem horganyzott vezetékből oldódhat be. Általánosságban a vizek cinktartalma, hasonlóan a rézhez, a kedvezően alacsony érték miatt vízkultúras termesztésben akadályt nem jelent.

➤ Bór

Az élettani bórigény 0,32-0,35 mg/l, ehhez viszonyítva a legtöbb vizsgált alföldi rétegvíz kedvezően alacsony bórtartalommal rendelkezik. Néhány esetben találunk ennél magasabb értékeket is: Szentesen, Öcsödön és Apátfalván. Bórból viszonylag szűk a növények tűrése (BERGMAN, 1979), ezért a 0,3 mg/l bórtartalmat meghaladó koncentráció fejlődési problémákat okozhat. Ilyen vizeknél a tápoldat készítés során a plusz bórbevitel mindenképpen kerülendő.

Egyébként vizeknél eredményes bór-mentesítési eljárás nem ismert.

#### ➤ Szulfát

A legtöbb vízminta szulfátmentes, csupán néhány Bács-Kiskun megyei mintában sikerült szulfátot meghatározni. A legnagyobb mérhető érték (48,2 mg/l) Kecskeméten adódott, ez az uborka teljes igényét fedezi. A paprika és a paradicsom kénigénye ennél magasabb, tehát ott további szulfát-bevitel szükséges.

A szulfáttartalomra vonatkozó vizsgálatok is igazolják, hogy az alföldi rétegvizek hidrokarbonátos anion-típusba sorolhatók, RÓNAI (1985) méréseivel összhangban.

*A mikroelemeket összességében tekintve, csak a mangán- és vastartalom zavaró. A vízminták több, mint 70 % - ánál eltömődésre kell számítani a szétosztásnál; ennek nagyobb arányban a vas, kisebb részben a mangán az okozója. A mikroelem vizsgálati eredmények változatosak, a dél-alföldi rétegvizek nem egységesek, tendencia nem ismerhető fel, ami HRABOVSKI (1998) értékelését támasztja alá.*

#### **4.1.5. Vízhősség javítás teljes sóatlanítással**

Közel egy évtizede Magyarországon is elérhető technológia a fordított ozmózis alapú teljes sóatlanítás. A módszer hatékonyságának jobb érzékeltetése érdekében a 12. mellékletben feltüntettem javításra váró, javított, esetenként a kettőből kevert vizek kémiai elemzési eredményeit.

Általában a javítandó vizek rétegvizek, ritkábban talajvizek. Így a sótartalom többnyire kisebb, mint 1 mS/cm, esetleg talajvizeknél 1-2 mS/cm tartományba esik. A sóatlanítás legfőbb oka minden esetben a magas nátriumtartalom. Az eredmények meggyőzőek, mert igen alacsony sótartalmú (EC < 0,1 mS/cm) víz hagyja el a berendezést. Ez a vízminőség kielégíti a GÖHLER & DREWS (1989) által közölt határértékeket is, eszerint akár zárt termesztési rendszerben is felhasználható.

Gazdasági okok miatt gyakran a javított vízhez visszakevernek 10-20 % nyers vizet, még ezzel is a nátriumtartalom elfogadható szinten alakul.

Megfigyelhető, hogy a javított vizeknél a pH < 7, ehhez igazodva a hidrokarbonát-tartalom kisebb, mint 40 mg/l. Ez nem biztosít elegendő puffer képességet a tápoldatban, ez is indokolja a nyers víz visszakeverését. A visszakeverési arány megállapításakor érdemes a hidrokarbonátot 80-100 mg/l közé beállítani.

Nagy nátriumtartalmú vizeknél előfordulhat, hogy ennél kisebb arányt célszerű visszakeverni, ekkor mesterségesen lehet a puffer képességet növelni. Hazai gyakorlatban erre ritkán találunk példát, de ha ez szükséges, akkor kémiai szempontból a KHCO<sub>3</sub> megfelelő arányú feloldásával a stabil pH beállítható.

A sótalanító eljárás ugyan gyakorlatilag semmilyen vegyszer felhasználást nem igényel (a szűrők kémiai tisztítását kivéve), környezeti szempontból mégis terhelést jelent annak a nagy sótartalmú mellékterméknek, „szennyvíznek” a megjelenése, mely a kivont sókat koncentráltan tartalmazza. Ráadásul, minél nagyobb a nyersvíz sótartalma, annál kisebb a tisztított víz aránya, tehát nő a szennyvíz térfogata. Ennek az elhelyezése talajon gondot jelent a kedvezőtlen ionösszetétel következtében, felszíni vizekbe visszavezetni nem mindig megoldható.

*Tehát a sótalanítás eredményes víztisztítási eljárás, de alkalmazásának további környezeti következményeivel kell számolnunk.*

#### **4.1.6. Tápoldat készítés rétegvizekből**

A részletes vizsgálat alá vont rétegvizek egyike sem elégítette ki teljes körűen a 2. Táblázat által megadott határértékeket; a két legfontosabb kifogásolható tulajdonság a nátrium- és a hidrokarbonát-tartalom. Nátrium-koncentráció szerint a települési rétegvizek besorolása megtörtént.

A továbbiakban annak tisztázása szükséges, hogy:

- A magas hidrokarbonát-tartalom zavarja-e a tápoldat összeállítást?
- Az egyes rétegvizekből a vízkémiai eredmények figyelembe vételével kialakítható-e az optimális tápoldat összetétel?

A tápoldat alaprecepteket paprikára, paradicsomra és uborkára a 4., 5., 6. Táblázat mutatja be.

A tápoldat receptek a következő szempontok szerint kerültek összeállításra:

- ✓ Tápelemtartalomra SONNEVELD & De KREIJ (1987) ajánlásait tartottam szem előtt.
- ✓ Makro- és mezoelemekre terjedt ki az összeállítás.
- ✓ A rétegvíz vizsgálatok várható értékeit vettem figyelembe.
- ✓ Csak monoműtrágyákat alkalmaztam.
- ✓ A hidrokarbonát-koncentrációt minden esetben 80 mg/l értékre állítottam be salétromsavval.
- ✓ A rétegvizek minden tápelem tartalmát beszámítottam.
- ✓ A műtrágyákat 100 %-os tisztaságúnak tekintettem.

Mint a 13. melléklet igazolja, minden vizsgált település rétegvizére kialakíthatók a tervezett tápelem arányok. A legproblémásabb a méhkeréki víz, 582 mg/l hidrokarbonát-tartalommal. Ennek a kezelésére 7,23 dl 60 %-os HNO<sub>3</sub> szükséges 1000 l vízhez, aminek 130 mg/l nitrogéntartalom a következménye. Ennek ellenére elméletileg mindhárom növényre összeállítható valamennyi tápoldat.

A vizek aránytalan kation összetétele megmutatkozik a tápoldatok várható só- és nátrium-tartalmánál. A nátriumtartalom alapján kiválóan minősített vizekből (Csólyospálos, Jászszentlászló, Kiskunfélegyháza, Zákányszék) állíthatók össze a legkisebb sótartalmú (EC) tápoldatok (paprika: 3,06-

3,25 mS/cm; paradicsom: 3,82-3,98 mS/cm; uborka: 3,02-3,20 mS/cm) oldatok. Minden növénynél a méhkeréki, csanyteleki és szentesi vízből készített tápoldatok a legnagyobb sótartalmúak, jórészt a magasabb nátrium-koncentrációnak köszönhetően.

*Összegezve megállapítható, hogy a magasabb hidrokarbonát-tartalom kémiai nem korlátozza a tápoldat összeállítást, bár általa egyértelműen magasabb sótartalmú lesz az oldat, ami a sóérzékeny növényeket kedvezőtlenül érinti. A fentiek miatt a rétegvizek osztályba sorolásánál megtartható a nátriumtartalom alapján kialakított sorrend.*

## **4.2. A túlfolyás ökológiai szempontú értékelése**

A túlfolyással távozó tápanyag a termesztés szempontjából veszteség, a környezetben viszont terhelő kémiai anyagként jelenik meg. A környezeti kockázat erőteljesebb egy talajos termesztéshez viszonyítva, mert a természetes talajoldatnál lényegesen nagyobb koncentrációban és teljes mértékben mobilizált tápanyagok hagyják el a termesző berendezést.

### **4.2.1. Az oldat vizsgálatok eredményei, különös tekintettel a túlfolyás összetétel változásaira**

A víz útját követve, a növénytáplálás után visszamaradó fölös oldat vizsgálata került a középpontba. A növényi kölcsönhatás következtében a primer tápoldat összetétele megváltozik, azonban ha a fontosabb minőségi mutatókra nézve találunk bizonyos szabályszerűségeket, akkor a rendszert elhagyó szekunder tápoldat kezelésére, ismételt felhasználására könnyebben nyílik lehetőség, és az oldott tápanyagok okozta környezeti terhelés is csökkenthető.

A növények tápanyagigénye a termesztés során folyamatosan változik. A különböző technológiai ajánlások tartalmazzák a fenológiai fázishoz igazított tápelem arányokat, a javasolt tápoldat kémhatást (pH) és koncentrációt (EC). A tápoldat mennyiségét a transpirációt befolyásoló klimatikus tényezőkhez igazítják (fényviszonyok, hőmérséklet, páratartalom). A tápláló oldat összetétele a tápanyagfelvétel során a gyökérkörnyezetben jelentősen megváltozhat, aminek következtében valamely tápelemből relatív vagy abszolút hiány illetve túlzottan magas koncentráció léphet fel. A növénytáplálást úgy kell szabályozni, hogy a gyökérszóna ne legyen gátló tényezője a növényi fejlődésnek.

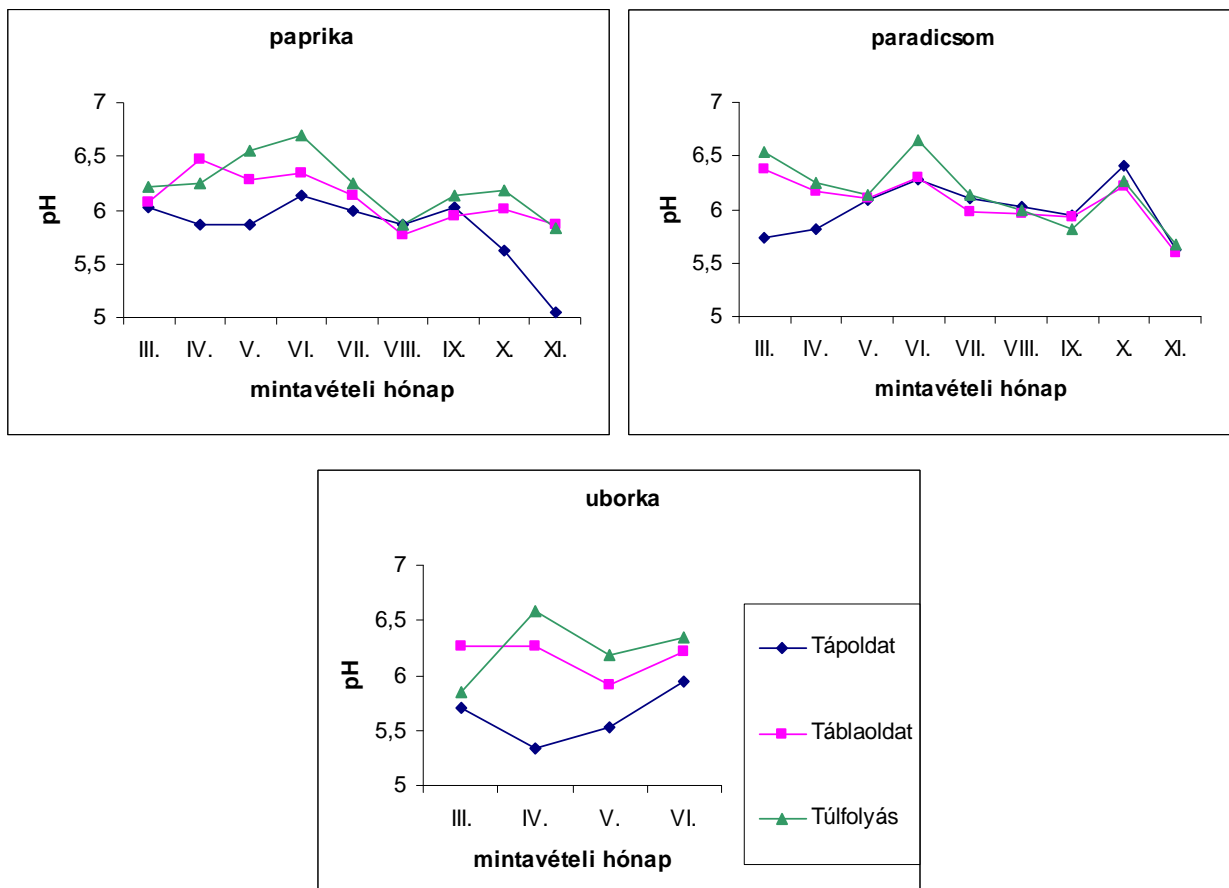
A gyakorlatban a tápelemek arányait a termesztőtábla oldat (táblakivonat) kémiai vizsgálata alapján módosítják, a gyökérközegben az oldat koncentrációját a drénvíz töménységétől függően változtatják. Ez a korrekciós módszer használható, de hátránya, hogy a drénvíz paraméterei az öntözési technikától függően eltérnek a táblaoldat tényleges paramétereitől. Legnagyobb az eltérés a termesztés kezdeti időszakában, amikor kevés vizet használunk és a külső termesztési körülmények miatt a

tápoldat összetétellel szükséges a növekedés irányítása. A későbbi termesztési szakaszokban a tápláló oldat és a drén összetétele közelít egymáshoz, ekkor már a tápanyag- és vízfelvétel a besugárzás intenzitása határozza meg.

A termesztéshez kapcsolódó oldatok vizsgálati eredményeit a 14. melléklet mutatja be.

#### 4.2.1.1. A pH alakulása

A növények tápoldatozásában a táblaoldat kémhatása fontos körülmény. A magas pH hiánytüneteket okoz egyes tápelemek (pl. Mn, Fe, Zn) akadályozott felvétele miatt. Az adagolt tápoldatnak minimális hatása van a táblaoldat- és drén pH-ra. Ebben sokkal nagyobb szerepet játszik a növény aktivitása azáltal, hogy kationokat és anionokat vesz fel. Ezzel befolyásolja a gyökérszóna tápelem arányait, így közvetve módosul a táblaoldat és a drén pH-értéke. Tapasztalatok szerint az alacsony pH (pH = 4,5-5) a gyökérközegben pozitív hatást gyakorol a termés mennyiségére, de a kicsi puffer kapacitás miatt inkább a pH = 5-6 értékek tartása javasolt (SONNEVELD & De KREIJ, 1987).



20. Ábra: A pH-értékek alakulása üzemi kísérletekben (2004)



A kísérletben a növény tövétől átlagosan 10 cm-re felvett minták leginkább az aktív gyökérszóna pillanatnyi kémiai viszonyait mutatják. Viszonylag stabil, pH = 5,5-6,0 közötti tápoldat adagolásával a nagyobb pH-változás a táblában következett be, ehhez mérten a drén pH-ja már csupán 0,1-0,2 egységnyi változott a táblában mért értékekhez viszonyítva (20. *Ábra*). A legnagyobb változás az uborka termesztés során lépett föl a táblában, átlagosan 0,5 pH-egységgel nőtt a kicsöpögő tápoldathoz viszonyítva. Legkisebb változás a paradicsomnál mutatkozott, csupán 0,1 pH-egységnyi volt a táblában az emelkedés.

Mindhárom kultúrában azonban arra is találunk egy-egy példát, hogy a túlfolyás pH-ja alatta marad a táblában mért pH-értéknek. Erre a paprikánál áprilisban, a paradicsomnál szeptemberben és az uborkánál márciusban került sor. Ezt megnyugtatóan megmagyarázni az eredmények alapján nem lehet, de mindhárom hónap kívül esik a legaktívabb tápanyag felvételi perióduson, a besugárzás rövid idő alatt lényegesen tud változni, amit a technológiai feltételek esetleg nehezebben követnek vagy egyéb megfontolások (növekedésszabályozás, piaci helyzet) miatt a tápoldatozásban változtatás történt.

A teljes termesztési ciklust megvizsgálva, a pH-viszonyok szempontjából a nyári periódus tűnik a legkiegyenlítettebbnek. A táblában ekkor tartható leginkább az eltervezett pH kellő arányú drénnel, a drén változásai igen jól nyomon követik a kicsöpögő tápoldat és ennek következtében a táblakivonat változásait.

Az uborkatermesztés csak a növekvő besugárzási időszakra esett. Az első két hónap erőteljes pH-változásokkal indult, de májusban-júniusban az ingadozások már kisebbek, a növekvő arányú drén érezteti hatását, ezért a túlfolyás pH-értéke egyre szorosabban követi a kicsöpögő és a tábla változásait.

Ha öntözővíz minőség tekintetében is megvizsgáljuk a változásokat, nagyobb arányú ingadozásokat a VII. üzemben uborka termesztésben tapasztaltunk. Az uborka termesztés során a táblában átlagosan jelentkező 0,5 pH-egységnyi emelkedés helyett itt 0,8-1,5 egységnyi ingadozás mutatkozott. Ebben az üzemben kevés hidrokarbonát iont tartalmazó, kicsi puffer képességű vízzel dolgoztak (26. *Táblázat*, 111. o.), míg a két másik gazdaságban (VIII., IX.) savazással állították be a hidrokarbonát mennyiségét, ott az eltérés 0,4-0,8 pH-egység közé esett.

*Összességében megállapítható, hogy a kísérlet során általában a drén pH-ja volt a legnagyobb, a táblában mért értékek kisebbek, legsavanyúbb volt a kicsöpögő tápoldat. A termesztési gyakorlatban a besugárzás lényeges körülménye a drén arány alakulásának, ami kihat a drén pH-változására is. A legaktívabb nyári időszakban szokásos nagyobb drén arány mellett a drén pH-értéke jobban közelít a tábla, illetve a kicsöpögő tápoldat pH-értékéhez, mint tavasszal.*

#### 4.2.1.2. A sótartalom (EC) alakulása

A jelenlegi termesztési gyakorlatban alkalmazott tápoldatozási modellek abból indulnak ki, hogy amennyiben van elegendő tápanyag a gyökérszónában, bizonyos sótartalom még nem okoz termés-csökkenést. Ez a paprika és uborka esetén a gyökérkörnyezetben mérve 2-3 mS/cm, paradicsomnál általában 2-4 mS/cm tartományba esik, fajtától függően. Ennek túllépése már mennyiség és minőség tekintetében is hatással van a termésre.

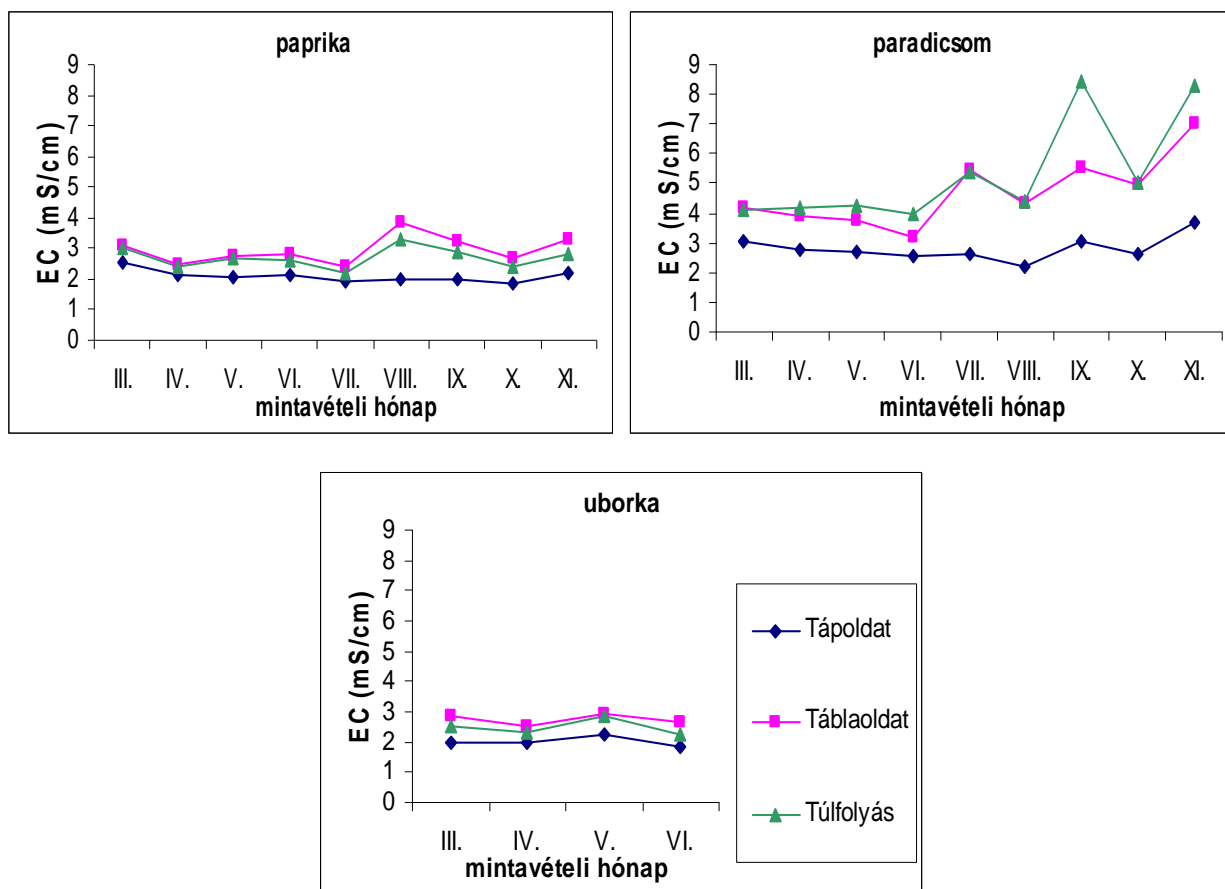
A sótartalomtól függő termés kiesés növényfajonként változó mértékű, a változást leíró függvények a szakirodalomban részletes vizsgálat alá kerültek. A hozam-csökkenés kisebb ozmotikus vízpotenciállal, csökkenő levél turgor nyomással és valamelyest a szár, levél és termés kisebb arányú növekedésével magyarázható. Ezzel egyidőben a gyökérnövekedés felgyorsul.

Amennyiben a só koncentráció nem káros, az erősebb gyökérrendszer erőteljesebb tápelem felvételre képes, ami azonos fotoszintézis mellett több asszimilációs terméket eredményez. A növényi szövetekben az asszimiláták eloszlása alig függ a gyökérszóna koncentrációjától, inkább a klimatikus viszonyok befolyásolják. Csökkentett lombfelületnél arányosan több halmozódik fel a termésekben, ezáltal a minőség javul, a szárazanyag-tartalom nő.

A hajtatasos termesztésben a fényszegény időszakokban ezt gyakran tudatosan állítják be a termésminőség javítása érdekében, vagy ha az öntözővíz nagyobb mennyiségű ballaszt anyagot tartalmaz és csak magasabb sótartalom mellett biztosítható a megfelelő mennyiségű tápelem.

A kísérletben ez a szándék nem érezhető, a tápoldat töménysége mindhárom növényenél szinte a teljes termesztési ciklus alatt sem mutat nagyobb eltéréseket, csupán a paradicsom kísérletben szeptembertől érezhető egy gyenge emelkedő tendencia (21. *Ábra*). A paprikánál és az uborkánál 2 mS/cm az átlagos tápoldat EC-érték, a paradicsomnál kissé magasabb (2,8 mS/cm), a paradicsom nagyobb sótűrésének megfelelően.

A pH-vizsgálatoknál tapasztaltaknak megfelelően, a tápoldathoz viszonyítva itt is a táblában jelentkezik a nagyobb változás, mely mindig töményedésnek felel meg. A paprikánál és az uborkánál az átlagos emelkedés 0,7-1,0 mS/cm tartományba esik leginkább, a paradicsomnál ez jóval nagyobb; a kezdeti időszakban 0,8-1,2 mS/cm, júliustól azonban már 2 mS/cm körüli érték.



21. Ábra. Az EC-értékek alakulása üzemi kísérletekben (2004)

A legegyszerűsebb EC-értékeket az uborkatermesztésben mértük, a legnagyobb ingadozásokat pedig a paradicsomnál tapasztaltuk. Ha megvizsgáljuk a drén EC-értékeket, a paprikánál és az uborkánál a drén-EC 0,1-0,4 mS/cm értékkel mindig alacsonyabb a táblaoldal EC-nél, a paradicsomnál azonban fordítva, a drén-EC többnyire magasabb a táblaoldal EC-nél.

Ez az öntözéssel hozható összefüggésbe. A paprikánál és az uborkánál végig a termesztési periódus alatt a táblában viszonylag kiegyenlített a sótartalom, ezért mosatásra nincs szükség, azonban a táploldatozás a besugárzástól függően már a reggeli órákban megindul, a túlfolyás azonban csak később jelenik meg. A fényintenzitás erősödésével a vízigény intenzívebben emelkedik, mint a tápanyagigény (a hűtés miatt), ezáltal a közegben a tápanyagszint emelkedik. A vízfelvételhez viszonyított alacsonyabb szintű tápanyagfelvétel a közegben a tápanyagok felhalmozódását segíti, így emelkedik a közegben az EC. A drén megjelenése a fölös tápanyagok távozását segíti, ezért a táblaoldal változásait követi a drén is. Javuló fényviszonyok mellett a tábla és a drén EC-je között kisebb a különbség, amit a gyakoribb öntözések kiegyenlítő hatásával értelmezhetünk.

A paradicsomnál a március-június közötti időszakban egyenletes tápoldatozás mellett, bár magasabb értékekkel, de kiegyenlített tábla- és drén-EC adódott, majd júliustól változatlan tápoldat-EC mellett is egyre nőtt a táblában a sótartalom. A nagyobb sótartalom nagyobb drén-EC értékkel járt együtt, azonban októberben érezhető a sótartalom csökkentésére irányuló mosatási szándék, ennek ellenére novemberben ismét nőtt a táblában az EC.

A fentiek alapján a paradicsomtermesztésben okozott legnagyobb gondot a közeg sófelhalmozása, amit öntözéssel már nem sikerült korrigálni.

*A talált összefüggések azt mutatják, hogy a tápoldat koncentráció korrekciója teljes mértékben nem automatizálható. Az optimális beállításhoz nem elegendő csak a drén értékek figyelése, emellett sok termesztési tapasztalat és a berendezés klímájának szabályozása is szükséges.*

#### **4.2.1.3. A tápelemtartalom alakulása**

Hajtatásban a makro- és mezoelemeknek az élettani alapfunkciókon túl is kitüntetett szerepük van, egyrészt a termés minősége szempontjából, másrészt a vegetatív-generatív szabályozásban. Ezért a tápoldatozás során nemcsak az egyes ionok koncentrációját fontos megtartani, hanem a tápelemarányoknak is a tervezett fejlődési irányt kell szolgálnia. Az utóbbi körben leginkább a N/K arányt kell megemlíteni, melynek a beállításával a növény fejlődése jól irányítható. A helyes N/K arányra talajon termesztésben is gondot fordítanak, de talaj nélküli tápoldatozásban még legalább a K/Ca és a K/Mg arányra is érdemes figyelni a lehetséges antagonizmusok miatt.

Meg kell azonban azt is jegyezni, hogy az irányított növekedés csak tápelem-korrekcióval nem érhető el, az egyéb technológiai feltételeknek is a megfelelő irányba kell hatnia (pl. fejlődési stádium, hőmérséklet, páratartalom, öntözés stb.). Az egyes tápoldat recepteknek azonban fontos eleme a javasolt tápelem arányok beállítása, elsősorban a makroelemek, másodsorban a mezoelemek körében.

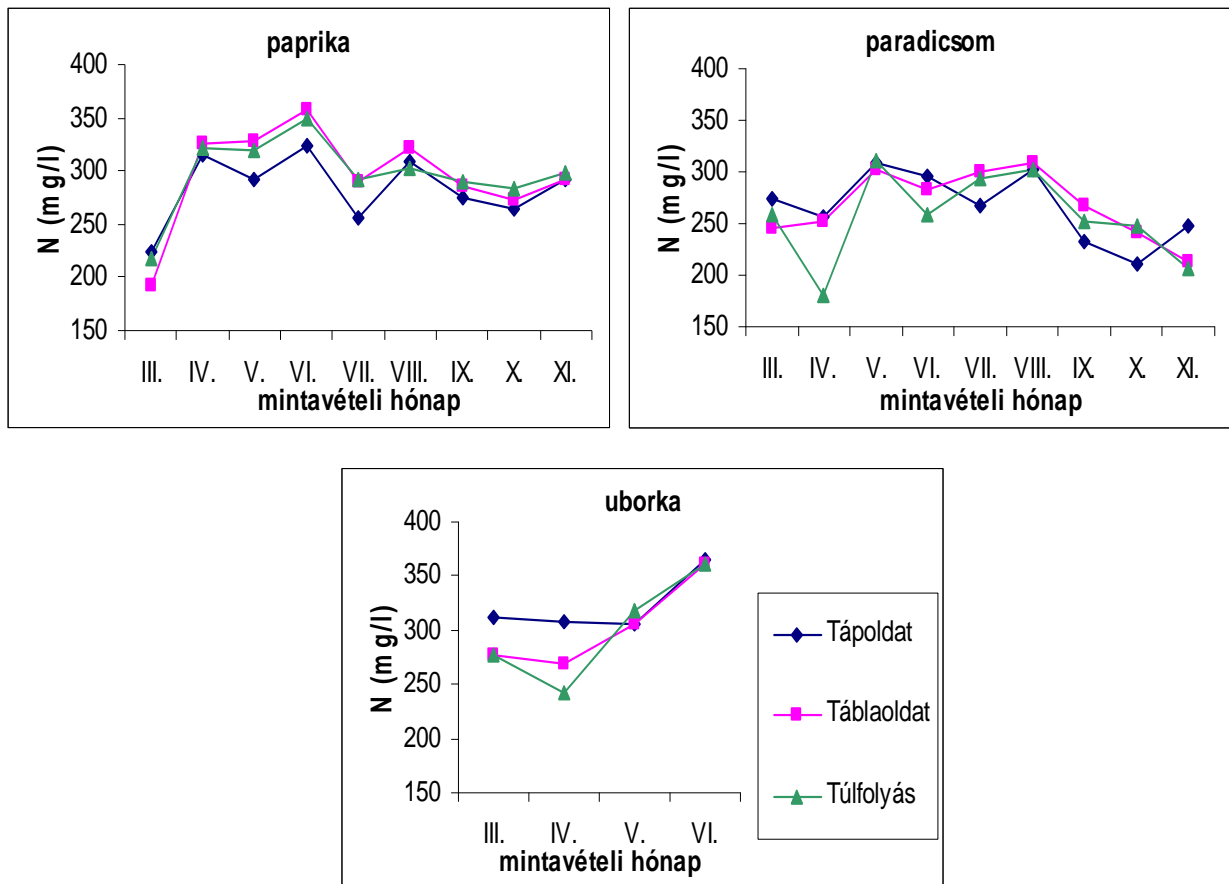
Amint a bemenő tápoldat EC-értékeinél megfigyelhettük a közel azonos, jól kiegyenlített táplálási szándékot, az egyes tápelemek koncentrációjának alakulását megvizsgálva, a változás a legszembetűnőbb.

##### ➤ Nitrogén

A nitrogén adagolása a tenyészidő folyamán nyári (uborkánál nyár eleji) maximummal jellemezhető (22. *Ábra*), ezután a nitrogén szintje csökkent, amit a vegetatív fejlődés nagyobb nitrogén igénye magyarázhat, a későbbiekben viszont a növény öregedése okozhatta a kisebb nitrogén szükségletet.

A bemenő tápoldat N-tartalma árulkodik az adott növényi faj N-igényéről is. Ha a tápoldatok átlagos N-tartalmát vesszük, legerőteljesebb N-táplálást az uborka kapott (322 ppm), majd a paprika (284 ppm), legvégül a paradicsom (266 ppm). Mivel a fel nem használt tápanyag elhagyja a rendszert, így a vártnak megfelelően hasonló sorrend alakult ki a távozó oldatok átlagos N-tartalmára nézve is: az uborkánál 300 ppm, a paprikánál 297 ppm, a paradicsomnál 257 ppm.

Ha a bemenő tápoldat, a táblaoldat és a drén N-tartalmát vizsgáljuk, első közelítésben mindhárom növénynél a drén jobban követi a táblaoldat N-tartalmát, mint a bemenő tápoldat N-változását. Ez is azt igazolja, hogy a növény és a tápoldat között aktív a kapcsolat, a legnagyobb változások itt is a táblában következnek be.



**22. Ábra. A nitrogéntartalom alakulása üzemi kísérletekben (2004)**

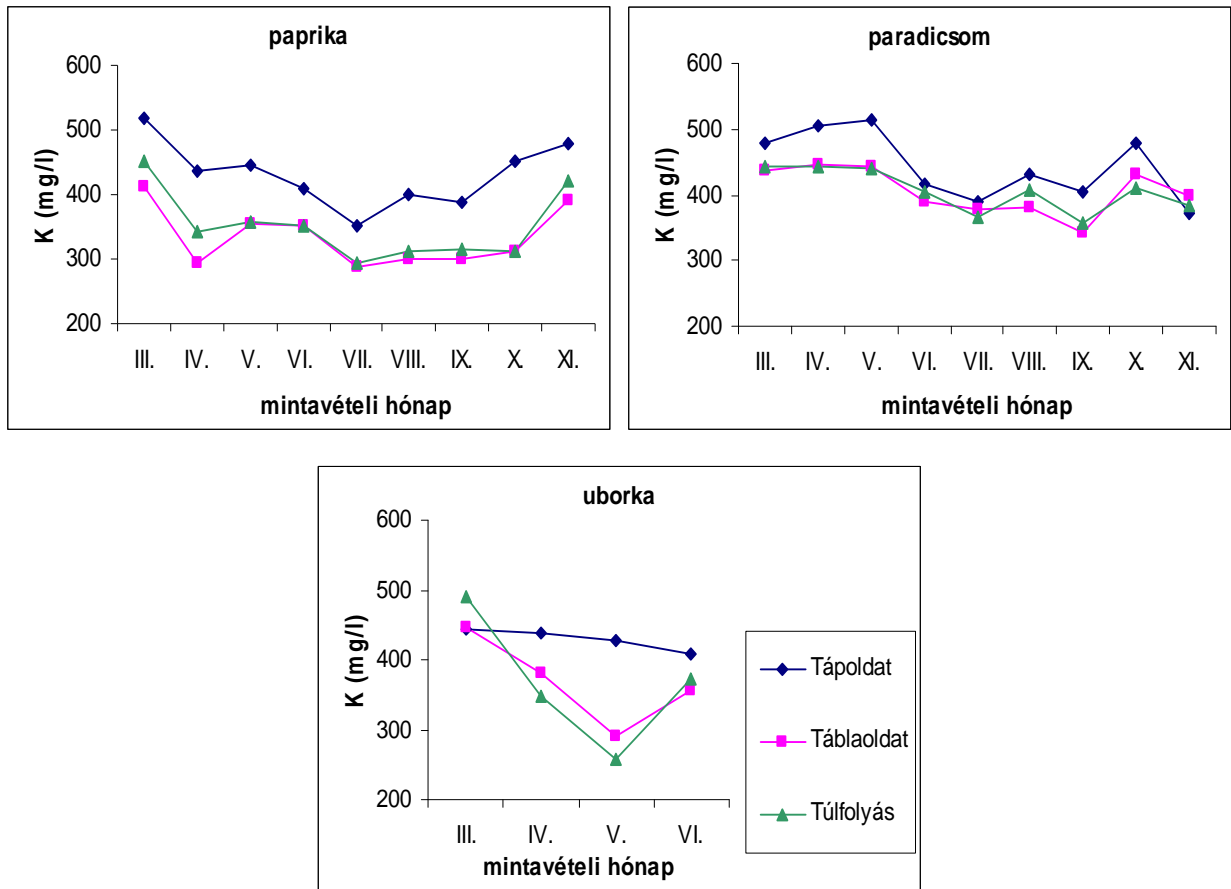
Eltérést tapasztalunk azonban a három növény között abból a szempontból, hogy melyik oldathoz tartozik magasabb nitrogén szint. A paprikánál a teljes tenyészidő alatt elmondható, hogy a bemenő tápoldathoz viszonyítva legmagasabb a tábla N-tartalma, ennél némileg kisebb a távozó túlfolyásban.

A paradicsomnál a III-VI. hónap között legnagyobb a tápoldat N-tartalma, a tápanyag felvételnek köszönhetően a táblában már alacsonyabb és legalacsonyabb a távozó drénben. Majd júliusban ez a folyamat megszakad, és legnagyobb lesz a táblában az ellátottság. Ez is alátámasztja a sótartalom alakulását leíró függvényt, mert a paradicsomnál éppen a VII. hónapban indul a táblában a sófelhalmozódás, amit a tenyészidőszak végéig sem sikerült korrigálni.

Az uborkánál, bár rövid volt a termesztési ciklus, az első három hónapban közel egyenletes nitrogén adagolás mellett a sófelhalmozódás jelei nem mutatkoztak, a táblában és a drénben csökkent a bemenő értékhez viszonyítva a nitrogén szintje, majd júniusban a három tápoldat N-tartalma kiegyenlítődt.

Összességében a tápláló oldat nitrogéntartalmához viszonyítva a drén ellátottságát, a paprikánál egyértelműen nőtt a drénben a nitrogén aránya, a paradicsomnál kezdetben nőtt, majd később csökkent, az uborkánál pedig szinte végig csökkent a drénben a nitrogéntartalom a betáplálási szinthez viszonyítva.

➤ Kálium



23. Ábra. A káliumtartalom alakulása üzemi kísérletekben (2004)

A káliumtartalmat megvizsgálva (23. *Ábra*), a bemenő tápoldatban a K-koncentráció a paprikánál és a paradicsomnál minimum függvényel írható le, míg az uborkánál kis léptékben, de egyenletesen csökkent a kálium táplálás.

A vizsgált növényfajok között a kálium ellátás szintjében nincs számottevő különbség, a paprikánál és az uborkánál átlagosan 430 ppm, a paradicsomnál átlagosan 444 ppm a tápoldatban a K-koncentráció. Jelentős eltérések vannak azonban a drén K-ellátottságában a három növényi kultúra között: a legerőteljesebb csökkenés az átlagértékekben a paprikában (kb. 80 ppm) következett be, (350 ppm-re), az uborkánál átlagosan 60 ppm (367 ppm-re), míg a paradicsomnál kb. 40 ppm (406 ppm-re) a csökkenés.

A paprikánál és a paradicsomnál a háromféle oldatban hasonlóképpen alakultak a viszonyok: legmagasabb volt a bemenő tápoldat K-tartalma, a táblaoldat és a drén K-tartalma kisebb eltérésektől eltekintve, a tápoldathoz hasonló lefutást mutatott, de alacsonyabb szinten. A bemenő szinthez viszonyítva legnagyobb eltérés a paprikánál tapasztalható.

Az uborkánál a táblaoldat és a drén hasonló lefutású, de a tápoldat kálium ellátásához viszonyítva lényeges a csökkenés, ami a nagyobb növényi aktivitásra utal.

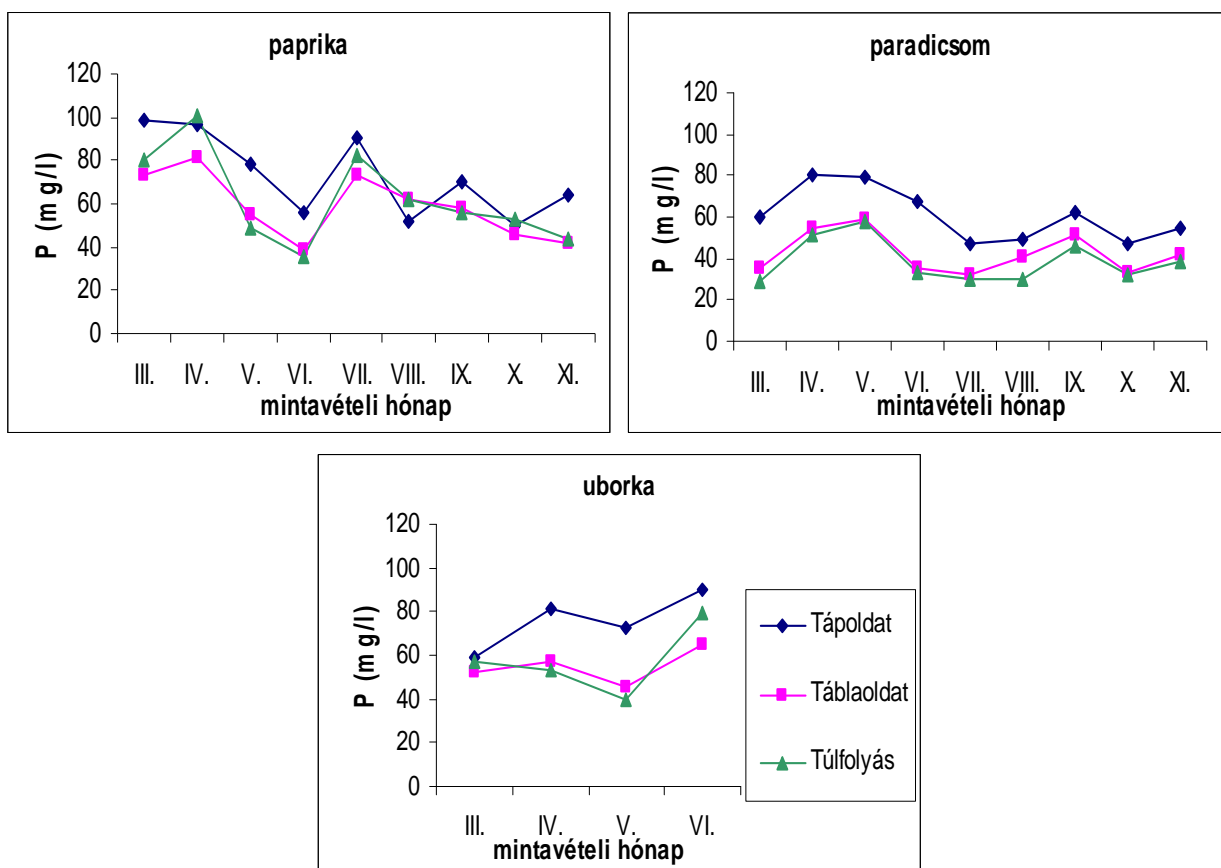
*Összegezve megállapítható, hogy mindhárom növénynél az uborka márciusi mérési eredményét leszámítva, a túlfolyásban egyértelműen kisebb a káliumtartalom, mint a tápoldatban.*

➤ Foszfor

A tápoldatok foszfortartalmának vizsgálata után megállapítható, hogy az egyenletes P-ellátottságot egyik növénynél sem sikerült biztosítani; legnagyobb ingadozás a paprika termesztése során adódott (24. *Ábra*).

Ennek többféle oka lehet: egyrészt lazább technológiai fegyelem, másrészt a foszfát-ionok oldhatóságának erőteljes pH-függése. Abszolút értékben nem nagyobbak az eltérések a N-hez vagy a K-hoz viszonyítva, de a foszfor koncentráció a tápoldatban egy nagyságrenddel kisebb, mint az előző két makroelemnél.

Az előbbieket alapján az oldat-függvények lefutása kevésbé általánosítható, azonban néhány tendencia kiolvasható.



**24. Ábra. A foszfortartalom alakulása üzemi kísérletekben (2004)**

Mindhárom növénynél a bemenő tápoldatban a foszfortartalom eléri az általánosságban min. 40 ppm javasolt szintet. Azonban az augusztusi paprika eredményektől eltekintve minden esetben a táblában lényegesen alacsonyabb az ellátottság, mint a kicsepegtetett tápoldatban, ezért többször előfordul (a paprikánál júniusban, a paradicsomnál az esetek felében), hogy a táblában 40 ppm alá kerül a foszfor-koncentráció. Ez a termés minősége és a jó kötési feltételek szempontjából kedvezőtlen. Kevésbé hordoz kockázatot a magasabb P-szint, mérgezési tünetekkel ebben a koncentráció-tartományban nem kell számolni (DEBRECZENI & SÁRDI, 1999).

Sajnos, azonban a biztonságos foszfor-ellátáshoz nem elegendő feloldani a kiszámított műtrágya mennyiséget a tápoldat készítés során, hanem a foszfát-ionokat oldatban is kell tartani. Ehhez a savanyú oldat-kémhatás elengedhetetlen.

Jól megfigyelhető a pH-t és a P-tartalmat leíró görbék ellentétes lefutása. Pl. a paprikánál a drén pH-ja a IV.-VI. között folyamatosan emelkedik, mindeközben az oldható P-tartalom csökken, majd a VII.-VIII. hónapban a foszfortartalom megemelkedik, miközben a pH csökken. Hasonlóan ellentétes irányú változásokat követhetünk nyomon a többi oldatnál is a P-tartalom és a pH-változás között.



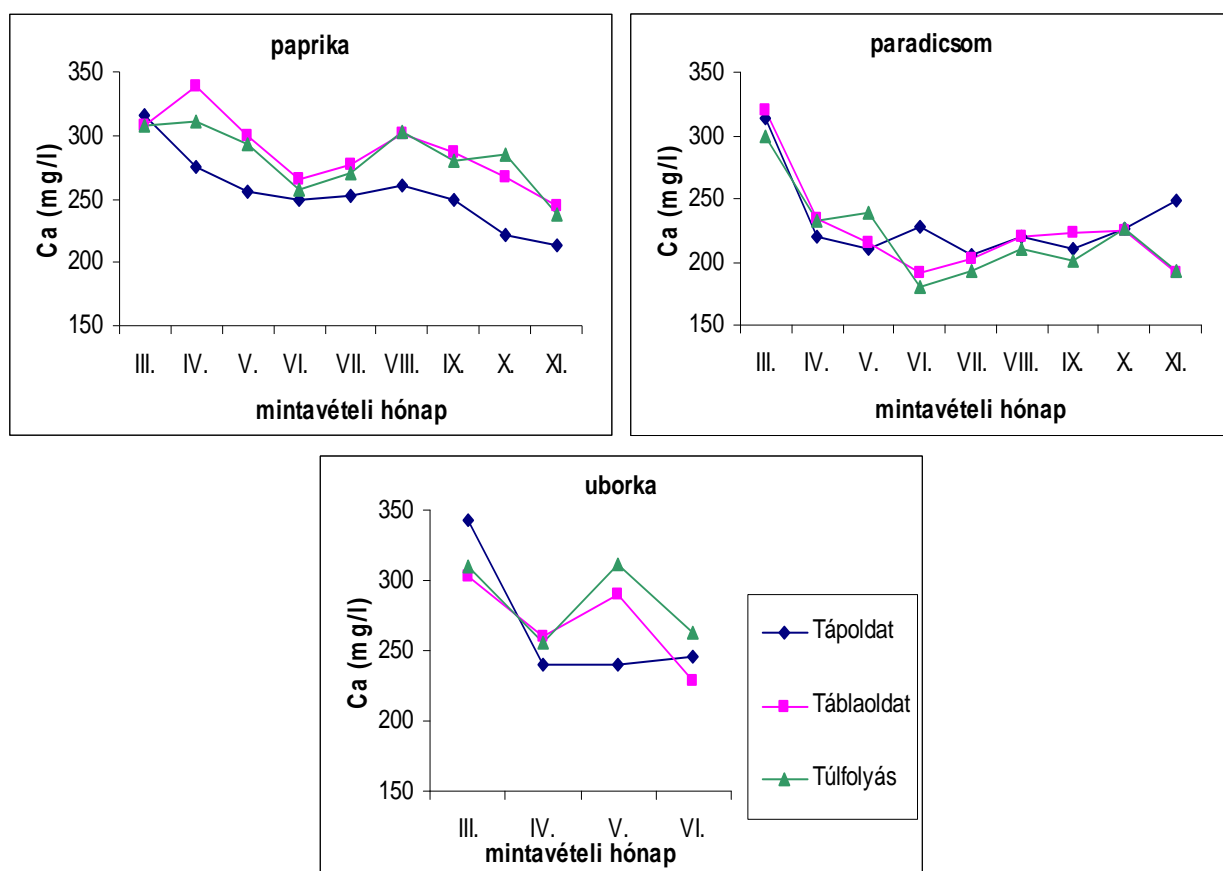
Általában az is megállapítható, hogy a drén P-tartalma szorosabban követi a táblaoldat foszfortartalmát, mint a tápoldatét, azonban a drénben kisebb az ellátottság a táblához viszonyítva. Ez jól egyezik a foszfátion oldhatóságának pH-függésével, ugyanis a korábbiakban már megállapítást nyert, hogy általában a drén pH-ja a legmagasabb a három oldatot vizsgálva.

➤ Kalcium

A kalciumtartalom alakulását vizsgálva (25. Ábra), mindhárom növénynél a kezdeti fejlődési szakaszban igen magas koncentrációkkal ment a tápoldatozás (300-340 ppm), majd közel állandó értékekkel (210-250 ppm) folytatódott a tenyészidőszak végéig.

A táblában és a drénben mindhárom növénynél igen közel eső kalciumtartalmat mértünk a teljes termesztési periódusban, ezek az értékek azonban sok esetben lényegesen eltértek a bemenő tápoldat kalciumtartalmától.

A kalcium esetében is a táblában a növényi felvétel következtében számottevő változás állapítható meg. A paprikánál egyértelműen a tápoldat kalciumtartalma alatta maradt a táblában és a drénben mért értékeknek, átlagosan 30 ppm a drénben a növekmény.



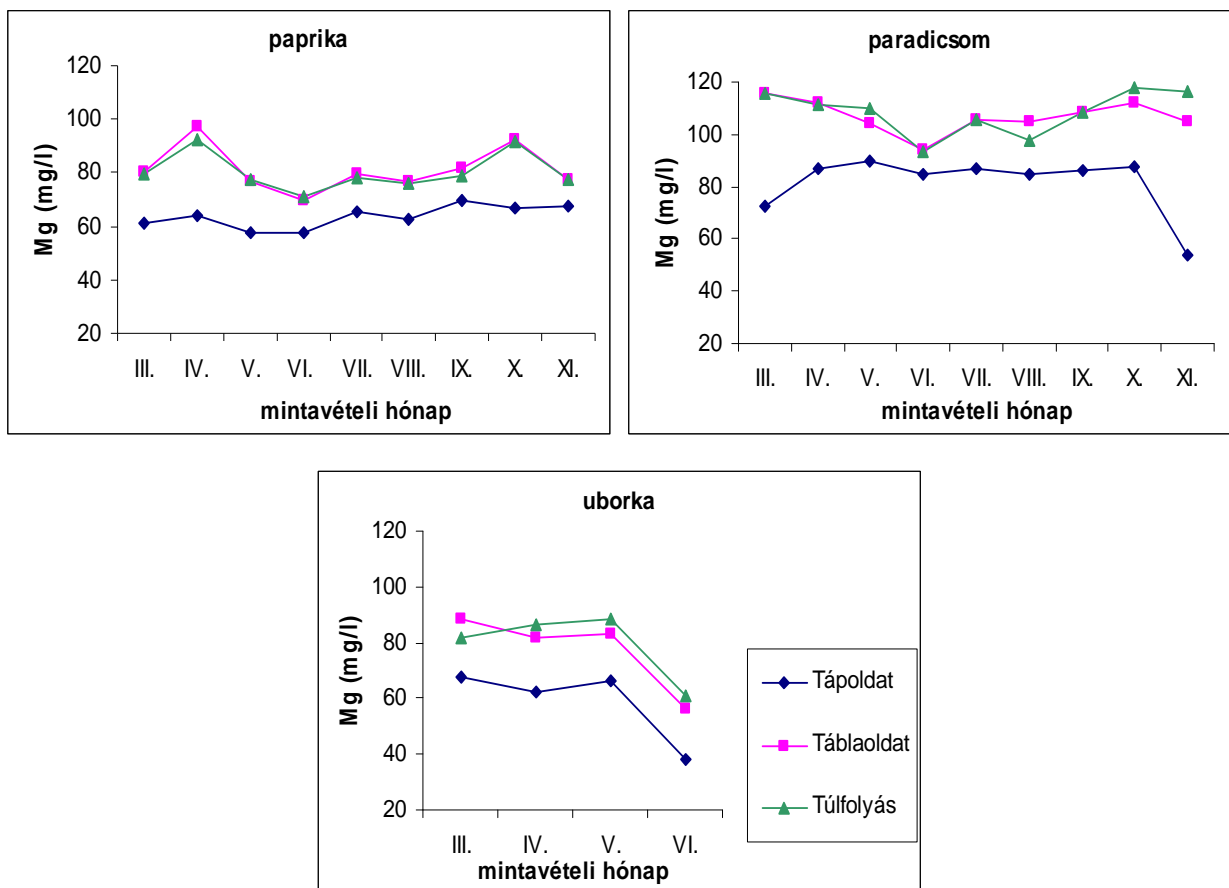
25. Ábra. A kalciumtartalom alakulása üzemi kísérletekben (2004)

Az uborkánál hasonlóan alakultak az arányok, mint a paprikánál. Az első és az utolsó kísérleti hónapot kivéve a táblaoldatban és a drénben magasabb koncentrációk mérhetők (átlagban 20 ppm-mel), mint a bemenő tápoldatban. Ebből az a következtetés is levonható, hogy a táblában és a drénben a kalcium elősegítette a sótartalom növekedését.

A paradicsomnál nem ilyen egyértelmű a változás, ugyanis a IV.-IX. hónapban közel egyenletes volt a táplálás, azonban a VI. hónapban a táblában és a drénben egy átmeneti hígulás következett be (ezt az időszakosan alacsonyabb EC-értékek is alátámasztják), majd a VII.-VIII. hónapban főleg a táblában, de a drénben is töményedés mutatkozott, amint ez az EC-értékekből is leolvasható.

*A kalciumnak a paradicsomnál tapasztalható kétféle viselkedése arra enged következtetni, hogy a termesztéstechnológia, elsősorban feltehetően az öntözés befolyásolja a koncentráció viszonyok alakulását.*

➤ Magnézium



26. Ábra. A magnéziumtartalom alakulása üzemi kísérletekben (2004)

A magnézium koncentrációk alakulása (26. *Ábra*) mindhárom növénynél egyértelműnek tűnik. A bemenő tápoldatban a magnéziumtartalom lényegesen alacsonyabb, mint a táblaoldatban vagy a drénben. Ez mindhárom növényre a teljes termesztési időszakban kivétel nélkül jellemző.

A táblaoldat és a drén magnéziumtartalma igen jól követi a kicsöpögő tápoldat magnéziumtartalmában bekövetkező változásokat, de magasabb koncentráció tartományban. Igen érdekes, hogy mindegyik növénynél átlagosan 20 ppm-mel magasabb a drénben és a táblában mérhető magnézium koncentráció, pedig a paprikánál és az uborkánál átlagban 60 ppm, a paradicsomnál átlagosan 80 ppm a kicsöpögő tápoldatban a magnézium ellátottság.

A drénben és a táblában mért értékek igen jól közelítik egymást (átlagban 2 ppm közöttük a különbség) mindhárom növénynél.

*A fentiekben tárgyalt tápelemek közül a magnézium viszonyok tekinthetők a leginkább kiszámíthatónak. Az is megállapítható, hogy a táblaoldat, valamint a drén töményedésének egyik előidézője ez az ion.*

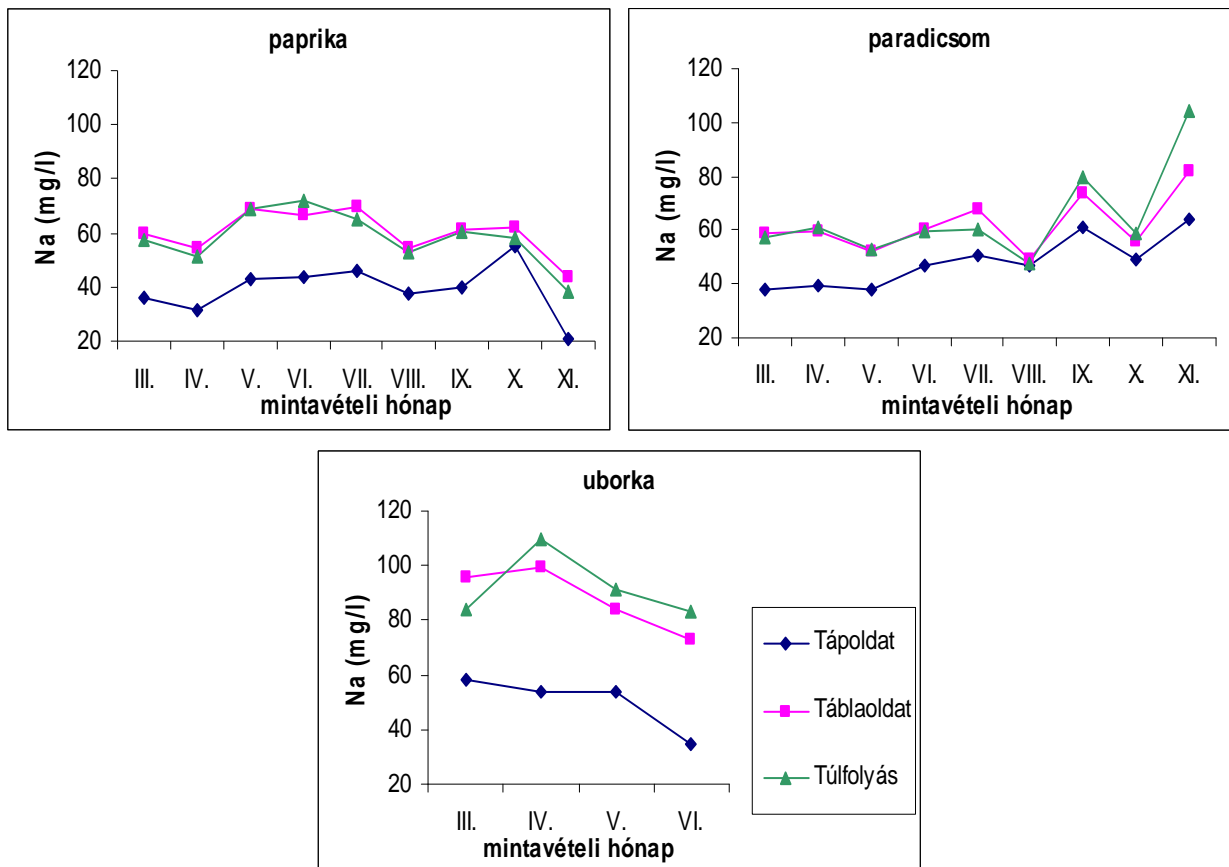
#### ➤ Nátrium

A nátriumion a tápoldatok állandó alkotója, de ez nem tudatos pótlással kerül bele, hanem a műtrágyákkal és az öntözővízzel. Tápanyag-gazdálkodási szempontból a 0-hoz közeli koncentráció lenne az ideális, ez a gyakorlati termesztésben azonban nem megoldható, de a termelők igyekeznek a körülményekhez mérten a legkisebb szintet tartani.

A kísérletben a tápoldatok nátriumtartalma egyértelműen jellemezhető mindhárom növényfajnál (27. *Ábra*). A bemenő tápoldatban közel kiegyenlített a nátriumtartalom, átlagosan 30-50 ppm. Ennél mindig magasabb a táblában (60-80 ppm) és ehhez közeli érték (60-90 ppm) a drénben.

Tehát a nátrium is a kalciumhoz és a magnéziumhoz hasonlóan viselkedik; a táblában és a túlfolyásban töményedik a tenyésztő teljes periódusában, a változását leíró függvény jól korrelál a sótartalom változásával. A töményedés igen látványos az uborkánál, a tápoldat közel állandó 50 ppm körüli nátriumtartalma a táblában és a drénben majdnem kétszereződik.

*Lényegében az öntözővíz határérték feletti nátriumtartalma egyik fontos előidézője a közegben tapasztalható sófelhalmozásnak.*



27. Ábra. A nátriumtartalom alakulása üzemi kísérletekben (2004)

A kicsöpögés után a vizsgált ionok változásának átlagos trendjét a bemenő tápoldatban mért átlagértékekhez viszonyítva a 20. Táblázat összegezve mutatja be. Mint a 20. Táblázatból kitűnik, a foszfor és a kálium koncentrációja minden növénynél a táblában és a túlfolyásban csökkent, míg a többi kation (kalcium, magnézium és a nátrium) koncentrációja a táblaoldatban és a túlfolyásban emelkedett az eredeti, kicsöpögő tápoldat átlagos értékeihez viszonyítva.

A nitrogén változásáról egyértelmű tendenciát nem lehet megállapítani, egyébként is eléggé kisléptékű változások következtek be a nitrogéntartalomban a kijuttatás után.

## 20. Táblázat.

Kicsöpögő tápoldatok összetételében bekövetkező átlagos változások iránya 9 üzemi kísérlet eredményei alapján, kőzetgyapoton (2004) (↑: emelkedés; ↓: csökkenés)

Tulajdonság	Minta eredete	Paprika	Paradicsom	Uborka
pH	Tábla	↑	↑	↑
	Túlfolyás	↑	↑	↑
EC	Tábla	↑	↑	↑
	Túlfolyás	↑	↑	↑
N	Tábla	↑	↑	↓
	Túlfolyás	↑	↑	↓
P	Tábla	↓	↓	↓
	Túlfolyás	↓	↓	↓
K	Tábla	↓	↓	↓
	Túlfolyás	↓	↓	↓
Ca	Tábla	↑	↑	↑
	Túlfolyás	↑	↑	↑
Mg	Tábla	↑	↑	↑
	Túlfolyás	↑	↑	↑
Na	Tábla	↑	↑	↑
	Túlfolyás	↑	↑	↑

A kationok koncentrációjának megemelkedésével némileg megváltoztak az arányok a táblaoldatokban és a túlfolyásban. Ezzel megnőtt a sótartalom, de a kationok mellett az aniontartalomnak is növekednie kellett, hogy a töltések kiegyenlítődhessenek. Az anionok közül még szóba jöhet az itt nem vizsgált hidrokarbonát ( $\text{HCO}_3^-$ ), a klorid ( $\text{Cl}^-$ ) és a szulfát ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), valamint a pH emelkedésért felelős hidroxid ( $\text{OH}^-$ ). A pH-t meghatározó  $\text{H}^+/\text{OH}^-$  arányt befolyásolja az oldatban lévő sók hidrolizáló képessége, valamint a tápanyagok felvételét kísérő fiziológiai hatás. Itt nem tisztázható okok következtében a tápoldatokban a hidroxid-koncentráció bizonyosan megemelkedett.

#### 4.2.2. A tápanyag felhasználás értékelése az üzemi kísérletek alapján

Az üzemi kísérletekből a felhasznált, illetve távozó tápanyagok arányára csak közvetett módon nyerhetünk információkat, ugyanis az elfolyó drén térfogatának és a növény által felvett tápanyagok mennyiségének meghatározására nem volt közvetlen lehetőség, csak a túlfolyásban a minőségi változások követésére. A tápanyagok hasznosulásának közvetett meghatározását növényfajonként a 4.2.2.1. pontban bemutatott eredmények alapozzák meg.

##### 4.2.2.1. A termesztési kísérletek eredményei

###### ➤ Paprikatermesztés

A paprikatermesztési kísérletbe bevont 3 üzem (I-III.) terméseredményeit és a teljes tápanyag felhasználást a 21. Táblázat mutatja be.

#### 21. Táblázat.

**Terméseredmények és tápanyag felhasználás üzemi szinten paprikatermesztési kísérletben kőzetgyapoton (2004, 1 m<sup>2</sup>-re vonatkoztatva)**

Üzem sorszáma	Termés kg/m <sup>2</sup>	Felhasznált tápanyag g/m <sup>2</sup>				
		N	P	K	Ca	Mg
I.	25,5	282,0	67,8	399,3	143,5	17,5
II.	18,7	141,3	30,8	178,0	65,8	15,5
III.	22,9	169,7	32,0	168,9	82,0	14,8

A termesztéshez az üzemi kísérletekben az alábbi összetételű öntözővizeket használták (22. Táblázat).

#### 22. Táblázat.

**Az öntözővíz összetétel fontosabb mutatói paprikatermesztési kísérletben (2004)**

Üzem jele	pH	EC mS/cm	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	HCO <sub>3</sub> mg/l
I. (Rétegvíz)	7,04	0,63	85,7	26,6	14,0	465,5
II.(Rétegvíz)	7,54	0,36	77,2	13,4	2,3	288,9
III.(Rétegvíz)	7,52	0,45	53,5	24,4	21,4	320,0

###### ➤ Paradicsomtermesztés

A paradicsomtermesztési kísérletbe bevont 3 üzem (IV-VI.) terméseredményeit és a teljes tápanyag felhasználást a 23. Táblázat mutatja be.

### 23. Táblázat.

**Terméseredmények és tápanyag felhasználás üzemi szinten paradicsomtermesztési kísérletben kőzetgyapoton (2004, 1 m<sup>2</sup>-re vonatkoztatva)**

Üzem sorszáma	Termés kg/m <sup>2</sup>	Felhasznált tápanyag g/m <sup>2</sup>				
		N	P	K	Ca	Mg
IV.	42,5	226,0	54,8	358,2	162,6	42,8
V.	39,2	299,7	79,4	545,3	165,7	68,7
VI.	22,5	224,9	75,5	408,0	136,0	65,1

A termesztéshez az üzemi kísérletekben az alábbi összetételű öntözővizeket használták (24. Táblázat).

### 24. Táblázat.

**Az öntözővíz összetétel fontosabb mutatói paradicsomtermesztési kísérletben (2004)**

Üzem jele	pH	EC mS/cm	Ca	Mg	Na	HCO <sub>3</sub>
			mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
IV.(Rétegvíz)	7,05	0,61	77,1	24,2	28,5	47,1
V.(Rétegvíz)	7,20	0,42	71,0	15,0	16,0	313,0
VI.(Rétegvíz)	7,15	0,73	70,0	32,6	55,2	529,7

#### ➤ Uborkatermesztés

Az uborkatermesztési kísérletbe bevont 3 üzem (VII-IX.) terméseredményeit és a teljes tápanyag felhasználást a 25. Táblázat mutatja be.

### 25. Táblázat.

**Terméseredmények és tápanyag felhasználás üzemi szinten uborkatermesztési kísérletben kőzetgyapoton (2004, 1 m<sup>2</sup>-re vonatkoztatva)**

Üzem sorszáma	Termés kg/m <sup>2</sup>	Felhasznált tápanyag g/m <sup>2</sup>				
		N	P	K	Ca	Mg
VII.	33,7	103,6	23,6	129,8	74,9	13,3
VIII.	24,0	129,8	41,9	199,4	66,8	14,4
IX.	28,0	158,8	29,1	211,2	79,6	19,9

A termesztéshez az üzemi kísérletekben az alábbi összetételű öntözővizeket használták (26. Táblázat).

## 26. Táblázat.

Az öntözővíz összetétel fontosabb mutatói uborkatermesztési kísérletben (2004)

Üzem jele	pH	EC mS/cm	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	HCO <sub>3</sub> mg/l
VII.(Sótalanított)	7,42	0,08	3,1	0,8	13,1	48,2
VIII.(Vezetékes ivóvíz)	7,23	0,66	81,4	28,1	41,4	513,7
IX.(Vezetékes ivóvíz)	7,41	0,46	49,3	22,9	26,0	369,2

### 4.2.2.2. A tápanyagok hasznosulásának értékelése a termesztési eredmények alapján

A táblában a növényi interakció következtében megtörténik a tápelem ionok felvétele. A kicsöpögő tápoldatban elvileg ideálisra tervezett összetétel azonban már a táblában megváltozik, a gyökérszóna közelében egy módosult összetétellel kell számolni.

A gyökérszóna környezetében a túlzott mennyiségű oldat rontja a levegőzöttséget, ezért a fölösleget szükséges elvezetni. A fölös oldat (drénavíz) azonban a napi tápoldatozás megkezdése után csak később jelenik meg (a vízáradagoktól és az öntözés gyakoriságától függően), ezért ennek az összetétele már pontosan nem felel meg ugyanabban az időszakban a gyökérszóna közeléből vett minta összetételének. Valójában minél gyakoribb az öntözés, a tápoldat annál kevesebb ideig tartózkodik a közegben, így összetétele is jobban modellezi a gyökérszóna tápanyagviszonyait.

A gyökérszónát elhagyó oldat értékes és kevésbé hasznos oldott anyagokkal együtt távozik. Az előzmények alapján belátható, hogy a drénavíz összetétel nem standardizálható, azonban a túlfolyással távozó tápelem mennyisége megbecsülhető. Ehhez egy egyszerűsített „vízmérleget” felállítva juthatunk el. Az ehhez kapcsolódó számításokat a 15. melléklet foglalja össze.

Az elméleti megközelítés alapja, hogy az adott üzemben valamely felhasznált tápanyag teljes mennyisége ( $\Sigma$ ) és a tápoldatban mért átlagos koncentrációja ( $c_T$ ) alapján a kicsöpögő tápoldat térfogata ( $V_T$ ) kiszámítható. A térfogat megállapítását célzó számításokat két tápelemre alapoztam, a nitrogénre és a káliumra. Ennek az a magyarázata, hogy a foszfor oldhatóságának pH-függése erőteljesen befolyásolja a tápoldat foszfor koncentrációját, ezért nagyobbak az ingadozások a tápoldatban. A kalciumra és a magnéziumra nem alapozhatók a számítások, mert az öntözővízből is történik egy látens bevitel. A két tápelemre (N, K) alapozott tápoldat térfogatot ( $V_{TN}$ ,  $V_{TK}$ ) átlagolva kaptam meg a további számításokban felhasznált térfogatot ( $V_T$ ).



A termesztési adatokból ismert üzemenként az átlagos túlfolyási arány (D%), ennek segítségével megállapítható minden kísérleti helyszínen a drénvíz térfogata ( $V_D$ ). Tekintettel arra, hogy a drénvíz összetétele rendszeresen ellenőrzésre került, így az adott térfogattal ( $V_D$ ) és átlagos koncentrációval ( $c_D$ ) számolva, a távozó tápanyag mennyiség kalkulálható.

A „vízmérleg” lehetőséget teremt a kalcium és a magnézium hasznosulási arányának ( $H_{Ca}\%$ ,  $H_{Mg}\%$ ) megállapítására is. Ez a két tápelem kétféle forrásból került a tápoldatba: egyrészt az öntözővízzel annak természetes iontartalma által ( $c_{wCa}$ ,  $c_{wMg}$ ), másrészt a műtrágyákkal, melyek mennyisége ismert ( $M_{Ca}$ ,  $M_{Mg}$ ). Az öntözővíz által szállított mennyiség ( $T_{Ca}$ ,  $T_{Mg}$ ) a tápoldat térfogatából ( $V_T$ ) és a felhasznált öntözővíz kalcium- és magnézium koncentrációjából ( $c_{wCa}$ ,  $c_{wMg}$ ) (22. Táblázat, 24. Táblázat, 26. Táblázat) számítható. A két tétel összegzéséből a teljes bevitel megállapítható ( $\Sigma Ca$ ,  $\Sigma Mg$ )

Összevetve a kísérleti időszak teljes tápanyag bevitelét ( $\Sigma$ ) a túlfolyással távozó mennyiségekkel (D), az egyes tápelemek hasznosulási arányai kiszámíthatók (H%):

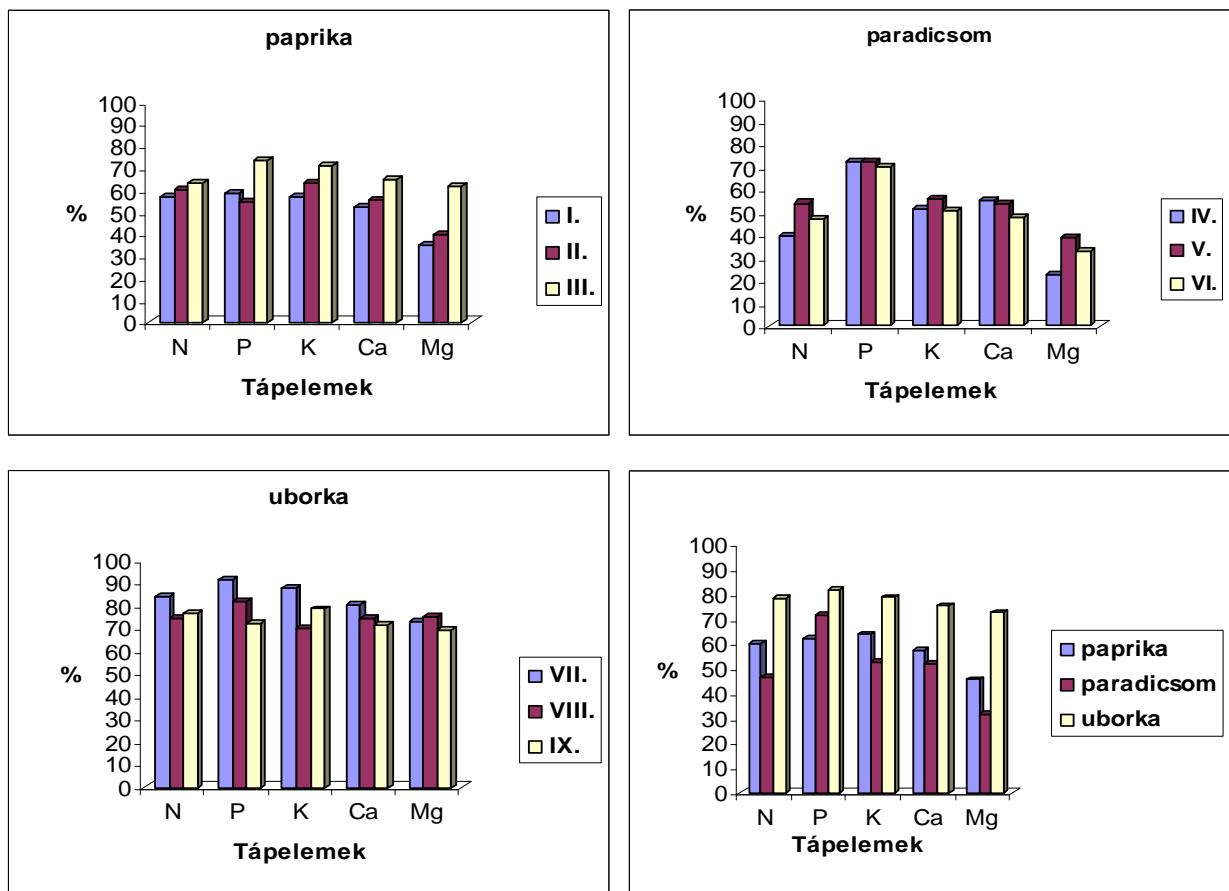
$$\text{Tápanyag hasznosulás \%} = \left( \frac{\text{Teljes tápanyag bevitel} - \text{Túlfolyással távozó mennyiség}}{\text{Teljes tápanyag bevitel}} \right) \times 100$$

A 9 kísérleti üzem adatainak elemzéséhez nem az abszolút értékeket, hanem a tápanyag hasznosulási arányokat vettem alapul. Ezeket a számításokat növényfajonként minden üzemre külön-külön, valamint növényfajonként átlagolva is elvégeztem (28. Ábra).

Ha a tápanyag hasznosulási eredményeket megvizsgáljuk, feltűnő, hogy növényfajonként nagyobb eltéréseket találunk, mint üzemenként (28. Ábra). A legjobb hasznosulás az uborkánál adódik, majd a paprika következik, végül legalacsonyabbak az arányok a paradicsom termesztése során.

Ha azonos növényfajnál üzemenként tekintjük az értékeket, a legkedvezőbb arányok minden tápelemnél ugyanarra az üzemre jellemzőek: paprikánál (a foszfor kivételével) a III. üzem (62-73,4 %), paradicsomnál a V. üzem (39,1-72,3 %), uborkánál a VII. üzem (73,0 -91,1 %) adta a legjobb eredményeket. Paprikánál a legkisebb hasznosulási arányokkal az I. üzem dolgozott, míg paradicsomnál és uborkánál üzemenként váltakoznak a gyengébb eredmények.

A fentiek azt igazolják, hogy a tápanyagok hasznosulása erőteljesen függ a termesztés helyi körülményeitől.



**28. Ábra. Tápanyagok hasznosulása üzemenként valamint növényenként átlagolva (I.-IX. üzemben, 2004)**

Tápelemenként és üzemenként megvizsgálva az arányokat, a legváltozatosabb eredményeket a paradicsomtermesztésben kaptuk. Azonban ha az átlagos hasznosulást összevetjük a KRÜGER (1990) által közölt értékekkel (12. Táblázat, 64. o.), igen jó egyezést kapunk a nitrogénre, 10 %-nál kisebb az eltérés a foszforra, és a többi tápelem esetében is alig haladja meg a különbség a 10 %-ot.

Az egyes tápanyagok hasznosulási arányait megfigyelve, feltűnik a foszfor kiugróan jó hasznosulása. Ennek magyarázatát az oldat vizsgálatok eredményei adhatják (4.2.1.3.). A fő tápelemek közül ugyanis a foszfornál jelentős csökkenés tapasztalható a túlfolyásban a kicsöpögő koncentrációhoz viszonyítva.

Minél alacsonyabb a túlfolyásban egy tápelem koncentrációja a tápoldatban mért értékhez viszonyítva, annál kisebb veszteséggel számolhatunk. Alátámasztja ezt a 20. Táblázatban (108. o.) bemutatott tendencia is. A kalcium és a magnézium alacsonyabb hasznosulása a túlfolyás megemelkedett koncentrációjával értelmezhető. Az utóbbi két ionhoz viszonyítva a kálium jobb aránya

az elfolyó oldat alacsonyabb koncentrációjával magyarázható. A nitrogén a 20. Táblázat szerint kétféle viselkedést mutat: az uborkánál a csökkenő drén koncentráció eredménye a jobb hasznosulás, a paprikánál és a paradicsomnál nő a túlfolyásban a koncentrációja, ezzel romlik az érvényesülése.

A három növény közül az uborkára adódott jó hasznosulási arányokat megalapozhatja az a tény, hogy itt dolgoztak a leghígabb oldatokkal (az uborkánál a drén átlagos EC-értéke 2,5 mS/cm, a paprikánál 2,7 mS/cm, a paradicsomnál 4,7 mS/cm). Az uborkánál a fentiekben már kiemelet VII. jelű üzem kifejezetten alacsony tápoldat (1,84 mS/cm) és túlfolyás (2,23 mS/cm) átlagos EC-értékekkel eredményezte a 9 kísérleti üzem közül a legjobb eredményeket. Alacsony EC-értékeket optimális közeli tápoldat összetétel mellett csak alacsony sótartalmú, sótalánított vízzel tudtak biztosítani.

A fentiek értelmében az öntözés a drén térfogatát és sótartalmát egyaránt befolyásolja, így lényeges tényezője a tápanyagok hasznosulásának.

Ennek értelmében megvizsgálható az is, hogy az öntözés vezérlése hogyan hat a tápanyagok érvényesülésére. Az idővezérelt öntözésben egy adott időszak átlagos fényviszonyaihoz igazított, stabil EC-értékű tápoldat kerül kijuttatásra. A klímavezérelt öntözés az aktuális besugárzási viszonyokhoz automatikusan alkalmazkodik, bizonyos határok között a tápoldat EC-értéke változik, igazodva a növényi vízigényhez.

A legjobb hasznosulást mutató III., V. és VII. jelű üzemekben valóban a besugárzás által szabályozott az öntözés, azonban gyengébb hasznosulást találtunk a paprika I. és II. jelű üzemeiben, ahol szintén klímavezérelt az öntözés. Az idővezérelt öntözést alkalmazó IV., VI., VIII. és IX. jelű üzemek alacsonyabb hasznosulási eredményeket adtak.

*Összegezve megállapítható, hogy a vízkultúrás nyitott rendszerű üzemi kísérletekben a főbb tápelemek hasznosulása átlagosan 30-80 % között változik. A tápelemek érvényesülésére egyebek között kihat a növényi faj, valamint a termesztési körülmények. Ez utóbbiak közül fontos tényező az öntözés, mely befolyásolja a túlfolyás térfogatát és annak sótartalmát is. A vizsgált tápelemek hasznosulási arányai összefüggésbe hozhatók a túlfolyás koncentráció változásával a tápoldathoz viszonyítva. A klímavezérlés a tapasztalatok szerint előnyösen hat a tápanyagok felvételére, de nem kizárólagos feltétele a jó hasznosulásnak*

#### **4.2.2.3. Tápanyagok hasznosulása az öntözővíz összetétel függvényében**

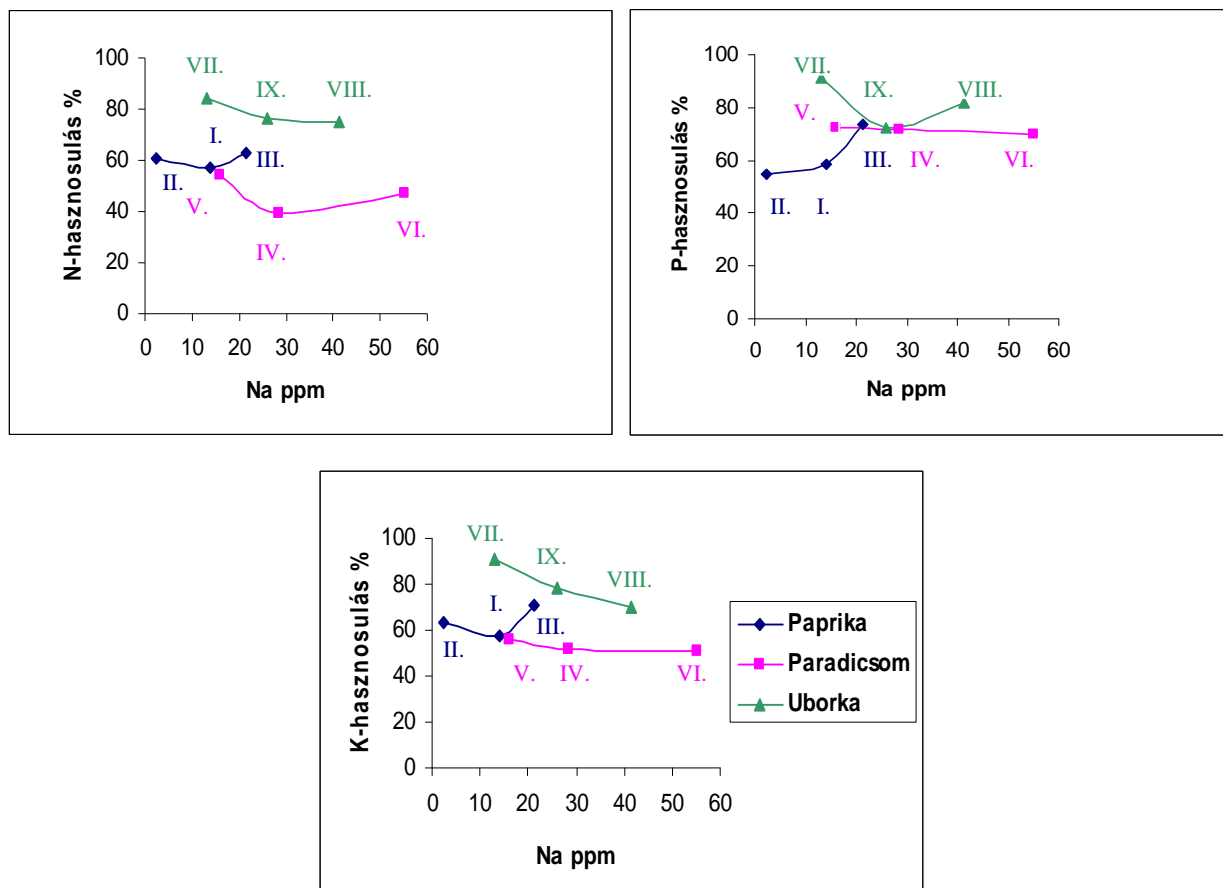
Vízminőség védelem szempontjából fontos annak tisztázása, hogy milyen termesztési feltételek mellett legjobb a tápanyagok hasznosulása, vagyis a drénnel távozó legkisebb tápanyag arány. Jelen esetben megvizsgálhatjuk a tápanyagok hasznosulási arányát a felhasznált öntözővíz egyes kémiai

paramétereinek függvényében. Természetesen a túlfolyással távozó tápanyagok csak az adott termesztés szempontjából jelentenek veszteséget, a másodlagos hasznosításuk megtörténhet.

A felhasznált öntözővizek nitrogén-, foszfor-, kálium- és klorid-tartalma elenyésző, ezért ezek függvényében a hasznosulást nem érdemes vizsgálni. A pH és a hidrokarbonát-tartalom szorosan összefüggő mutatók, azonban a víz hidrokarbonát-tartalma nem érvényesül közvetlenül, mert savazással lecsökkentik a tápoldatban, ezért ezt az összefüggést sem érdemes kutatni.

Érdekes lehet azonban a hazai öntözővizekben gyakran túlzott koncentrációban jelenlévő nátrium és az NPK hasznosulás összehasonlítása, valamint a kalcium érvényesülése a vizek kalcium-tartalmának, a magnézium hasznosulása a vizek magnéziumtartalmának függvényében.

A diagramokon a jelzések az egy-egy üzemhez tartozó értékeket jelölik (15. melléklet); ezek diszkrét értékek, azonban az áttekinthetőség érdekében az azonos növényhez tartozó 3 kísérleti üzem hasznosulási értékei összekötve kerültek ábrázolásra (29. Ábra).



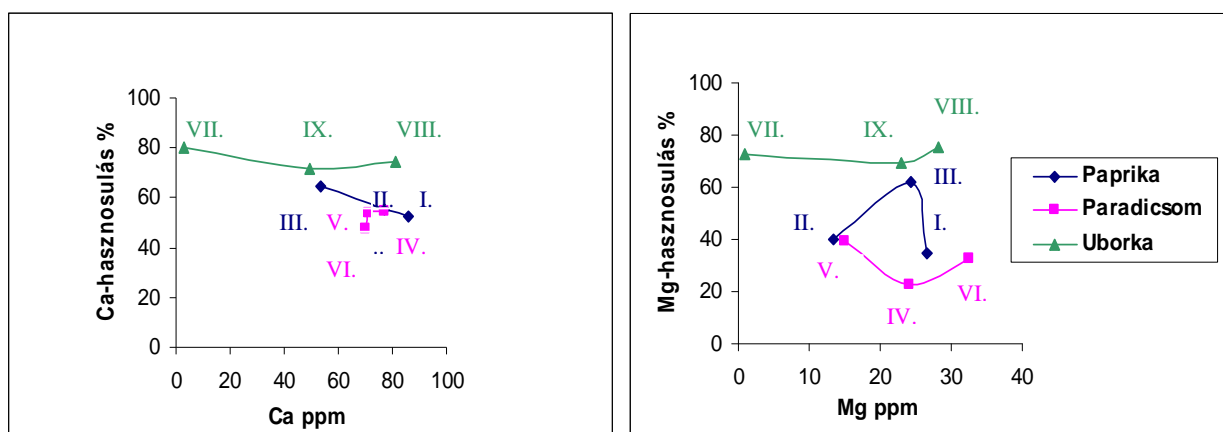
29. Ábra. NPK-hasznosulási arányok az öntözővizek Na-tartalmának függvényében

Az NPK veszteségek közül a nitrogén és a foszfor potenciális vízszennyező, ezért különösen fontos e két tápelemnél a jó hasznosulási feltételek megteremtése. A nitrogénvesztés legkisebb az uborkánál, legnagyobb a paradicsomnál, összességében 20-60 % között alakult. Foszforból a tápanyag veszteség legnagyobb a paprikánál, legkisebb az uborkánál, a kísérletben 15-45 % között alakult.

Megállapítható, hogy a három fő makroelem hasznosulását leíró függvények lefutása igen hasonló, egy-egy üzemnél a számított hasznosulási értékek közel esnek egymáshoz. Kivétel ez alól a paradicsom, amelynél a foszfor és a kálium hasznosulásához viszonyítva lényegesen alacsonyabbak a nitrogénre számított értékek. A görbék jól illusztrálják a korábban tett megállapítást, mely szerint a hasznosulási arányok jellemzőek az adott üzemi technológiára. Ha egy üzemnél alacsony a nitrogénvesztés, akkor többnyire alacsony a kálium és a foszfor is.

Ha az öntözővíz nátriumtartalmát is vizsgáljuk, elvileg feltételezhetnénk, hogy minél kisebb a nátriumtartalom, annál kisebbek a veszteségek, vagyis jobb a hasznosulás. Ezt megcáfolja a paprika esete, ahol nagyobb nátriumtartalom mellett jobb hasznosulást sikerült elérni, de az uborkánál a nitrogénre és a káliumra valóban igaznak tűnik az állítás. Igen érdekes a függvény tanúsága szerint, hogy a paradicsom termesztése során a foszfor hasznosulására az öntözővíz nátriumtartalma gyakorlatilag közömbös.

*A fenti összefüggések leginkább azt bizonyítják, hogy a tápanyagok hasznosulásában nem az öntözővíz nátriumtartalma a domináns, hanem egyéb termesztési feltételek. Ennek ellenére mindhárom függvény egy 30 ppm alatti elfogadható nátrium-koncentrációt sugall. A könnyebb számolás kedvéért fogadjuk el az 1,5 mmol/l (1,5 mekv/l = 34,5 ppm) értéket.*



**30. Ábra. Ca-hasznosulás az öntözővizek Ca-tartalmának, Mg-hasznosulás az öntözővizek Mg-tartalmának függvényében**

A paprikánál és az uborkánál a kalcium hasznosulását vizsgálva (30. Ábra) megállapítható, hogy általában nagyobb kalciumtartalmú öntözővíznél nagyobbak a veszteségek. Igen változatos kép

rajzolódnak ki azonban a magnéziumnál: nagyobb magnéziumtartalom mellett is előfordul mindhárom növénynél, hogy jobbak a hasznosulási eredmények, mint alacsonyabb magnéziumtartalomnál. A kalcium és a magnézium hasznosulásának vizsgálata főként gazdasági kérdés, mivel a tápoldatok kalcium-magnézium tartalma egyébként nem környezetterhelő.

Ha a fent vázolt összefüggések alapján mégis valami ajánlást szeretnénk megfogalmazni a vizek kalcium- és magnéziumtartalmára, akkor kalciumra a 80 ppm ( $2 \text{ mmol/l} = 4 \text{ mekv/l}$ ), magnéziumra a 25 ppm körüli ( $1 \text{ mmol/l} = 2 \text{ mekv/l}$ ) érték javasolható. Ezekkel a kation arányokkal a SAR-érték 1-nél kisebbnek adódik.

A nátrium, a kalcium és a magnézium a hazai vizek meghatározó kationjai. Ha feltételezzük, hogy a káliumtartalom elhanyagolható, akkor ez 7,5 mekv /l teljes kation tartalmat jelent, ami kb. 0,7 mS/cm fajlagos vezetőképességi értéknek felel meg.

Az uborkánál ezek az értékek már túl magasak. A legjobb mutatószámok a sótalánított vizet felhasználó üzemenél (VII.) adódtak, ami arra utal, hogy a természetnek alacsonyabb sótartalmú víz mellett jobbak a feltételei.

#### 4.3. Új tudományos eredmények

- A dél-alföldi vízforrások vízkultúrás alkalmasságát a következő körülmények határozzák meg:
  - ✓ Felszíni vizeknél a folyóvízzel fennálló kapcsolat. Minél gyakoribb a vízcseré, annál jobbak a vízkultúrás felhasználás feltételei.
  - ✓ Talajvizeknél az antropogén szennyezés. Mindössze 4 %-a elégítette ki a „megfelelő” minőség feltételeit; kb. 1/3 arányban csak a „kevésbé alkalmas” kategóriába sorolhatók, közel 2/3 részben legalább 1 határérték fölötti paraméter kizárja a vízkultúrás alkalmazást.
  - ✓ Rétegvizeknél a hidrogeológiai viszonyok. Összetételük állandóbb, természetes vegyi jellegük alapján főként a nátrium- és a hidrokarbonát-tartalom kifogásolható. Ezek szerint a homokhátsági beszivárgási és a mélyalföldi feláramlási rétegek vizei jól elkülöníthetők.
- A fő vízkultúrás zöldségnövényekre a dél-alföldi rétegvizekből az eltervezett arányok szerint a tápoldat összeállítható. A magas hidrokarbonát-tartalom ellenére is a puffer hatáshoz szükséges koncentráció minden esetben beállítható. Emiatt a tápoldat sótartalma

azonban megemelkedik, ezért a nagyobb sótűrésű fajtákat előnyben kell részesíteni. A rétegvizek alkalmasságát csak a nátriumtartalom korlátozza.

- A rétegvizek tápoldatos felhasználásában gondot okoz a mangán- és a vastartalom. A vizsgált vizek közel  $\frac{3}{4}$  részénél közepes eltömődési kockázattal kell számolni a víz szétosztásánál.

Hosszabb távon a rétegvizek korlátozó felhasználása miatt leginkább a talajvizek jöhetnek szóba, ezek azonban csak víztisztítással tehető alkalmassá.

- A kicsöpögő tápoldat összetételében a legnagyobb változás a növényi interakció által a táblában következik be. A kísérletek szerint a túlfolyó oldatban a kalcium-, a magnézium- és a nátriumtartalom nő, ez előidézi a túlfolyás EC-emelkedését. A foszfor- és a káliumtartalom csökken a tápoldat és a táblaoldat koncentrációjához viszonyítva. A túlfolyásban a pH emelkedik, a foszfortartalom a pH-alakulásával fordítottan változik. A nitrogénre egyértelmű trend nem adható meg.
- A tápelemek érvényesülése függ a növényi fajtól, valamint befolyásolják a termesztési körülmények. Az üzemi kísérletekben a makro- és mezoelemekre az átlagos hasznosulás 30-80 %; legkisebb az arány a magnéziumnál (23-75 %), legnagyobb a foszfornál (54-91 %) és a káliumnál (51-88 %). Az öntözés befolyásolja a túlfolyás térfogatát és annak sótartalmát, ezért lényegesen kihat a tápanyagok hasznosulási arányára. A vizsgált tápelemek hasznosulási arányai összefüggésbe hozhatók a túlfolyás koncentráció változásával: azok a tápionok, melyeknek a koncentrációja a túlfolyásban magasabb, alacsonyabb hasznosulási arányt adnak.

A besugárzáshoz igazított, klímavezérelt öntözés előnyös a tápanyagok felvételére, de nem kizárólagos feltétele a jó hasznosulásnak

- A tápanyagok hasznosulásában a technológiai elemek szerepe nagyobb, mint a vízkémiai adottságoké. Meghatározható egy nyitott rendszerekre ajánlott vízösszetétel, mely még nem korlátozza a jobb hasznosulást: a nátrium-tartalom kisebb, mint 1,5 mmol/l és a SAR-érték kisebb, mint 1. Ezek a határértékek szigorúbbak, mint a FILEP (1999) által megadott értékek a „korlátlanul felhasználható” vizeknél. Ezeket a feltételeket csak az alföldi beszivárgási területek rétegvizei elégítik ki.

A víztisztító beiktatása nyitott rendszereknél elősegíti a tápanyagok jobb hasznosulását, egyúttal megteremtí a zárt rendszerű termesztés vízkémiai feltételeit is.

## 5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A Dél-Alföldön a zöldségajtatás közel félvszázados hagyományokkal rendelkezik, jó néhány kistelepülésen szinte kizárólagos megélhetési forrást jelent. A nyugat-európai utat követve az elmúlt évtizedben itt is megindult a technológiai fejlesztés a talajtól elszakadó kultúrák telepítésével, de nálunk a szoros piaci verseny, az uniós előírások és a szigorodó környezetvédelmi elvárások sokkal rövidebb időt hagytak a felzárkózásra, ezért a technológiai-technikai fejlesztéseket fel kell gyorsítani, az adaptációs lehetőségeket meg kell vizsgálni.

A vízkultúras hajtásban a nagy fajlagos vízfelhasználás speciális igényeket támaszt a víz minőségére nézve is. Magyarországot általában víz szempontjából jó ellátottságú országnak tekintik, de az egyedi célokhoz nem mindig adottak a kedvező feltételek.

A talaj nélküli, vízre alapozott termesztési módszerek számos változatban terjedtek el, de a szakirodalom vízminőség szempontjából többé-kevésbé egységesen kezeli (a növény-közeg közötti elhanyagolható kölcsönhatások miatt) ezeket a kultúrákat. Kivétel ez alól a közeg pufferoló képessége, ebben a tekintetben az egyes termesztési technológiák között vannak jelentősebb különbségek.

A Dél-Alföldön a vízkultúras termesztéshez elegendő víz áll rendelkezésre, de az alkalmazhatóságot befolyásolja a víz eredete és kémiai összetétele.

### ➤ **Öntözővizek**

A *felszíni vizek* alkalmasságát a folyók vizével tartott kapcsolat lényegében meghatározza. Ahol a folyóvíz elérhető vagy időnként vízcserre lehetséges, ott jó minőségre számíthatunk. Minél kisebb a kicserélődés, annál valószínűbb a sók koncentrációja, így esélytelenné válik a felhasználás. A magas sótartalmú felszíni vizek tápanyagokkal és kommunális eredetű anyagokkal terheltek. A felszíni vizek felhasználását akadályozza a korlátozott elérhetőség, a téli problémás vízkitermelés és a nyári vízhiány.

A *talajvizek* mindenhol jól elérhetőek, de szinte minden vizsgált esetben kimutatható az antropogén eredetű szennyezés. Ezek közül is a túlzottan magas nátrium- és kloridtartalom a leginkább kifogásolható. Ráadásul felhasználásukat az is korlátozza, hogy azonos településen belül és időszakosan is változó összetételűek.



Negyedidőszaki rétegvizekkel az Alföld szinte mindenhol jól ellátott, azonban a készletek mintegy fele 50 m-nél sekélyebben helyezkedik el. A klímaváltozás lehetséges következményei miatt a rétegvizek stratégiai jelentőségűek, ezért ezeknek a mennyiségi és minőségi megóvása elsődleges szempont. Bár jelenleg igen sok illegális vízkivételi mű üzemel, emellett több ezer engedélyezett kút is működik, hosszú távon a környezetvédelmi prioritások miatt a rétegvizekre nem számíthatunk. A rétegvizek kitüntetett védelme szakmailag teljesen indokolt, ennél a vízforrásnál még nem mutatkoznak a felszíni szennyezés nyomai.

Napjainkban még rétegvizekre épült legális kutakat felhasználnak hajtásban öntözésre, ezeknek az összetétele viszonylag stabil, az adott településre jellemző, prognosztizálható. Az alkalmasságot lényegesen befolyásolja, hogy az alföldi regionális áramlási rendszerben a beszivárgási vagy a feláramlási zónában helyezkedik el a kút. Ezek többnyire kedvezően alacsony sótartalmú hidrokarbonátos vizek, de a felszín alatti áramlás során (főleg ioncserélődés által) nátriumtartalmuk megemelkedik, a kalcium- és magnéziumtartalom csökken, mindeközben a pH nő.

#### ➤ **A tápoldatozás előkészítése**

A tápoldat összeállítás során az öntözővizekben az optimális hidrokarbonát-tartalmat jóval meghaladó koncentráció szervesen savas kezeléssel minden esetben korrigálhatónak bizonyult, de ezzel rendszerint megemelkedett a tápoldat sótartalma is. A főbb hajtott zöldség- és gyümölcsnövények közepesen sótűrőek, a nagyobb tápoldat EC segíti a közeg sófelhalmozását, ami termés csökkenést indukálhat. Ezért nagyon fontos a jó fajtaválasztás illetve a nemesítés során a sótűrés javítása.

A vízminőség nemcsak a növényi kölcsönhatás, hanem a vízszétosztás szempontjából is fontos tényező. A felszín alatti vizeknél a mikroelemek közül elsőként a vas-, másodlagosan a mangántartalom okoz problémákat, ezért öntözés előtt a vízelőkészítésre gondot kell fordítani. Az üzemi technológiában tekintetbe kell venni azt a jól beilleszthető elemet (levegőztetésre alapozva), melyben a vastalanítás megtörténik.

#### ➤ **A túlfolyás kezelése nyitott rendszereknél**

A vízkultúrás hajtásnál nem hagyható figyelmen kívül a túlfolyás. Lényeges szempont a kisebb környezeti terhelés érdekében a nyitott rendszerű termesztő berendezéseket elhagyó oldatok másodlagos hasznosítása, ill. áttérés a zárt rendszerű termesztésre. A vizsgált 9 üzem közül a túlfolyás utólagos hasznosítására jelenleg csak az I. jelű üzemben találunk példát: a 4000 m<sup>2</sup> paprika termesztő felületen keletkezett túlfolyást 2 ha szabadföldi karfiol és csemege kukorica állományra juttatják ki csepegtető rendszeren keresztül, a teljes tápanyag igényt mintegy 80-90 %-ban ezzel fedezve.

A nyitott rendszereket elhagyó vizek vizsgálati eredményeiből levonható az a következtetés, hogy a besugárzás és az öntözés lényegesen befolyásolja a drénvíz összetételét. A hazai viszonyokra kidolgozott számítógépes modell sokat segíthetne az összetétel prognosztizálásában, ezzel az igényesebb hajtatási felhasználás is szóba jöhetne, pl. talajon termesztésben.

Amíg a tápelem viszonyokat nem tudjuk kontrollálni, addig csak kevésbé érzékeny állományokban célszerű felhasználni ezeket az oldatokat. Ilyen lehetőség pl. közterületek dísznövényeinek eseti öntözése, cserjék, díszfák tápoldatozása, fűfélék (pl. energiafű) trágyázása. Ezeknek az oldatoknak a tápanyag tartalma nem elhanyagolható, a vízfolyásokba jutása mindenképpen káros lenne, csak a talajon elhelyezés jöhet szóba.

Amíg a hazai üzemek döntően nyitott rendszerűek, addig is a tápanyagok jobb hasznosulását kell szorgalmazni. Az üzemi kísérletekből körvonalazható optimális vízösszetétel nem mindenhol adottság, így a kedvezőtlen vízminőség hatékonyságot rontó további tényező. A vízkultúrák célú vízminősítésben a sótartalom mellett a nátriumtartalom a kritikus tényező, de leginkább az alacsony abszolút koncentráció a döntő, kevésbé a relatív arány. Míg egyes szerzők a  $SAR < 2$  értéket javasolják, addig a  $SAR < 1$  előnyösebbnek bizonyult.

A vízminőségen túlmenően a technológiában még többféle lehetőség rejlik, amivel a jobb tápanyag érvényesülés elérhető. Erre bizonyítékot szolgáltatnak az üzemi kísérletek eltérő hasznosulási eredményei. Kulcsfontosságúnak találok az öntözés lehetőség szerinti optimalizálását, mert ez lényeges körülmény a túlfolyás térfogatának és koncentráció viszonyainak kialakításában.

Ezen kívül szükségesnek tartom a tápoldat összeállításokat hazai viszonyokra adaptálni, mert a gyökérközeg ideális tápanyag állapota a jó tápanyag érvényesülést segíti

### ➤ **Zárt rendszerű termesztés**

Hazai viszonyok között jelenleg még csak elvétve találunk példát a zárt rendszerű termesztésre. A környezetvédelmi előírások szerint egyre inkább elvárás a zárt tápanyag rendszerű termesztés, ahol csak bizonyos kedvezőtlen tápelem viszonyok kialakulása esetén juttathatnak ki tápoldatot a rendszerből. Ezt a térfogatot azonban a lehető legkisebbre lesz szükséges leszorítani (vagy megtisztítani). Ehhez fontos lesz kidolgozni azokat a termesztési módszereket, melyek mellett a legkisebb arányú a drén és az is lehetőség szerint a kultúra végeztével elfogy. A kérdés megoldása magában hordozza a kedvező termesztő közegek kiválasztását is. A zárt rendszer megteremtése nemcsak környezetvédelmi, hanem gazdasági okok miatt is fontos, mivel az üzemi kísérletek tanúsága szerint a tápoldattal kiadott tápanyagok 20-70 %-a eltávozik.

A zárt rendszerű termesztés egyik rizikó tényezője a fertőtlenítés. Erre jól illeszkedő és lehetőleg kémiaiailag indifferens módszert kell alkalmazni. Jó lehetőségnek kínálkozik az ózonos vagy UV-sugaras fertőtlenítés. A tápanyag felhasználást még inkább lehetne optimalizálni elektronikus, szelektív ion érzékeny szondák alkalmazásával (legalább nitrogénre és káliumra); ezek a termesztési gyakorlatban még nem terjedtek el, de elméletileg megalapozottak.

A zárt rendszer másik kritikus pontja a sófelhalmozódás. Ennek elsődlegesen az öntözővíz ballasztanyaga a forrása. Ha elfogadjuk azt, hogy a rétegvizek a jövőben nem lesznek elérhetők öntözésre, akkor csak a felszíni és talajvizek maradnak lehetőségnek. A felszíni vizekhez kötődő problémák miatt a talajvizek felhasználása valószínűsíthető, ez csak teljes sótalanítással lehetséges. A sótalanított víz igen jól illik a zárt technológiába, de a beruházási költségek emelkedésével is számolni kell.

A technológiai részfolyamatokat aszerint kell vizsgálni, hogy nyitott vagy zárt rendszerű a termesztés. Ennek figyelembe vételével a fenti kérdések tisztázása fontos fejlesztési irány a közeli jövőre.

## 6. ÖSSZEFOGLALÁS

A bioszféra kitüntetett szereplője a vízmolekula, melynek sokrétű funkciója különlegesen egyszerű szerkezetéből vezethető le. A víz, mint természeti erőforrás a hidrogeológiai körcikluson keresztül képes megújulni. A teljes ciklus egyik lehetséges alciklusának tekinthető vízkultúrák felhasználása.

A Dél-Alföldön félévszázados hagyományai vannak a zöldség-hajtásnak talajon. A talaj nélküli módszerek mennyiségi és minőségi szempontból egyaránt ígéretes lehetőségeket tárnak elénk, de ezeket a fejlesztéseket csak egy komplex környezettudatos szemléletmód alapozhatja meg. Ezt a látásmódot tekintetem vezérfonalként dolgoztam összeállításom alatt.

Az Irodalmi áttekintés c. fejezetben követtem a víz útját a forrástól a vízkultúrák felhasználás befejezéséig. Áttekintettem a dél-alföldi hajtásban hozzáférhető vízforrásokat; értékeltém az egyes víznyelési lehetőségeket mennyiségi, minőségi szempontból, a minőséget befolyásoló lényeges természetes és mesterséges folyamatokat. A víz stratégiai jelentősége miatt a hosszabb távú felhasználás értékeléséhez számba vettem a vízkivételt szabályozó nemzetközi alapelveket és a hajtáshoz kapcsolódó hazai vízgazdálkodási jogi szempontokat.

Az öntözővizek minősítésének talajon termesztésben jól kidolgozott rendszere működik, ez alapján sorra vettem a minősítés alapjául szolgáló jellemzőket.

Értékeltem a víz összetett szerepét a különféle talaj nélküli termesztési eljárásokban; megvizsgáltam a javasolt víz minőségét befolyásoló fontosabb termesztési feltételeket, ami megalapozza a talaj nélküli termesztésben alkalmazott differenciált vízminősítési rendszert.

A tápoldattal történik meg a gyökérszóna kémiai szempontú optimalizálása, ezért a tápoldat összeállítást befolyásoló körülményeket sorra vettem, a főbb zöldségnövényekre komplett tápoldat összeállításokat mutattam be szakirodalmi közlések alapján.

Vizsgáltam a vízminőség termesztésre gyakorolt hatását kiemelt jelentőségű vízkémiai jellemzők alapján. Áttekintettem a vízminőség javítás kémiai és technikai lehetőségeit ökonómiai szempontok figyelembe vétele mellett.

A vízkultúrák termesztés ökológiai értékeléséhez a nyitott és zárt termesztési rendszerek kerültek összehasonlításra, majd a túlfolyás kezelési lehetőségeit vettem sorra.

Az Anyag és módszer c. fejezetben bemutatásra került a témafeldolgozás két fő iránya. A vizsgálatok részben egy 5 évet átfogó, széleskörű öntözővíz mintagyűjtésre és azok laboratóriumi elemzésére épültek, másrészt 2004-ben elvégzett, vízkultúrák zöldség-hajtató üzemekhez kapcsolódó

kísérletek alapozták meg. A növényfajonként 3 párhuzamos üzemi kísérletben a rendszeres tápoldat vizsgálatok összekapcsolódtak a teljes tápanyag felhasználás és az összes termés regisztrálásával.

A térségből az összességében begyűjtött 323 db vízminta és a természetéhez kapcsolódó 159 db oldatminta laboratóriumi elemzését önállóan végeztem, a vizsgálatokhoz klasszikus analitikai és műszeres módszereket egyaránt használtam.

Az Eredmények és értékelés c. fejezetben a laboratóriumi vizsgálatokból és üzemi kísérletekből származó eredmények az értékeléssel együtt grafikusán és táblázatos formában kerültek bemutatásra.

Az öntözővizek vizsgálatába felszíni és felszín alatti vízforrásokat vontam be. Az öntözővíz vizsgálatok értékelését a vízkultúras természetűre vonatkozó szakirodalmi kategóriák alapján végeztem el. Kerestem az egyes vízforrások legfontosabb minőségi jellemzőit, a vízkultúras felhasználást korlátozó paramétereket. A vízminőséget a különböző vízforrásoknál más-más körülmény határozza meg: felszíni vizeknél a folyóvízzel fennálló kapcsolat, talajvizeknél a felszíni eredetű szennyezések, rétegvizeknél a hidrogeológiai viszonyok a döntőek.

A vizsgált vízforrások közül legstabilabb összetételűnek a rétegvizek adódtak. A Dél-Alföldön a rétegvíz minták begyűjtése nem okoz gondot, de a hiteles kútmélységet sok esetben nem ismerjük, ezért a rétegvizek minősítését 9 modelltelepülést kiválasztva végeztem el.

Élettani és technikai szempontok miatt fontos a vízkultúrában felhasznált öntözővizek mikroelem tartalmát ismerni. Ehhez 87 db rétegvíz minta került elemzésre. A mikroelemeket összességében tekintve, csak a vas- és mangántartalom zavaró. A vízminták több, mint 70 %-ánál kell emiatt eltömődésre számítani a szétosztásnál.

Kísérleti eredményekkel szemléltettem a fordított ozmózis elvén működő sótalanítást. A módszer eredményes minőségjavítási technológiának bizonyult, de alkalmazásának további környezeti következményeivel kell számolni.

A 9 modellezett rétegvíz összetétel statisztikai feldolgozása után a 95%-os valószínűségi szintű legkedvezőtlenebb összetétel alapján paprikához, paradicsomhoz és uborkához teoretikus standard tápoldatokat állítottam össze, az összességében 27 db recepturán a tápoldat készítés kémiai lehetőségeit és korlátait kutattam a Dél-Alföldön. Kémiaiilag valamennyi vízösszetétel mellett a tervezett tápelem arányok kialakíthatók, de a magas hidrokarbonát- és nátriumtartalom következtében magasabb sótartalmú tápoldatok keletkeztek, ami a sóra érzékenyebb paprikánál és uborkánál gondot jelenthet.

Az üzemi kísérletekben az oldat vizsgálatok értékelésén keresztül kerestem a túlfolyásban bekövetkező arányváltozások tendenciáit a tápoldat és a táblaoldat összetételéhez viszonyítva, a másodlagos felhasználás elvi megalapozása érdekében. A túlfolyásban egyes tápionok tendencia jellegű változása ismerhető fel: a kalcium-, a magnézium- és a nátriumtartalom nőtt (előidézve a

túlfolyás EC-emelkedését), a foszfor- és a káliumtartalom pedig csökkent a tápoldat és a táblaoldal koncentrációjához viszonyítva. Az anionok közül csak a hidroxid-koncentráció, ezen keresztül a pH emelkedése volt igazolható. A túlfolyás foszfortartalma a pH-alakulásával fordítottan változott, a nitrogénre egyértelmű trend nem igazolódott.

Az üzemi kísérletek lehetőséget adtak a fő tápelemek hasznosulási arányának becslésére, illetve a drénnel távozó tápanyagok közelítésére. Az átlagos hasznosulás 30-80 % között alakult a makro- és mezoelemekre; legkisebb arány a magnéziumnál (22,5-75,1 %), legnagyobb a foszfornál (54-91 %) és a káliumnál (51-88 %) adódott. A vizsgált tápelemek hasznosulási arányai összefüggésbe hozhatók a túlfolyás koncentráció változásával: azok a tápionok, melyeknek a koncentrációja a túlfolyásban magasabb, alacsonyabb hasznosulási arányt adtak, mint azok az ionok, melyeknek a túlfolyásban kisebb a koncentrációja a tápoldathoz viszonyítva. A tápanyag hasznosulási értékek üzemenként és növényfajonként átlagolva is kiszámolásra kerültek.

Az üzemi kísérletek által kerestem az összefüggést a vízminőség és a tápanyagok hasznosulási aránya között. A tápanyagok hasznosulásában a vízkémiai adottságokat kisebb jelentőségűnek találtam, mint az egyéb technológiai körülmények szerepét, de az eredmények alapján körvonalazható egy nyitott rendszerekre irányadó vízösszetétel, mely még nem korlátozza a jobb hasznosulást.

A Következtetések c. fejezetben értékeltem a vízkultúrák termesztés dél-alföldi vízminőségi feltételeit, valamint javaslatokat fogalmaztam meg a hazai fejlesztésekre, melyek a lényegesen kisebb ökológiai terhelés irányába hatnak.

## SUMMARY

One of the most important constituents of the biosphere is the water molecule. Its multi-functional role is based on the especially simple structural properties. Water, as a natural resource, is continuously renewed through the hydro-geological cycle. One of the possible subcycles is the utilisation of water in hydroculture.

In the southern region of the Great Plain, forcing of vegetables on soil has traditions of half a century. Soil-less methods of forcing seem to be promising from both, quantitative as well as qualitative point of view, but that type of development cannot be realised without a thoughtful environmental attitude. This guiding principle has been considered throughout in the present study.

The review of the literature aimed to follow up the fate of water from the source through the hydroculture until the end of the procedure. A survey of the water resources available in the southern region of the Great Plain has been followed by considering the water gaining possibilities influenced and modified by natural as well as technical conditions. The strategic significance of water utilisation on the long run required an intrinsic knowledge of international principles and legal rules related to hydroculture.

The qualification of water used for irrigation in forcing on soil culture is provided by an elaborated practice, which served as a useful basis for our purpose.

The complex role of water in the different types of soil-less cultures has been approached by evaluating the factors, which influenced water quality according to a differentiated monitoring system.

The nutrient solution ought to optimise the chemical composition of the rooting zone. For that purpose, the possible conditions have been considered and the recipes for several vegetable species have been presented according to the relevant literature.

I explored the effects of water quality, i.e. chemical composition, on the success of production. The chemical and technical possibilities of improving the technology are weighed from the point of view of economy.

As for the ecological concerns of hydroculture, the open and closed forcing systems of hydroculture were compared, subsequently, a study was aimed upon the possibilities of treating the overflow.

In chapter of "Material and methods" two alternative approaches of the question have been introduced. For that purpose, water samples have been collected and analysed over a period of 5 years, moreover, systematic experiments with hydroponics have been performed in vegetable forcing plants in

2004. Three parallel experiments have been designed for each vegetable species. Regular analyses of the nutrient solution served for the monitoring of nutrient uptake and of total yield.

Altogether 323 water samples and 159 solution samples were analysed in the laboratory according to the classical implements and analytical methods.

Results derived from the analytical data and production experiments as well as their evaluation have been presented in tables and graphs.

Water samples for analyses were taken from different superficial and underground sources. The evaluation of the results concerning water quality was performed according to the categories fixed in the relevant literature. I endeavoured the determination of the main anomalies and their critical parameters impairing the use of individual water resources for hydroculture. Water quality of different resources essentially depended on various causes stemming from a polluted river or from the hydro-geological stratum of the respective well.

Most stable was the quality of waters gained from geological strata. In the southern region of the Great Plain, the sampling did not cause difficulties, although the depth of the wells often could not be cleared unequivocally, therefore for the characterisation of resources has been referred to 9 model communities.

The knowledge of the micro-nutrient content of the water was important from the point of view of physiological as well as technical considerations. For this purpose, 87 well samples have been analysed. Out of the micro-elements, iron and manganese content were the disturbing factors. They were identified in 70 % of the samples as the cause of jamming of tubes distributing the solution.

Experimental proofs suggested the utility of desalinisation by the method of reversed osmosis. It proved to be a feasible procedure of improving quality although its environmental implications ought to be avoided.

Taking the 9 model water resources, optimal (theoretically on the 95 % level) composition of solutions have been elaborated for pepper, tomato and cucumber as standards. As a whole, 27 recipes have been tested within the existing conditions of the southern Great Plain. All reasonable chemical relations of the nutrients could be applied with the existing water qualities, however, the high content of hydrocarbonates and sodium content risked too high salt concentrations, which may become deleterious for the salt-sensitive pepper and cucumber.

In the experimental production, the effect of overflow has been a matter of monitoring the changes in composition and the possibility of secondary utilisation of the solution. In the overflow, an increasing content in Calcium, Magnesium and Sodium is a recognised tendency (the overflow caused an increasing EC – electrical conductivity), meanwhile, the relative content of Phosphorus and



Potassium decreased. Among the anions, the concentration of hydroxide changed, which means higher values of pH. Phosphorus content and pH changed inversely, whereas for Nitrogen content no unequivocal trend was found.

The experimental production facilitated the estimation of the utilisation of nutrients and their loss with the overflow. An average utilisation of macro- and meso-elements was estimated to be 30-80 %, the lowest was in Magnesium (22,5-75,1 %), the highest in Phosphorus (54-91 %) and Potassium (51-88 %). The rate of utilisation is traced by the observations performed on the overflow, as the nutrients most encountered in the overflow are less utilised, whereas the depleted elements were mostly consumed by the plant. The utilisation of nutrients has been determined in each forcing unit and each species, and the means have been calculated from the individual observations.

In the experimental plants correlation has been stated between water quality and utilisation of nutrients. The chemical properties of the water proved to be a minor condition of nutrient utilisation than some other moments of growing technology, but the results facilitated the determination of a favourable chemical composition of water, which would not impair the utilisation of nutrients substantially.

The chapter of Conclusions deals with the water quality in the southern region of the Great Plain, and proposals are presented concerning the further development of the soil less culture in the region being conscious of the ecological risk to be avoided.

## MELLÉKLETEK

### 1. melléklet

#### IRODALOMJEGYZÉK

1. ADAMS P. (1990): Effect of salinity on the distribution of calcium in tomato (*Lycopersicon esculentum*) fruit and leaves. [473-476. p.] [ed.: Beusichem, M. L. van] *Plant nutrition - physiology and applications*. In: Proceedings of the XI. International Plant Nutrition Colloquium. Wageningen, Netherlands July 30-August 4, 1989
2. ADAMS S. (1991): Effects of increasing the salinity of the nutrient solution with major nutrients or sodium chloride on the yield, quality and composition of tomatoes grown in rockwool. *Journal of Horticultural Science*, 66 (2) 201-207. p.
3. ALARCON A. L. (1998): Trends in Spanish fertigation. *Horticultura, Revista de Hortalizas, Flores, Plantas Ornamentales y Viveros*, 133. 38-51. p.
4. ARANY S. (1956): A szikes talaj és javítása. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó. 407 p.
5. ARGO W. R., BIERNBAUM J. A. (1996): The effect of lime, irrigation-water source, and water-soluble fertilizer on root-zone pH, electrical conductivity, and macronutrient management of container root media with impatiens. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 121 (3) 442-452. p.
6. AUJESZKY G., SCHEUER GY. (1983): A Kunszentmiklós-tassi kistérségi vízmű vízszerezési lehetőségei. *Hidrológiai Tájékoztató*, Április
7. AYERS R. S., WESTCOT D. W. (1985): Water quality for agriculture. *FAO Irrigation and Drainage Paper*. 29 Rev.1. Rome 174 p.
8. BALÁZS S. (Szerk.) (2001): A zöldség-hajtatás kézikönyve. Budapest: Mezőgazda Kiadó. 573 p.
9. BAUDOIN W. O., WINSOR G. W., SCHWARZ M. (1990): Soilless culture for horticultural crop production. [FAO Plant production and protection paper, (101)] 187 p.
10. Van Der BEEK J. G., LTIFI A. (1991): Evidence for salt tolerance in pepper varieties (*Capsicum annuum* L.) in Tunisia. *Euphytica*, 57 (1) 51-56. p.
11. BENEDEK P., LITERÁTHY P. (1979): Vízminőség-szabályozás a környezetvédelemben. Budapest: Műszaki Könyvkiadó. 239 p.
12. BENEDEK P., VALLÓ S. (Szerk.) (1990): Víz tisztítás- Szennyvíztisztítás Zsebkönyv. Budapest: Műszaki Könyvkiadó. 687 p.
13. BERGMAN W. (1979): Termesztett növények táplálkozási zavarainak előfordulása és felismerése. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó. 146 p.

14. BERNSTEIN L. (1976): Physiological basis of salt tolerance in plants. [283-290. p.] In: Proc. Intern. Symp. Genetic Control Diversity in Plants. Lahore, Pakistan March 1976. Plenum Press New York.
15. BIERNBAUM J. A. (1992): Root-zone management of greenhouse container-grown crops to control water and fertilizer. *HortTechnology*, 2 (1) 127-132. p.
16. BIERNBAUM J. A. (1994): Water quality. In: TAYAMA H., ROLL T., GASTON M.( eds). *Tips on growing bedding plants*. 3<sup>rd</sup> ed. Columbus: Ohio Florists' Assn.
17. BIERNBAUM J. A. et al. (1999): Water and nutrient management in peat-based media - a program review and perspective. *Acta Horticulturae*, 481. 103-110. p.
18. BIXBY D. W., TISDALE S. L., RUCKER D. L. (1964): Adding plant nutrient sulphur to fertilizer. Washington: The Sulphur Institute.
19. BLAABJERG J. (1983): Physical and chemical compositions of the inactive growing medium Grodan and its fields of application and extension. *Acta Horticulturae*, 133. 53-57. p.
20. BODONYI F., PITTER Gy. (2000): Kémiai összefoglaló. Budapest: Műszaki Könyvkiadó. 524 p.
21. BODOR E. (1968): Szervetlen kémia. Budapest: Tankönyvkiadó. 735 p.
22. BÖHME M. (1995): Effects of closed systems in substrate culture for vegetable production in greenhouses. *Acta Horticulturae*, 396. 45-54 p.
23. BÖHME M. (1996): Influence of some growth factors on the quality of cucumber in different substrates. *Acta Horticulturae*, 434. 283-292 p.
24. BOROSS L., SAJGÓ M. (2003): A biokémia alapjai. Budapest: Mezőgazda Kiadó. 590 p.
25. BULLA M.(Szerk.) (1989): Tanulmányok hazánk környezeti állapotáról. Kézirat. Budapest: Környezetgazdálkodási Intézet.
26. Van Der BURG A. (1994): Vooral natriumcijfer loopt op. *Groenten + Fruit/Glassggroenten*, (3) 11-18. p.
27. CAPRA A., SCICOLONE B. (1998): Water quality and distribution uniformity in drip/trickle irrigation systems. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 70 (4) 355-365 p.
28. CHARTZOULAKIS K. S. et al. (SONNEVELD C. ed.) (2000).: Effects of NaCl salinity on growth and yield of two pepper cultivars. *Acta Horticulturae*, 511. 143-149. p.
29. CHILLEMI G. et al. (1999): Tomato in NFT: salinity of the nutrient solution, yield and intrinsic fruit quality. *Colture Protette*, 28 (8) 4-46. p.
30. CLIFFORD D., WEBER W. J. (1977): Nitrate Removal from Water Supplies by Ion Exchange. *EPA Report*, 600/8-77-015. Cincinnati, 42 p.

31. COMBRINK N. J. J. (1998): Tomato fruit quality and yield as affected by NaCl in nutrient solutions. *Journal of the Southern African Society for Horticultural Sciences*, 8 (2) 57-59. p.
32. CORNILLON P. et al. (FERREYRA M. I. ed.) (2000): Interactive effect of Na and K on water relations in pepper. *Acta Horticulturae*, 537. 253-258. p.
33. COSTA J. M. (2003): The role of substrates in propagation. *Flower Tech.*, 6. 22-27. p.
34. CRESSER M., KILLHAM K., EDWARDS T. (1993): Soil chemistry and its applications. Cambridge: Cambridge University Press. 192 p.
35. CSELŐTEI L. (1998): Az időjárás hatása a növények vízellátásra és termésére. In: *A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései*. MTA Stratégiai Kutatások Programja (kézirat), Budapest
36. DARAB K., FERENCZ K. (1969): Öntözött területek talajtérképezése. Budapest: OMMI. 215 p.
37. DEBRECZENI B-né, SÁRDI K. (1999): A tápelemek és a víz szerepe a növények életében. 30-90. p. In: FÜLEKY GY. (Szerk.): *Tápanyag-gazdálkodás*. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 714 p.
38. DILLIARD C. R. (1982): Kémia: Reakciók, szerkezetek, tulajdonságok. Budapest: Gondolat. 769 p.
39. DORAIS M. et al. (2000): Improving tomato fruit quality by increasing salinity: effects on ion uptake, growth and yield. *Acta Horticulturae*, 511. 185-195. p.
40. DURANY U. C. (1982): Hidroponia-Cultivo de plantas sin tierra. Barcelona: Spain Editorial Sintes, S.A., 238 p.
41. EGEEA C. et al. (1997): Hydric and mineral nutrition of cucumber (cv. Alaska) on rockwool. Ionic interrelationships. *ITEA Produccion Vegetal*, 93 (2) 104-115. p.
42. ELŐDI P. (1983): Biokémia. Budapest: Akadémiai Kiadó. 935 p.
43. ERDEY-GRÚZ T. (1972): A fizikai kémia alapjai. Budapest: Műszaki Könyvkiadó, 840 p.
44. ERDEI L. (1981): Szenzitivitás és rezisztencia: iontranszport és ATP-áz-aktivitás sótüdő növényekben. *MTA Biol. Oszt. Közl.* 24. 239-245. p.
45. ERDÉLYI M., GÁLFY J. (1988): Surface and Subsurface Mapping in Hydrogeology. Budapest: Akadémiai Kiadó. 384 p.
46. ERREBHI M., WILCOX C. A. (1990): Plant species response to ammonium-nitrate concentration ratios. *Journal of Plant Nutrition*, 13 (8) 1017-1029. p.
47. FADRUS H. & MALY J. (1975): Suppression of iron(III) interference in the determination of iron(II) in water by the 1,10-phenanthroline method. *Analytica Chimica Acta*, 77. 315. p.
48. FERREYRA R. E. et al. (1998): Effect of acid application on some chemical characteristics of a calcareous soil. *Agricultura Tecnica Santiago*, 58 (2) 163-170. p.

49. FILEP GY. (1999): Az öntözővizek minősége és minősítése. *Agrokémia és Talajtan*, 48. 1-2, 49-65 p.
50. FISCHER I. (1985): Paprika sőtűrése és exocarpium vastagsága. *Kertgazdaság*, 17 (1) 57-61. p.
51. FLOWERS T. J. (1985): Physiology of halophytes. *Plant and Soil*, 89. 41-56. p.
52. FODOR T-né, KLEB B. (1986): Magyarország mérnökgeológiai áttekintése. Budapest: MÁFI. 199 p.
53. FORD H. W. (1982): Iron ochre and related sludge deposits in subsurface drain lines. Gainesville: Florida Cooperative Extension Service, I.F.A.S, University of Florida [Circular (671)]
54. FORRÓ E. (1999): A termésminőség biztosításának lehetőségei fólia alatti termesztésben mesterséges talajokban és közegekben. [419-423.] p. In: [Kismányoki T. szerk.] Abstracts and Proceedings. XLI. Georgikon Napok Tudományos Tanácskozás. Keszthely, Magyarország Szeptember 23-24, 1999
55. GAYER J., LIGETVÁRI F. (2006): Települési vízgazdálkodás csapadékvíz-elhelyezés. Budapest: Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Kutató Intézet KHT. 179 p.
56. GEISSLER T. (1991): Gemüseproduktion unter Glas und Platten. Produktionsverfahren. Berlin: Deutscher Landwirtschaftsverlag. 279 p.
57. GERICKE, W. F. (1937): Hydroponics – crop production in liquid culture media. *Science*, 85. 177-178 p.
58. GIAGLARAS P. et al. (1999): Dynamic simulation of nutrient solution composition in a closed hydroponics system. [219-224 p.] [ed: SIGRIMIS N. ] *Control applications and ergonomics in agriculture (CAEA '98)* In: Abstracts and Proceedings IFAC Workshop. Athens, Greece June 14-17, 1998
59. GIELING et al. (2005): Hydrion-line, towards a closed system for water and nutrients: feedback control of water and nutrients in the drain. *Acta Horticulturae*, 691. 259-266. p.
60. GORHAM J., WYN JONES R. G., McDONNELL E. (1985): Some mechanisms of salt tolerance in crop plants. *Plant and Soil*, 89: 15-40. p.
61. GÖHLER F., DREWS M. (1989): Hydroponische Verfahren bei der Gemüseproduktion in Gewächshäusern. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, 108 p.
62. GRIMSTAD S. O., BAEVRE O. A. (1989): Irrigation routines and leaching in glasshouse tomatoes. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences*, 3 (3) 233-240. p.
63. GÜNES A., INAL A., ALPASLAN M. (1996): Effect of salinity on stomatal resistance, proline, and mineral composition of pepper. *Journal of Plant Nutrition*, 19 (2) 389-396. p.

64. HAGIN J., TUCKER B. (1982): Fertilization of Dryland and Irrigated Soils. New York: Springer-Verlag. 188 p.
65. HAO X. et al. (2000): Improving tomato fruit quality by raising the EC of NFT nutrient solutions and calcium spraying: effects on growth, photosynthesis, yield and quality. *Acta Horticulturae*, 511: 213-221. p.
66. HARASZTY Á. (Szerk.) (1990): Növény szerkezettan és növényélettan. Budapest: Tankönyvkiadó. 798 p.
67. HAYNES R. J., GOH K. M. (1978). Ammonium and nitrate nutrition of plants. *Biology Reviews*, 53: 465-510. p.
68. HEM J. D. (1963): US Geological Survey. *Water Supply Papers*, 1667. 1-64 p.
69. HOAGLAND D. R., ARNON D. I. (1950): The water-culture method for growing plants without soil. *Calif. Agric. Exp.* 347. 1-32. p.
70. HOCHMUTH G. J., HOCHMUTH R. C. (1990): Nutrient Solution Formulation for Hydroponic (Perlite, Rockwool, NFT) Tomatoes in Florida. *University of Florida IFAS Extension Service*. Report SSVEC 44. 17 p.
71. HODOSSI S., KOVÁCS A., TERBE I. (Szerk.) (2004): Zöldségtermesztés szabadföldön. Budapest: Mezőgazda Kiadó. 356 p.
72. HORINKA T. (1997): Tápoldatozás a kertészeti termesztésben. Hódmezővásárhely: Kemira KFT. 446 p.
73. HORTOBÁGYI I., RAJKOVITS ZS., WAJAND J. (2001): Matematikai, fizikai, kémiai összefüggések. Piliscsaba: Konsept-H Könyvkiadó, 368 p.
74. HÖLL W., EBERLE H. S. (1984): Anwendung von Ionaustauschern zur Nitrat- und Sulfat-Eliminierung in der Trinkwasseraufbereitung. Aachen: GWA. H. 65. p.
75. HRABOVSZKI E. (1998): A Dél-Alföld felszín alatti vizeinek nyomelem tartalma. *Hidr. Közl.* (4) 223-231 p.
76. IWASAKI Y. et al. M. (1999): Comparison between soil and rockwool as substrates utilizing a drained nutrient solution for growing tomatoes in a closed fertigation system. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 68 (6) 1161-1169. p.
77. JEANNEQUIN B., FABRE R. (1998): Fertigation study in soilless tomatoes using recycled drainage water. *PHM Revue Horticole*, 396: 17-20 p.
78. JENSEN M. H.; COLLINS W. L. (1985): Hydroponic vegetable production. *Horticultural reviews* 7. 483-558. p.
79. JUHÁSZ J. (1987): Hidrogeológia. Budapest: Akadémiai Kiadó, 972 p.

80. KALLÓ D., PAPP J., TERBE I. (1987): A zeolitásványok kertészeti felhasználása. *Kertészeti Egyetem Közleményei*, 49. 49-56. p.
81. KAMINSKI R., SCHARPF H. C. (1991): Zinkschäden an Rosen in Aeroponik. *Gartenbau* 38 (7) 42-44 p.
82. KAPPEL N. et al. (2002/a): A palántanevelő közegek hatása az uborka fejlődésére. *Kertgazdaság*, 34 (2) 17-20. p.
83. KAPPEL N. et al. (2002/b): Bentonitos kezelés hatása az uborka palánta fejlődésére. *Hajtatás korai termesztés*. 33 (2) 19-22. p.
84. AL KARAKI G. N. (2000): Growth, sodium, and potassium uptake and translocation in salt stressed tomato. *Journal of Plant Nutrition*, 23 (3) 369-379. p.
85. KLARING H. P. et al. (1999): Control of concentration of nutrient solution in soilless growing systems, depending on greenhouse climate - advantages and limitations. [133-139. p.] [ed: BAR Y. B. ] In: *Abstracts and Proceedings III. International Workshop on Models for Plant Growth and Control of the Shoot and Root Environments in Greenhouses*. Bet Dagan, Israel February 21-25, 1999
86. Van KOOTEN O., HEUVELINK E., STANGHELLINI C. (2004): Nutrient supply in soilless culture: on-demand strategies. *Acta Horticulturae*, 659: 533-540. p.
87. KOVÁCS A. (2001): Talaj nélküli termesztés. 101-121. p. In: BALÁZS S. (Szerk.): *A zöldség-hajtatás kézikönyve*. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 573 p.
88. De KREIJ C. et al. (1997): Voedingsoplossingen voor de teelt van tomaat in gesloten teeltsystemen. . [Naaldwijk: Glasshouse Crops Research Station] (*PBG Brochure*) 2. 21 p.
89. De KREIJ C., VOOGT W., BAAS R. (1999): Nutrient solutions and water quality for soilless cultures. [Naaldwijk: Glasshouse Crops Research Station] (*PBG Brochure* ) 196.
90. De KREIJ C. (1999): Production, blossom-end rot, and cation uptake of sweet pepper as affected by sodium, cation ratio, and EC of the nutrient solution. *Gartenbauwissenschaft*. 64 (4) 158-164. p.
91. KUTI L. (1989): A fiatal laza üledékek és a bennük tározódó talajvíz tulajdonságainak kölcsönhatása. 441-454. p. In: *MÁFI Jelentés az1987. Évről*. Budapest.
92. KUTI L. et al. (1999): Az agrogeológiai térképek adatainak és a szikesedés elterjedésének kapcsolata az Alföldön. *Agrokémia és Talajtan*, 3-4 (48) 501-516. p.
93. KRÜGER I. (1990): Belastung der Umwelt durch Düngestoffe bei offenen Hydroponikverfahren. *Gartenbau* 37 (12) 400-401. p.
94. LANG H. (1996): Insights into plug fertility. *Greenhouse Product News*, 6 (1) 24-27. p.

95. LÁNG I. (Szerk.) (2002): Környezet- és Természetvédelmi Lexikon I. Budapest: Akadémiai Kiadó, 664 p.
96. LENNARD S. (2004): Effect of Pyrophyllitic clay suspension on salinity tolerance of tomato in NFT. *Acta Horticulturae* 648. 27-30. p.
97. LETTERNÉ B. G. (1998): Felszín alatti vizek és területhasználatok. [Budapest: KTM Kiadvány.] (Kármentesítési füzetek 5) 22 p.
98. LIN W. C., GLASS A. D. M., PAPADOPOULOS A. P. (1999): The effects of NaCl addition and macronutrient concentration on fruit quality and flavor volatile of greenhouse tomatoes. *Acta Horticulturae*, 481 487-491. p.
99. LI Y. L., STANGHELLINI C., CHALLA H. (2001): Effect of electrical conductivity and transpiration on production of greenhouse tomato. *Scientia Horticulturae*, 88 (1) 11-29. p.
100. MADOS L. (1940): Öntözővizek vizsgálata és minősítése. Budapest: Mezőgazd. Kut. 121-131. p.
101. MAJOR P. (1993): A nagy-Alföld talajvízháztartása. *Hidrl. Közl.*, 1. 40-43 p.
102. MAKSZIMOV N. A. (1951): A növényélettan rövid tankönyve. Budapest: Tankönyvkiadó, 388 p.
103. MALCHI I. (1986): Iron in irrigation water. *Hassadeh*, (12) 66 p.
104. MALOUPA E. et al. (1999): Wastewater reuse in horticultural crops growing in soil and soilless media. *Acta Horticulturae*, 481: 603-607. p.
105. MAAS E. V., HOFFMAN G. J. (1977): Crop salt tolerance – current assessment. *J. Irrig. Drainage Div.*, ASCE 103 (IR2) 115-134. p.
106. MAAS E. V. (1985): Crop tolerance to saline sprinkling water. *Plant and Soil*, 89: 273-284. p.
107. MEIRI A., PLAUT Z. (1985): Crop production and management under saline conditions. *Plant and Soil*, 89: 253-271. p.
108. MENG H. W. et al. (1999): Physiological effects of NaCl stress on cucumber germination and seedling growth. (*Report Cucurbit Genetics Cooperative* 22) 11-13. p.
109. MIZRAHI Y., PASTERNAK D. (1985): Effect of salinity on quality of various agricultural crops. *Plant and Soil*, 89: 301-307. p.
110. MOSER M., PÁLMAI GY. (1992): A környezetvédelem alapjai. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó, 494 p.
111. McMURTRY M. R. et al. (1990): Sand culture of vegetables using recirculated aquacultural effluents. *Applied Agricultural Research*, 5 (4) 280-284. p.



112. MU YONG HUA - ZHANG DeWEI (1998): Growth and nutrient accumulation of tomato seedling under NaCl stress. *Plant Physiology Communications*, 34 (1) 14-16. p.
113. NAKAYAMA F. S., BUCKS D. A. (1986): Trickle Irrigation for Crop Production. Elsevier Science Publishers B.V. 383 p.
114. NAKAYAMA F. S. (1991): Water Quality in drip/trickle irrigation. *Irrigation Science*, 12. 187-192. p.
115. NEUMÜLLER O. A. (1984): Römpp Vegyészeti Lexikon. Budapest: Műszaki Könyvkiadó, 1054 p.
116. NIKOLADZE I. G. (1978): Obezzselezivanie prirodnih i oborotnih vod. Moszkva: Strojizdat.
117. NUKAYA A. et al. (2000): Effects of nitrate, chloride and sulfate ratios and concentration in the nutrient solution on yield, growth and mineral uptake characteristics of tomato plants grown in closed rockwool system. *Acta Horticulturae*, 511: 165-171. p.
118. OKANO K. et al. (2000): Reuse of drainage water for the production of high quality fruits in single-truss tomato grown in a closed hydroponic system. *Acta Horticulturae*, 511: 277-286. p.
119. OMBÓDI A. (2000): Az oxálsav problémakör. *Hajtatás, Korai Termesztés*, 31 (3) 17-19. p.
120. Van OS E A., RUNIA W. T., Van BUUREN J. (1998): Prospects of slow sand filtration to eliminate pathogens from recirculating nutrient solutions. *Acta Horticulturae*, 458: 377-382. p.
121. ORLÓCI I. (1993): Vitaülés az Alföld természetének főbb sajátóságairól. *Hidr.Közl.*, 1. 11-14. p.
122. ÖLLÖS G. (1987): Vízellátás.[Budapest] (Vízdokumentumok) 700 p.
123. PÁLFAI I. (1999): A víz szerepe az Alföld fejlődésében. *Hidr. Közl.*, (2) 67-68. p.
124. PAPADOPOULOS A. P. et al. (1999/a) : Tomato production in open or closed rockwool culture systems with NFT or rockwool nutrient feedings. *Acta Horticulturae*, 481. 89-96. p.
125. PAPADOPOULOS A. P., PARARAJASINGHAM S., HAO X. (1999/b): Fertilizer substitutions in hydroponically grown greenhouse tomatoes. *HortTechnology*, 9 (1) 59-65 p.
126. PAPP F., KERTÉSZ P. (1979): Geológia. Budapest: Tankönyvkiadó, 399 p.
127. PAPP S., KÜMMEL R.(1992): Környezeti kémia. Budapest: Tankönyvkiadó, 359 p.
128. PAULING L. (1962): Die Natur der chemischen Bindung. Weinheim: Verlag Chemie 245 p.
129. PETHŐ M. (1993): Mezőgazdasági növények élettana. Budapest: Akadémiai Kiadó, 507 p.
130. PETRASOVICS I. (1988): Az agrohidrologia főbb kérdései. Budapest: Akadémiai Kiadó, 228 p.
131. PIVOT D., REIST A., GILLIOZ J. M. (1999): Greenhouse tomato crops with fully recycled nutrient solutions and reused substrates. *Revue Suisse de Viticulture d'Arboriculture et d'Horticulture*, 31 (5) 265-269. p.

132. REED D. W. (1997): Combating poor water quality with water purification systems. In: REED D. W. (ed): *Water, media and nutrition for greenhouse crops*. Batavia, Illinois, Ball Publishing, 314 p.
133. RESH H. M. (1998): *Hydroponic Food Production*. Santa Barbara, California, Woodbridge Press, 527 p.
134. RICHARDS L. A. (1954): *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. [Washington: D.C.] (Agric. Handbook 60) 160 p.
135. RÓNAI A. (1958): Magyarország talajvizeinek vegyi jellege. *Hidr. Közl.*, (1) 42-54 p.
136. RÓNAI A. (1961): Az Alföld talajvíztérképe. Budapest: Földtani Intézet, 102 p.
137. RÓNAI A. (1975): A talajvíz és a rétegvizek kapcsolata. *Hidr. Közl.*, (2) 49-53. p.
138. RÓNAI A. (1985): *Geologica Hungarica. Az Alföld negyedidőszaki földtana*. [Budapest: Műszaki Könyvkiadó.] (Series Geologica 21) 445 p.
139. RUBATZKY V. E., YAMAGUCHI M. (1997): *World vegetables*. New York: Chapman & Hall, 843 p.
140. SAAVEDRA A. F. M. et al. (2001): Yield responses of soilless melon and tomato to different irrigation water qualities. *Acta Horticulturae*, 559. 333-338. p.
141. SAKAMOTO Y. et al. (1999): Effects of salinity at two ripening stages on the fruit quality of single-truss tomato grown in hydroponics. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 74 (6) 690-693. p.
142. SANCHEZ P. G. et al. (1999): Heavy metal accumulation in beans and its impact on growth and yield under soilless culture. *Acta Horticulturae*, 481. 617-624. p.
143. SANDERS D. C. (1988): *An introduction to drip Irrigation for vegetables*. [North Carolina State University: Horticultural Science.] (Horticultural Information 33) 212 p.
144. SAVVAS D., ADAMIDIS K. (2000): Automated management of nutrient solutions based on target electrical conductivity, pH, and nutrient concentration ratios. *J. Plant Nutr.*, 23 (9) 1371. p.
145. SAVVAS D., PASSAM H. (ed.) (2002): *Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals*. Athen: Embryo Publications 463 p.
146. SCHACHT H., EXNER M., SCHENK M. (1992): Influence of N supply on the Ca nutrition of greenhouse cucumber in soilless, closed culture systems. *Gartenbauwissenschaft*, 57. 238-242. p.
147. SCHMIDT E. R. (Szerk.) (1961): *Magyarország vízföldtani atlasza*. Budapest: Földtani Intézet, 73 p.

148. SCHMIDT E. R. et al. (1962): Vázlatok és tanulmányok Magyarország vízföldtani atlaszához. Budapest: Műszaki Könyvkiadó, 655 p.
149. SCHWARZ M. (1968): Guide to commercial hydroponics. Jerusalem: Israel Univ. Press, 136 p.
150. SCHWARZ D., KUCHENBUCH R., MUNOZ C. R. (1998): Water uptake by tomato plants grown in closed hydroponic systems dependent on the EC-level. *Acta Horticulturae*, 458. 323-328. p.
151. SHANNON M. C. (1985): Principles and strategies in breeding for higher salt tolerance. *Plant and Soil*, 89. 227-241. p.
152. SHEAR C. B. (1975): Calcium-related disorders of fruits and vegetables. *HortScience*, 10. 361-365. p.
153. SHORT T. H., El ATTAL A., KEENER H. M. (1999): Decision and risk for hydroponic greenhouse tomato production. *Acta Horticulturae*, 491. 325-330. p.
154. SIMONFFY Z. (2002): Vízigények és vízkészletek. 107-136 p. In: SOMLYÓDI L. (Szerk.): *A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései*. Budapest: Magyar Tudományos Akadémia, 402 p.
155. SLEZÁK K. (2001): Fehér termésű paprikák sótűrése. PhD. Dolgozat. SZIE KTK. Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék.
156. SMITH D. L. (1987): Rockwool in horticulture. London: Grower Books. 153 p.
157. SOMLYÓDI L. (2002): Víz és vízgazdálkodás. 1-22 p. In: SOMLYÓDI L. (Szerk.): *A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései*. Budapest: Magyar Tudományos Akadémia, 402 p.
158. SOMLYÓDI L., HOCK B. (2002): vízminőség és szabályozás. 139-176. p. In: SOMLYÓDI L. (Szerk.): *A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései*. Budapest: Magyar Tudományos Akadémia, 402 p.
159. SONNEVELD C. (1982): A method for calculating the composition of nutrient solutions for soilless cultures. [Naaldwijk: Glasshouse Crops Research Station] (Informatiereeks 57) 1-3 p.
160. SONNEVELD C., De KREIJ C. (1987): Voedingsoplossingen voor groenten en bloemen, geteeld in water of substraten. [Naaldwijk: Glasshouse Crops Research Station] (*PBG Brochure 57*).
161. SONNEVELD C. (1988): The salt tolerance of greenhouse crops. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 36. 63-73 p.
162. 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 p.
163. SONNEVELD C., STRAVER N. (1994): Nutrient solutions for vegetables and flowers grown in water or substrates. [Naaldwijk: Glasshouse Crops Research Station] (*PBG Brochure 8*) 45 p.

164. SONNEVELD C. (2000): Effects of salinity on substrate grown vegetables and ornamentals in greenhouse horti-culture. Wageningen University Dissertation No. 2765 149 p.
165. SPINU V. C. et al. (1998): Electrochemical pH control in hydroponic systems. *Acta Horticulturae*, 456. 275-282. p.
166. STANGHELLINI C. et al. (1998): Combined effect of climate and concentration of the nutrient solution on a greenh ouse tomato crop. I: vegetative growth. *Acta Horticulturae*, 458. 221-229. p.
167. STEFANOVITS P., FILEP GY., FÜLEKY GY. (1999): Talajtan. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 589 p.
168. STEFFEN K.(1994):Wasserqualität, Wasseraufbereitung und speicherung. (*KTBL-Schrift* 359) 34-62 p.
169. STEYER R. C. (1996): Key factors of water, media and nutrition. *Grower Talks*, 60 (8) 24-26. p.
170. SUAREZ D. L. (1981): Relationship between pH and sodium adsorption ratio (SAR) and an alternative method of estimating SAR of soil or drainage waters. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 45. 469-475. p.
171. SÜMEGHY J. (1944): A Tiszántúl. [Budapest: Földtani Intézet.] (Magyar tájak földtani leírása 6)
172. SZABÓ Z., NYILASI T. (1981): A szervetlen kémia alapjai. Budapest: Műszaki Könyvkiadó, 285 p.
173. SZALAI GY. (1984).: A vízgazdálkodás és melioráció műszaki alapjai. Gödöllő: GATE, Egyetemi jegyzet
174. SZALAY T. (1949): Adatok a magyarországi termális vizek „juvenilis” alkatrészeinek származására, valamint hőbőségére nézve. *Hidr. Közl.*, 3-4. 73-77 p.
175. SZLÁVIK L. (1998): Az öntözés jövőbeni vízgazdálkodási lehetőségei Magyarországon. 37-46 p. In: Körös-vidéki Vízügyi Igazgatóság: *Az öntözési törvény megszületésének 60. évfordulójára*. Gyula
176. TADESSE T., NICHOLS M. A., FISHER K. J. (1999): Nutrient conductivity effects on sweet pepper plants grown using a nutrient film technique. I. Yield and fruit quality. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 27 (3) 229-237 p.
177. TERBE I. (1985): A hajtattott paprika tápanyagigényével és trágyázásával kapcsolatos vizsgálati eredmények. *Kertgazdaság* 17 (1) 11-19 p.
178. TERBE I. (1993): Tápanyaggazdálkodás az intenzív zöldségtermesztésben. *Kertgazdaság*, 25. 3-4. 30-34. p.

179. TERBE I. (1995): A fajlagos elektromos vezetőképesség (EC) mérése a gyakorlatban. *Hajtatás, korai termesztés*, 26 (4) 14-18. p.
180. TOGNONI F., PARDOSSI A., SERRA G. (1998): Water pollution and the greenhouse environmental costs. *Acta Horticulturae*, 458. 385-394. p.
181. TURCSÁNYI G. (Szerk.) (2001): Mezőgazdasági növénytan. Budapest: Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, 555 p.
182. TÜZEL I.H. et al. (1999): Soilless culture of cucumber in glasshouses: II. A comparison of open and closed systems on water and nutrient consumption. *Acta Horticulturae*, 491. 395-400. p.
183. TÜZEL Y. et al. (2002): Comparison of open and closed systems on yield and quality of greenhouse grown tomatoes. *Acta Horticulturae*, 579. 585-590. p.
184. UPOR E., MOHAI M., NOVÁK GY. (1978): Fotometriás nyomelemzési módszerek. Budapest: Műszaki Könyvkiadó, 271 p.
185. URBANCSEK J. (Szerk) (1981): Magyarország mélyfúrású kútjainak katasztere X. Budapest: VITUKI
186. VÁRALLYAI GY., FEJÉR E. (1936): Adatok az öntözővizek minőségi megítéléséhez. *Kisérlet. Közl.*, 39: 1-3. p.
187. VARSÁNYI Z.-né (1991): A rétegvíz mozgása során bekövetkező kémiai változások geokémiai modellezése. *Hidr. Közl.*, 5. 300-304. p.
188. VARSÁNYI Z.-né (1994): A dél-Alföld felszín alatti vizei. Eredet, kémiai evolúció és vízmozgás a jelenlegi kémiai összetétel tükrében. *Hidr, Közl.*, 4. 193-202. p.
189. VERMES L. (1997): Vízgazdálkodás mezőgazdasági, kertész-, tájépítész- és erdőmérnök-hallgatók részére. Budapest: Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, 414 p.
190. VERNOOY C. J. M., NIENHUIS J. (1991): Up to 50% savings in floriculture. Re-use of drainage water offers great advantages. *Vakblad voor de Bloemisterij*, 46 (3) 28-29. p.
191. VERWER F. L., WELLEMAN J. J. C. (1980): The possibilities of Grodan rockwool in horticulture. Proc. V. International Congress on Soilless Culture, Wageningen, The Netherland
192. VITUKI [1959]: Magyarország vízkészlete. IV. Minőségi számbavételek. Budapest: s.n.
193. VOOGT W. (1992): Plant niet vies van chloride. *Groenten en Fruit/Glasgroenten 2* (48) 32-33. p.
194. WALLIHAN E. F., SHARPLESS R. G., PRINTY W. L. (1978): Cumulative toxic effects of boron, lithium, and sodium in water used for hydroponic production of tomatoes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 103 (1) 14-16. p.

195. WELTHER K., RÜCK I., VARGA GY. I.(1992): A vas-mangán-ammónia eltávolítás új módszere. *Hidr. Közl.*, (5-6) 280-285. p.
196. WETTERS J. H., KENNETH L. U. (1970): Direct spectrophotometric simultaneous determination of nitrite and nitrate in the ultraviolet. *Analytical Chemistry*, 42. 335-340. p.
197. WINSOR G. W., HURD R. G., PRICE D. (1979): Nutrient Film Technique. [Littlehampton: Glasshouse Crop Research Institute.] (Grower's Bulletin 5) 48 p.
198. ZARTMAN R. E., & GICHURU M. (1984): Saline irrigation water effect on soil chemical and physical properties. *Soil Sci. Baltimore*, 138 (6) 417-422. p.

*Hivatkozott Európai Unió Irányelvek*

2000/60/EK

A vízvédelmi politika terén a közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról (Az Európai Parlament és a Tanács 2000. október 23-i 2000/60/EK Irányelve, röviden az Európai Unió Víz – Keretirányelve)

80/68/EGK

A felszín alatti vizek egyes veszélyes anyagok okozta szennyezés elleni védelméről (1979. dec. 17.) (Európai Unió Vízminőségvédelmi Irányelve)

91/676/EGK

A vizek mezőgazdasági eredetű nitrát szennyezéssel szembeni védelméről. (1991. dec. 12. Az Európai Unió Nitrát irányelve)

*Hivatkozott jogszabályok* (Forrás: CompLex CD jogtár. Lezárva: 2004. augusztus 31.)

1995. LIII. Törvény a környezet védelmének általános szabályairól

1995. évi LVII. Törvény a vízgazdálkodásról

33/2000. (III. 17.) Korm. Rendelet a felszín alatti vizek minőségét érintő tevékenységekkel összefüggő egyes feladatokról,

49/2001. (IV. 3.) Korm. Rendelet a vizek mezőgazdasági eredetű nitrátszennyezéssel szembeni védelméről,

219/2004. (VII.21.) Korm. Rendelet a felszín alatti vizek védelméről

220/2004. (VII.21.) Korm. Rendelet a felszíni vizek minősége védelmének szabályairól

*Műszaki irányelvek, szabványok*

MI-08-1780-1988. Az öntözővíz minősítése és mezőgazdasági hasznosítása. MÉM 1988.

MI-10-179/9-1990. Felszíni vizek minősége. Az öntözővíz minőségének vizsgálati, értékelési és minősítési rendje. KVM 1990.

MSZ 12749-1993. Felszíni vizek minősége, minőségi jellemzők és minősítés.

*Hivatkozások elektronikus forrásokra*

CD: Környezetvédelem – 2004/03. Helixir Körny.véd. Szolgáltatók és Gyártók Szövetsége és a Helion Kft. Közös Kiadványa Budapest, 2004. ISSN 1419-435X

Csongrád megye környezetvédelmi stratégiája és operatív programja. Szeged 2000. szept.  
<http://www.geo.u-szeged.hu/kornyprog/csongrad/> [2003. 02. 06.]

<http://www.mindentudas.hu/somlyody/20030203somlyody1.html>) [2004. 02. 07.]

<http://www.kozold.hu/pages/viz/felszinivizek.html> - 7k) [2005. 02. 28.]

<http://www.kvvm.hu/szakmai/karmentes/kiadvanyok/fav/favm/image02.htm>) [2005. 03. 03.]

<http://www.kvvm.hu/szakmai/karmentes/kiadvanyok/fav/favm/favm02.htm>) [2005. 03. 27.]

## 2. melléklet

### ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. Ábra. A hidrológiai ciklus elvi vázlata
2. Ábra. A vízmolekula és egyik egyszerű asszociátumának szerkezete
3. Ábra. Hazai eredetű augusztusi kisvízkészletek kihasználtsága
4. Ábra. Felszín alatti vízkészletek kihasználtsága
5. Ábra. A mélyfúrású kutak vízadó rétegeinek kor szerinti eloszlása
6. Ábra. A mélyfúrású kutak vízadó rétegeinek mélység szerinti eloszlása
7. Ábra: A Duna-Tisza közti felszín alatti vízáramlási rendszer
8. Ábra. A felszín alóli víztermelés víztípusonként 1981-2000. között Magyarországon
9. Ábra. Öntözővizek osztályozása
10. Ábra. Öntözővíz minősítési diagram
11. Ábra: Aközeg sótartalmának hatása a termés mennyiségére és minőségére
12. Ábra: A zárt vízkultúrás rendszer elvi vázlata
13. Ábra: Mintavételi helyek a Dél-Alföldön a rétegvizek minőségének tanulmányozására
14. Ábra: A globálsugárzás alakulása Szegeden 2004. március-november közötti a dél-alföldi üzemi kísérletek alatt
15. Ábra: Különböző felszíni vízforrások legkisebb (min) és legnagyobb (max) sóértékei
16. Ábra: Talajvizek %-os megoszlása só-, valamint nátrium- és kloridtartalom alapján
17. Ábra: Talajvizek vízkultúrás alkalmassága só-, nátrium-, klorid- és hidrokarbonát-tartalom alapján
18. Ábra: Rétegvizek só-, nátrium- és klorid tartalmának alakulása 9 dél-alföldi településen
19. Ábra: Felszín alatti vizek %-os megoszlása a vas- és mangántartalom okozta eltömődés esélye szerint
20. Ábra: A pH-értékek alakulása üzemi kísérletekben (2004)
21. Ábra: Az EC-értékek alakulása üzemi kísérletekben (2004)
22. Ábra: A nitrogéntartalom alakulása üzemi kísérletekben (2004)
23. Ábra: A káliumtartalom alakulása üzemi kísérletekben (2004)
24. Ábra: A foszfortartalom alakulása üzemi kísérletekben (2004)
25. Ábra: A kalciumtartalom alakulása üzemi kísérletekben (2004)
26. Ábra: A magnéziumtartalom alakulása üzemi kísérletekben (2004)
27. Ábra: A nátriumtartalom alakulása üzemi kísérletekben (2004)



28. Ábra: Tápanyagok hasznosulása üzemenként valamint növényenként átlagolva (I.-IX. üzemben, 2004)
29. Ábra: NPK-hasznosulási arányok az öntözővizek Na-tartalmának függvényében
30. Ábra: Ca-hasznosulás az öntözővizek Ca-tartalmának, Mg-hasznosulás az öntözővizek Mg-tartalmának függvényében

### 3. melléklet

#### TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. Táblázat. Az öntözés kedvező és lehetséges kedvezőtlen hatásai a talajra
2. Táblázat. A víz értékelése talaj nélküli termesztéshez az oldott anyagok alapján
3. Táblázat. Ajánlott értékek a vízminőségre zárt rendszerben
4. Táblázat. Tápoldat összetétel talaj nélküli paprikatermesztésben
5. Táblázat. Tápoldat összeállítás vízkultúras paradicsomtermesztésben
6. Táblázat. Tápoldat összetétel talaj nélküli uborkatermesztésben
7. Táblázat. A talaj sótartalmának hatása néhány zöldségnövény termőképességére
8. Táblázat. Néhány zöldségnövény  $\text{Na}^+$  és  $\text{Cl}^-$  felvétele a gyökérszóna eltérő  $\text{NaCl}$  koncentrációja mellett közetgyapotos termesztésben
9. Táblázat. A csepegtető testek eltömődési hajlama a vízminőség kémiai tényezőinek függvényében
10. Táblázat. Javasolt mikroelem tartalom (mg/l) a főbb zöldségnövények vízkultúras standard tápoldatozásában
11. Táblázat. Egyes vízelőkészítő eljárások beruházási költségei eltérő nagyságú termeszto felületekre
12. Táblázat. Tápanyag veszteségek vízkultúras paradicsom termesztés 2 éves üzemi kísérletében
13. Táblázat. Az öntözővíz és oldat minták vizsgálati száma
14. Táblázat. A kiválasztott településeken a megmintázott rétegvíz mélysége
15. Táblázat. Az öntözővíz és tápoldat vizsgálatok során alkalmazott mérési módszerek áttekintése
16. Táblázat. Az üzemi kísérletek legfontosabb termesztési adatai 2004-ben
17. Táblázat. A dél-alföldi vízkultúras kísérletek mintavételezési rendszere 2004-ben
18. Táblázat. A vizsgált rétegvizek osztályozása a bennük oldott sók milyensége szerint, a várható értékek alapján
19. Táblázat. Rétegvizek vízkultúras alkalmassága nátriumtartalom alapján
20. Táblázat. Kicsöpögő tápoldatok összetételében bekövetkező átlagos változások iránya 9 üzemi kísérlet eredményei alapján
21. Táblázat. Terméseredmények és tápanyag felhasználás üzemi szinten paprikatermesztési kísérletben közetgyapoton
22. Táblázat. Az öntözővíz összetétel fontosabb mutatói paprikatermesztési kísérletben
23. Táblázat. Terméseredmények és tápanyag felhasználás üzemi szinten paradicsomtermesztési kísérletben közetgyapoton
24. Táblázat. Az öntözővíz összetétel fontosabb mutatói paradicsomtermesztési kísérletben

25. Táblázat. Terméseredmények és tápanyag felhasználás üzemi szinten uborkatermesztési kísérletben  
kőzetgyapoton

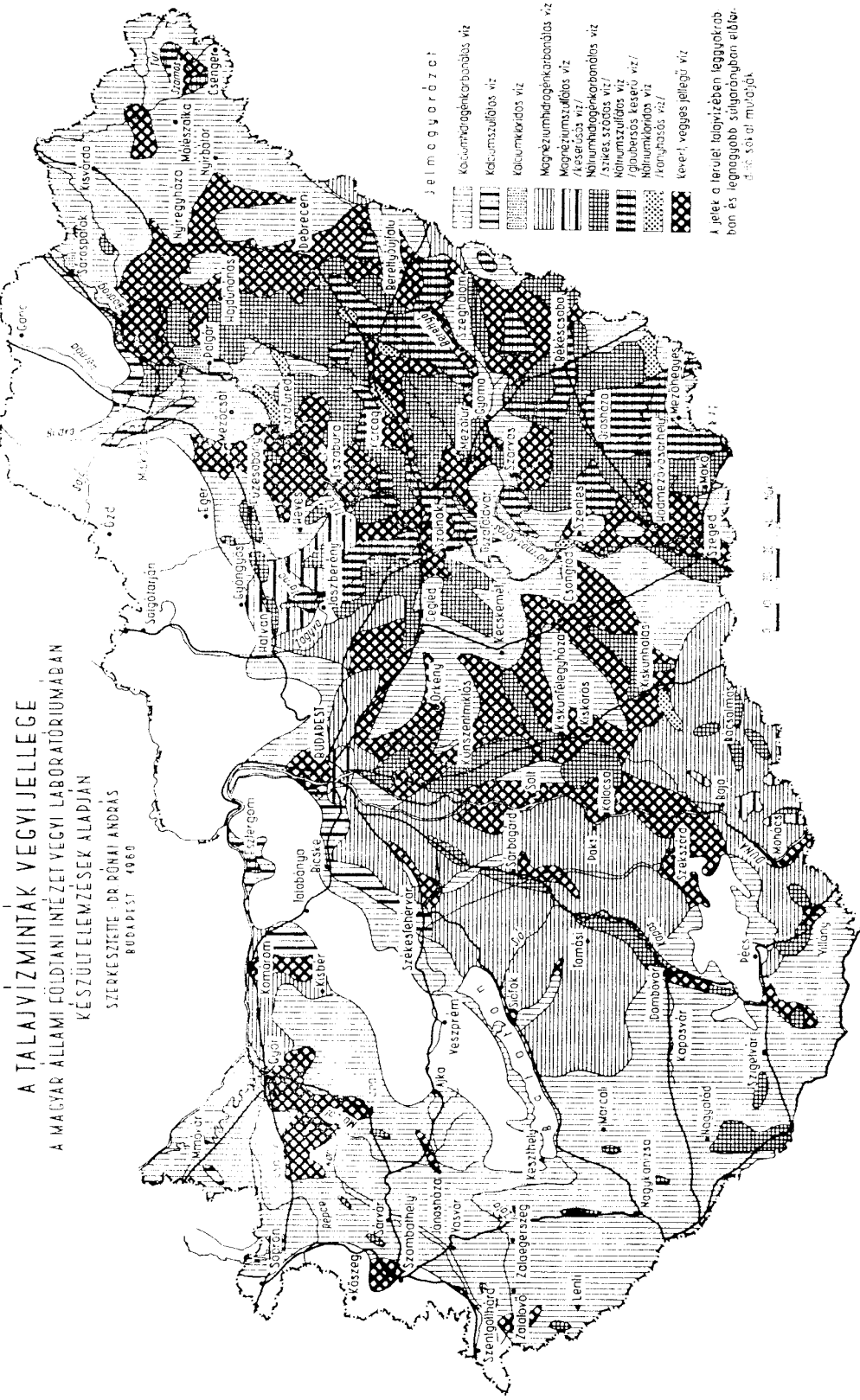
26. Táblázat. Az öntözővíz összetétel fontosabb mutatói uborkatermesztési kísérletben

#### 4. melléklet

### A VÍZ LEGFONTOSABB FIZIKAI TULAJDONSÁGAI

Tulajdonság	Mérőszám
Moláris tömeg	18 g mol <sup>-1</sup>
Sűrűség (folyóvíz átlag) 0 °C-on	9,89 kgm <sup>-3</sup>
Olvadáspont (10 <sup>5</sup> Pa)	0,0 °C (273,16 K)
Forráspont (10 <sup>5</sup> Pa)	100,0 °C (373,16 K)
Olvadáshő (L <sub>o</sub> )	333,7 kJ kg <sup>-1</sup>
Forráshő (L <sub>f</sub> )	2256,37 kJ kg <sup>-1</sup>
Párolgáshő 100 °C-on	2257,9 J kg <sup>-1</sup>
Kritikus hőmérséklet	374,2 °C
Fajhő (0°C)	4183,2 J kg <sup>-1</sup> °C
Hővezetési tényező 18 °C-on	0,587 343 J m <sup>-1</sup> °C <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup>
Felületi feszültség 20 °C-on	0,0727 Nm <sup>-1</sup>
Relatív dielektromos állandó (10 <sup>5</sup> Pa)	81,1
Képződéshő H <sub>2</sub> O <sub>(f)</sub>	-285,83 kJmol <sup>-1</sup>

Forrás: HORTOBÁGYI et al. (2001): Matematikai, fizikai kémiai összefüggések



**6. melléklet VÍZKULTÚRÁS TERMESZTÉSBN HASZNÁLTOS MŰTRÁGYÁK  
ÁTTEKINTÉSE (RESH, 1998 NYOMÁN)**

Kémiai képlet	Kémiai elnevezés	Mol-tömeg	Ion-formák	Oldhatóság arány vízhez viszonyítva	Költség	Egyéb megjegyzés
<b>Makroelemek</b>						
KNO <sub>3</sub>	Kálium-nitrát	101,1	K <sup>+</sup> ; NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1 : 4	Alacsony	Jól oldódó, tiszta
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Kalcium-nitrát	164,1	Ca <sup>2+</sup> ; 2(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	1 : 1	Alacsony-Közepes	Jól oldódó, higroszkópos
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ammónium-szulfát	132,2	2(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ); SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1 : 2	Közepes	Ezeket a vegyületeket csak jó fényviszonyok mellett, vagy N-hiány korrigálásakor használjuk
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	Ammónium-dihidrogén-foszfát	115,0	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ; H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	1 : 4	Közepes	
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	Ammónium-nitrát	80,05	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ; NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1 : 1	Közepes	
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	Ammónium-monohidrogén-foszfát	132,1	2(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ); HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1 : 2	Közepes	
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Monokálium-foszfát	136,1	K <sup>+</sup> ; H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	1 : 3	Igen drága	
KCl	Kálium-klorid	74,55	K <sup>+</sup> ; Cl <sup>-</sup>	1 : 3	Drága	K-pótlásra, ha a Cl <sup>-</sup> nem zavaró
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Kálium-szulfát	174,3	2 K <sup>+</sup> ; SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1 : 15	Nem drága	Meleg vízben oldandó
MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	Magnézium-szulfát	246,5	Mg <sup>2+</sup> ; SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1 : 2	Nem drága	Jól oldható, tiszta
CaCl <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O	Kalcium-klorid	219,1	Ca <sup>2+</sup> ; 2Cl <sup>-</sup>	1 : 1	Drága	Jól oldható, Ca-pótlásra,
HNO <sub>3</sub>	Salétromsav	63,0	H <sup>+</sup> ; NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Koncentrált sav	Drága	pH-beállításra és N-pótlásra
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	Foszforsav	98,0	3H <sup>+</sup> ; PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Koncentrált sav	Drága	pH-beállításra és P-pótlásra

Mikroelemek						
FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	Vas(II)-szulfát	278,0	Fe <sup>2+</sup> ; SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1 : 4	Nem drága	
FeCl <sub>3</sub> · 6H <sub>2</sub> O	Vas(III)-klorid	270,3	Fe <sup>3+</sup> ; 3Cl <sup>-</sup>	1 : 2	Nem drága	
FeEDTA (10,5 % vas)	Vas-kelát	382,1	Fe <sup>2+</sup>	Jól oldódó	Drága	Legjobb vas-forrás, meleg vízben oldandó
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	Bórsav	61,8	B <sup>3+</sup>	1 : 20	Drága	Legjobb bórforrás, meleg vízben oldandó
Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> · 10H <sub>2</sub> O	Nátrium-tetraborát (Borax)	381,4	B <sup>3+</sup>	1 : 25	Drága	
CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	Réz-szulfát	249,7	Cu <sup>2+</sup> ; SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1 : 5	Nem drága	
MnSO <sub>4</sub> ·4H <sub>2</sub> O	Mangán-szulfát	223,1	Mn <sup>2+</sup> ; SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1 : 2	Nem drága	
MnCl <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	Mangán-klorid	197,9	Mn <sup>2+</sup> ; Cl <sup>-</sup>	1 : 2	Nem drága	
ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	Cink-szulfát	287,6	Zn <sup>2+</sup> ; SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1 : 3	Nem drága	
ZnCl <sub>2</sub>	Cink-klorid	136,3	Zn <sup>2+</sup> ; 2Cl <sup>-</sup>	1 : 1,5	Nem drága	
(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub>	Ammónium-molibdenát	1163,9	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ; Mo <sup>6+</sup>	1 : 2,3	Közepesen drága	
ZnEDTA	Cink-kelát	431,6	Zn <sup>2+</sup>	Jól oldódó	Drága	
MnEDTA	Mangán-kelát	381,2	Mn <sup>2+</sup>	Jól oldódó	Drága	

7. melléklet

**A DRÉNVÍZ OPTIMÁLIS TÁPELEM TARTALMA UBORKA TALAJ NÉLKÜLI  
TERMESZTÉSÉBEN**

<b>Tápelem</b>	<b>GÖHLER &amp; DREWS (1989) mg/l</b>	<b>De KREIJ et al. (1997) mmol/l (mg/l)</b>
NH <sub>4</sub> -N	-	1,25 (18)
NO <sub>3</sub> -N	150-275	16,0 (225)
P	15-40	1,25(39)
K	225-375	8,0 (313)
Ca	200-300	4,0 (160)
Mg	40-70	1,375 (33)
SO <sub>4</sub> -S	-	1,375 (44)
Fe	0,3-1,4	15 µmol/l (0,85)
Mn	0,15-0,80	10,0 µmol/l (0,55)
B	0,25-0,60	25 µmol/l (0,28)
Zn	0,3-0,80	5 µmol/l (0,33)
Cu	0,03-0,08	0,75 µmol/l (0,048)
Mo	-	0,50 µmol/l (0,048)
EC mS/cm	2,0-4,0	2,2



## MÉRÉSI EREDMÉNYEK

### 8. melléklet

#### FELSZÍNI VIZEK

Sor-szám	Dátum	Mintavétel	pH	EC	NO <sub>3</sub> -N	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	HCO <sub>3</sub>
1.	2002.05.	Gyomaendrőd Peresi-holtág	7,76	0,64	0	0,4	9,6	31,2	22,5	92	85,2	249
2.	2002.06.	Öcsöd Körös-holtág	7,08	1,83	65,9	0,1	28,5	157,8	77,9	138	97,2	544,6
3.	2003.01.	Gyomaendrőd Peresi-holtág	7,78	0,72	0	0	10,2	38,7	26,2	89,7	92,0	311,2
4.	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
5.	2004.06.	Szarvas Körös-holtág	7,63	0,37	0,7	0,2	3,9	43,1	11,1	26,2	27,3	192,0
6.	2002.05.	Fábiánsebestyén I. tározó	8,07	0,63	3	0,1	5,9	34,6	21,5	92	32,4	326,8
7.	2002.05.	Gyomaendrőd tározó	8,34	0,73	0	0,2	11,4	27,4	26,5	115	115,9	248
8.	2002.11.	Gyomaendrőd tározó	8,16	0,55	0,5	0,1	9,8	33,1	20,3	57,5	66,0	233,4
9.	2002.06.	Kistelek belvív csatorna	7,67	1,05	50,9	0	9,5	145	50,6	23,9	81,8	373,5
10.	2003.05.	Medgyesegyháza öntöző csatorna	7,61	4,78	0	0,2	3,7	200,0	142,8	690,0	712,4	664,1
11.	2003.08.	Szentes öntöző csatorna	7,11	1,77	0	0,3	3,3	213,2	58,7	128,8	185,8	736,1
12.	2004.05.	Öcsöd belvív csatorna	7,12	0,99	0,0	0,0	2,4	56,2	59,9	78,2	63,4	402,5
13.	2004.06.	Öcsöd belvív csatorna	7,53	0,82	1,5	0,5	4,2	55,6	40,5	64,4	47,7	368,0

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

9. melléklet

TALAJVIZEK

Sor- szám	Dátum	Mintavétel	pH	EC	NO <sub>3</sub>	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
1.	2000.02.	Balástya, Dózsa	7,19	1,26	39,3	0,6	21,5	222,5	33,1	27,8	87,1	344,1
2.	2000.05.	Balástya, Móra	7,08	1,31	47,6	0	10,3	215,2	42,3	27,1	94,1	305,8
3.	2000.11.	Balástya, Móra F.	6,71	1,55	33,6	0	1,4	229,6	57,5	59,8	156,4	369,2
4.	2001.03.	Balástya, Móra	7,12	1,54	80,9	0	1,1	244,7	47,9	33,1	94,8	312,8
5.	2002.04.	Balástya, Dózsa	7,22	1,24	39,3	0,1	29,7	183,3	32,3	27,1	81,8	342,3
6.	2002.09.	Balástya, Külterület	6,86	1,59	30,0	0,1	25,4	220,4	62,1	50,6	118,1	498
7.	2004.04.	Balástya, Hunyadi	7,31	0,87	21,6	0	1,1	134,7	29,8	9,4	83,9	232,2
8.	2001.03.	Békés, Kastély	7,47	1,33	0	0,5	2,3	113,8	43,3	197,8	22,9	1032,3
9.	2000.06.	Csabacsúd Arany	7,28	1,32	0	2,4	2,1	79,5	23,3	253,0	41,7	981,8
10.	2000.02.	Csanytelek, Széche.	7,15	1,15	0	0,1	1,9	190,8	50,9	25,5	94,0	422,3
11.	2004.04.	Csengele, Külter.	7,13	1,67	9,1	0	28,5	105,6	71,4	204,7	130,2	820,5
12.	2000.02.	Cserkeszölő, Vörös.	7,29	1,52	3,4	0,2	140,	173,6	37,9	44,9	131,6	735,1
13.	2002.03.	Cserkeszölő, I. ker.	7,64	1,51	52,3	0,1	25,4	171,9	25,3	128,8	105,7	342,3
14.	2002.03.	Cserkeszölő, Dózsa	8,15	1,26	0,5	0,4	1,7	15,6	9,7	333,5	29,0	918,1
15.	2004.04.	Cserkeszölő, Kült.	7,16	4,20	0,4	0,1	9,3	337,1	79,6	517,5	488,1	1254,0
16.	2000.03.	Csépa, Somogyi	7,27	1,33	0	0	3,0	11,3	6,7	340,4	40,3	833,5
17.	2002.04.	Csépa, Alkotmány	7,15	1,17	0	1,4	4,0	96,9	27,0	140,3	122,7	684,7
18.	2002.05.	Csongrád, Hársfa	7,31	1,00	41,6	0,1	40,7	167,3	27,9	12,2	52,8	249
19.	2004.06.	Csongrád, Délibáb	7,01	1,21	36,3	0,1	31,3	148,6	37,3	55,2	61,7	402,5
20.	2002.09.	Dévaványa, Körösl.	7,60	1,20	0	0,3	1,6	52,6	25,6	218,5	36,5	809,2
21.	2004.06.	Dévaványa, Árpád	8,03	1,10	0,8	0,6	3,2	10,2	18,2	151,8	34,3	743,1
22.	2000.04.	Domaszék, Ady	6,84	1,76	41,6	0	37,1	444,4	139,0	71,3	127,7	643,8
23.	2000.11.	Domaszék Rózsa F.	6,71	1,29	27,6	0	1,8	131,7	101,4	29,9	74,7	497,6
24.	2004.06.	Domaszék, Kertész	7,18	1,73	86,2	0,1	21,1	215,3	69,2	35,4	109,6	356,1
25.	2003.05.	Fábiánsebestyén	8,29	1,48	7,5	1,6	20,5	19,8	18,2	338,1	39,0	988,4
26.	2004.06.	Forráskút, Zrínyi	7,15	1,11	20,5	0,1	1,8	131,2	59,6	25,5	73,6	325,1
27.	2000.02.	Gyula, Wesselényi	7,31	1,35	1,5	0,2	5,9	148,1	38,5	155,2	140,1	531,8
28.	2001.02.	Gyula, Bicere	6,86	1,07	0,2	0,1	3,5	106,6	41,5	110,4	22,9	828,9
29.	2002.01.	Gyula, Nagy S. J. út	7,44	1,38	0	0,1	4,2	126,6	49,4	128,8	113,6	691,7
30.	2002.11.	Jászszentlászló, Al.	7,11	0,89	0	0,3	2,9	96,6	23,3	73,6	46,9	606,9
31.	2003.03.	Jászszentlászló, V.	7,28	1,43	0	0	1,3	205,3	46,8	57,5	135,7	571,4
32.	2001.01.	Kamut, Tavasz	7,82	1,18	0	0,8	3,2	97,9	42,4	131,1	47,7	786,6
33.	2002.06.	Kiskunfgyh. XI. ker	7,4	1,01	0	0	4,1	145,2	53,8	15,9	86,8	451,1
34.	2001.01.	Kistelek, Orgona	6,96	1,96	0	0,1	21,1	161,7	152,7	98,9	156,8	866,8
35.	2004.04.	Kistelek, Tápai	7,03	1,85	99,6	0,4	50,0	205,7	95,4	45,5	130,2	278,7
36.	2002.04.	Kistelek, Rákóczi	7,62	0,99	7,9	0,1	1,3	115,6	49,3	62,1	95,4	451,3
37.	2002.08.	Kistelek, Ede	7,13	0,98	0	0,3	1,8	100,5	43,9	28,1	66,0	513,5
38.	2004.06.	Kistelek, Kossuth	7,65	1,21	7,1	0,2	20,7	75,0	101,3	45,1	77,1	495,4
39.	2005.04.	Kistelek, Ady	7,04	1,24	69,3	0	4,7	160,6	47,2	46,5	54,2	366,3
40.	2005.04.	Kistelek, Tömörk.	7,39	1,27	20,8	1,0	26,4	77,9	60,8	121,9	46,0	700,8
41.	2005.05.	Kistelek, Ede	6,99	1,41	2,4	0,3	2,2	103,2	72,5	85,1	200,5	541,5
42.	2005.01.	Kungyalu, Temető	7,20	1,29	0	0,7	3,0	63,6	18,5	241,5	51,3	818,7
43.	2005.06.	Medgyesbodzás, K.	7,48	1,91	1,4	0,1	5,7	143,9	79,0	195,5	152,8	700,8
44.	2000.01.	Medgyesegyh. Kült	7,24	1,81	80,8	0	86,0	184,0	64,5	115,0	121,3	516,1
45.	2005.06.	Medgyesegyh., D.	7,38	3,18	0	0,3	3,4	251,7	96,9	365,7	410,9	748,6

46.	2001.01.	Mezőkovácsháza,	7,17	1,11	0	0,1	2,3	95,9	28,4	112,7	126,1	369,2
47.	2001.02.	Méhkerék, Széles	6,99	2,53	0	0	8,0	270,8	80,2	264,5	278,1	860,2
48.	2004.06.	Méhkerék, Kossuth	7,10	1,80	1,2	0,1	5,5	178,0	49,2	170,2	213,6	674,2
49.	2001.03.	Mórahalom, Táncs.	7,15	1,98	34,0	0,2	91,9	56,0	167,4	87,4	114,4	1001,0
50.	2003.05.	Mórahalom, Alkot.	7,76	1,03	0	0	7,2	43,9	61,4	87,4	113,6	463,3
51.	2005.06.	Nagykamarás, Dózs	7,31	1,13	51,3	0,0	14,5	123,4	39,4	59,8	37,3	382,3
52.	2002.02.	Nagyszénás, Eötvös	7,25	1,34	35,6	0	4,8	110,0	102,7	55,2	98,4	361,6
53.	2002.04.	Nagyszénás, Kölcs.	7,61	1,48	6,4	0,5	3,4	67,8	65,1	230,0	66,5	902,5
54.	2002.04.	Nagyszénás, Zrínyi	7,70	1,19	18,6	0,3	7,3	68,9	75,2	103,5	81,8	482,4
55.	2002.04.	Nagyszénás, Hősök	7,68	1,08	20	0,3	2,5	74,5	70,6	89,7	81,8	451,3
56.	2002.04.	Nagyszénás, Kin.	7,63	1,89	12,3	0,1	6,1	119,8	98,8	248,4	170,4	575,8
57.	2000.02.	Orosháza, Gárdonyi	7,17	1,18	0	0,9	1,0	128,3	71,2	54,3	95,7	359,7
58.	2000.08.	Orosháza, Képe	7,45	1,48	0	0,8	1,6	77,4	36,3	269,1	151,2	869,1
59.	2005.04.	Orosháza, Képe	8,04	1,21	0	0	1,1	9,6	10,3	280,6	26,3	207,1
60.	2001.01.	Pálmonostora, Dóz.	6,84	1,74	0	0,1	2,8	135,3	81,9	134,6	158,5	866,8
61.	2002.04.	Röske III. ker.	7,48	0,96	1,6	0,5	2,3	100,6	34,7	80,5	51,1	653,6
62.	2005.06.	Sarkad, Zsarói	7,21	1,82	8,7	0,1	4,8	269,6	63,9	94,3	143,0	573,4
63.	2000.01.	Szeged, Vajda	6,94	1,15	0	0,3	4,0	151,8	53,7	74,8	17,1	875,9
64.	2005.04.	Szegvár, Kontra	7,01	1,15	0	0,2	6,0	147,8	41,2	48,3	27,9	812,3
65.	2000.11.	Szentes, Jókai	7,54	1,05	1,0	0,1	6,8	29,8	7,7	235,8	34,8	690,2
66.	2002.03.	Szentes, Kossuth	7,19	1,28	0	0,4	3,8	10,8	9,0	370,3	25,6	933,7
67.	2002.04.	Szentes, Bercsényi	7,20	1,00	0	0,1	24,4	137,3	41,5	33,4	93,7	451,3
68.	2003.02.	Szentes, Zrínyi	7,12	0,99	0,8	0,2	28,2	126,5	38,8	31,5	91,6	447,9
69.	2003.12.	Szentes, Zolnay	7,13	1,42	1,4	0	49,7	188,3	52,3	57,5	189,2	368,0
70.	2004.04.	Szentes, Kisház	6,97	1,18	0	0,1	4	149,3	37,5	73,6	80,5	712,2
71.	2002. 03.	Tataháza, Bajcsy	7,32	1,04	0	0,1	1,8	88,9	31,6	138,0	49,4	669,1
72.	2004.05.	Tömörkény, Petőfi	8,25	1,74	199,	1,1	281,	93,8	41,6	64,4	12,0	170,3
73.	2005.06.	Újkígyós, Öreg	7,51	1,28	2,2	0,3	3,2	83,3	48,6	133,4	59,2	589,3
74.	2000.04.	Üllés, Külter.	7,28	2,04	7,8	0	14,1	87,9	200,0	158,7	82,3	1448,5
75.	2000.06.	Üllés Külter	6,89	1,27	0	0,3	1,6	194,0	50,6	35,0	152,9	611,6
76.	2001.03.	Zákányszék, Ifjúság	7,31	1,50	22,6	0,2	4,1	144,0	71,3	71,3	104,6	547,4
77.	2001.04.	Zákányszék, Hársfa	7,21	1,45	5,9	0	4,2	204,8	89,1	35,4	114,4	641,3
78.	2001.12.	Zákányszék, Októb.	7,30	1,03	0	0,5	2,2	97,9	35,7	108,1	69,5	738,9
79.	2002.03.	Zákányszék, Béke	7,15	1,47	71,6	0,2	57,9	188,0	45,7	51,3	61,4	389,0
80.	2003.04.	Zákányszék, Külter.	7,44	0,79	23,0	0,1	1,6	113,9	36,2	9,0	37,3	231,7
81.	2004.04.	Zákányszék, Külter.	6,98	1,21	13,3	0	2,0	114,8	76,7	64,4	99,3	464,5

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

## 10. melléklet

### RÉTEGVIZEK

#### CSANYTELEK

Dátum	Mintavétel	pH	EC	NO <sub>3</sub>	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
2000.11.	Botond	7,28	0,52	0	0,5	4,1	80,2	24,2	10,6	17,4	353,1
2000.11.	Ady	7,05	0,69	0	0,4	2,7	85,0	28,0	38,0	10,4	513,7
2002.12.	Széchenyi	7,08	0,70	0	2	3,3	92,4	27,1	24,6	26	451,3
2003.06.	Táncsics	7,16	0,90	0	1,5	3,7	91,8	33,9	50,6	39	556
2003.05.	Pusztaszeri	7,13	0,64	0	1,1	3,2	71,1	26,4	28,5	8,5	478,8
2004.01.	Szent	7,44	0,62	0	0,6	2,4	37,8	18,1	94,3	5,1	464,1
2004.06.	Baross G.	7,17	0,82	0,9	0,6	3,4	88,2	41,2	30,4	44,5	479,9
2004.09.	Nagy I.	6,83	0,68	0,3	0,3	3,6	86,5	22,1	22,5	18,8	497,6
Statiszt. értékelés	n = 8	Átlag	0,70	0,15	0,88	3,30	79,13	27,63	37,44	21,21	474,31
		Szórás	0,12	0,32	0,60	0,55	18,05	7,16	25,76	14,34	58,73
		SQ	0,097	0,72	2,56	2,08	2281,4	358,56	4644,5	1440,1	24144,2
		CV %	16,92	213,8	69,05	16,52	22,82	25,91	68,80	67,62	12,38
		h <sub>1</sub>	0,79	0,42	1,38	3,76	94,25	33,62	59,02	33,23	523,52
		h <sub>2</sub>	0,60	0,0	0,37	2,84	64,00	21,63	15,85	9,19	425,10

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

#### CSÓLYOSPÁLOS

Dátum	Mintavétel	pH	EC	NO <sub>3</sub>	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
2000.05.	Kölcsey	6,86	0,57	0	0,1	2,1	81,5	23,7	24,6	6,7	434,6
2000.05.	Jókai	6,99	0,58	0	0,2	2,1	80,4	23,0	28,5	6,7	434,2
2000.11.	Külter.	7,06	0,56	0	0,2	1,2	77,7	26,1	29,9	5,2	433,4
2000.11.	Külter	7,14	0,61	0	0,2	1,5	84,0	28,5	29,9	7,0	465,5
2001.02.	Kossuth	7,36	0,54	0	0	2,3	78,8	23,5	23,2	8,2	406,7
2002.01.	Kölcsey	7,58	0,53	0	0	1,9	65,9	18,9	23,2	10,2	424,5
2002.12.	Kölcsey	7,43	0,56	0	0,3	2,3	73,9	24,4	26,2	3,5	435,7
2003.01.	Kossuth	7,89	0,55	0	0,1	2,2	75,5	23,3	25,1	6,8	432,4
2004.02.	Kossuth	7,11	0,56	0	0,1	2,2	70,4	21,1	26,7	15,3	368,0
Statisztikai értékelés	n = 9	Átlag	0,56	0	0,13	1,98	76,46	23,61	26,37	7,73	426,11
		Szórás	0,02	0	0,10	0,38	5,71	2,73	2,61	3,38	26,53
		SQ	0,004	0	0,08	1,18	260,50	59,71	54,44	91,44	5629,89
		CV %	4,2	0	75,0	19,4	7,5	11,60	9,90	43,73	6,23
		h <sub>1</sub>	0,58	0	0,21	2,28	84,82	25,71	28,38	10,33	446,54
		h <sub>2</sub>	0,54	0	0,05	1,68	68,1	21,51	24,36	5,13	405,68

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

## GYULA

Dátum	Mintavétel	pH	EC	NO <sub>3</sub>	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
2000.03.	Leiningen	7,37	0,71	0	1,5	1,8	59,6	24,8	80,5	26,9	498,9
2000.05.	Nagyváradi	7,13	0,69	0	1,9	1,8	55,4	23,4	75,9	21,8	466,8
2000.06.	Petőfi	7,27	0,59	0	1,1	1,6	59,4	18,0	58,6	19,1	418,5
2000.08.	Széchenyi	6,82	0,57	0	1,3	2,0	58,6	19,8	61,0	20,9	402,4
2000.10.	József A.té	6,88	0,55	0	1,5	1,6	60,8	15,4	52,9	19,1	385,3
2000.10.	Szőlőskert	7,12	0,56	0	1,5	1,4	51,5	16,3	69,0	20,9	401,3
2000.10.	Szőlőskert	7,51	0,68	0	1	1,9	47,2	16,8	103,5	20,9	465,5
2000.12.	Sittyé	7,19	0,57	0	1,7	1,7	53,6	17,1	66,7	21,3	401,3
2001.01.	Szőlőskert	7,81	0,67	0	1,4	2,3	44,2	18,8	98,9	20,5	481,6
2001.02.	Szőlőskert	6,57	0,60	0	1,6	1,9	57,0	17,5	66,7	19,6	422,3
2002.03.	Ecsédi	7,73	0,56	0	1,9	1,7	43,4	21,5	73,6	15,3	420,1
2002.04.	Zrínyi	7,80	0,53	0	1,6	1,7	54,4	14,8	59,8	22,2	373,5
2003.01.	Szőlőskert	7,99	0,55	0	2,1	1,6	43,0	17,0	66,7	18,7	366,1
2003.04.	Bicere	7,24	0,65	0	1,9	3,2	54,2	21,0	75,9	20,4	478,8
2003.05.	Pósteleki	7,30	0,55	0	1,4	2,1	44,4	17,0	52,9	18,6	417,0
2003.12.	Sittyé	7,12	0,58	0	1,5	2,3	50,8	16,8	66,7	20,5	400,0
2003.12.	Thököly	7,45	0,61	0	1,0	1,8	74,2	20,0	59,8	17,0	432,0
2004.02.	Szőlőskert	7,77	0,58	0	1,8	2,5	52,3	17,7	71,3	22,2	368,0
2004.03.	József A. t	7,13	0,54	0	1,7	2,0	57,4	16,3	48,5	18,7	368,0
2004.03.	Horgász	7,67	0,51	0	1,1	1,8	41,9	13,4	59,8	22,3	325,1
2005.01.	Zrínyi	7,22	0,53	0	1,0	2,0	52,3	13,9	55,2	17,1	369,2
Statiszt. értékelés	n = 21	Átlag	0,59	0	1,50	1,94	53,12	17,97	67,80	20,19	412,46
		Szórás	0,06	0	0,33	0,39	7,68	2,93	13,94	2,41	45,49
		SQ	0,067	0	2,16	3,09	1179,2	171,3	3884,5	116,5	41380,3
		CV %	9,79	0	21,90	20,28	14,45	16,28	20,55	11,95	11,03
		h <sub>1</sub>	0,62	0	1,65	2,12	56,61	19,30	74,13	21,29	433,11
		h <sub>2</sub>	0,56	0	1,35	1,76	49,63	16,64	61,47	19,09	391,81

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

## JÁSZSZENTLÁSZLÓ

Dátum	Mintavétel	pH	EC	NO <sub>3</sub> -N	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
2000.03.	Jókai	7,07	0,47	0	0	2,1	86,7	15,6	10,3	6,7	354,1
2000.08.	Klapka	7,13	0,51	0	0,1	1,4	63,5	26,5	19,6	7,0	370,2
2001.02.	Alkotmány	7,15	0,51	1,2	0	4,0	65,8	22,3	27,6	4,9	391,0
2001.12.	Klapka	7,48	0,55	0	0,2	2,4	82,1	26,2	13,1	28,8	383,0
2001.02.	Külter.	7,02	0,40	0	0	1,6	55,0	20,7	17,3	4,9	297,2
2002.01.	Felső tany	7,31	0,39	0	0,2	1,2	48,8	17,8	12,9	6,8	267,3
2002.01.	Szent L.	7,32	0,46	0	0,2	1,6	75,4	15,6	10,1	6,8	361,6
2003.01.	Május 1.	7,43	0,51	0	0,1	1,8	92,5	21,4	8,3	5,2	404,6
2003.01.	Szent L.	7,05	0,51	0	0,2	1,4	65,5	25,1	19,6	5,1	388,1
2003.03.	Kossuth	7,39	0,50	0	0,1	1,8	87,2	18,8	10,6	8,5	386,1
2003.03.	Május 1.	7,17	0,51	0	0	1,7	69,7	29,6	5,5	6,8	386,0
2003.08.	Alkotmány	7,28	0,65	0	0,1	2,2	84,2	20,3	39,6	23,9	432
Statiszt. értékelés	n = 12	Átlag	0,50	0,10	0,10	1,93	73,03	21,66	16,21	9,62	368,43
		Szórás	0,07	0,35	0,09	0,74	13,83	4,46	9,55	7,96	45,36
		SQ	0,050	1,32	0,08	6,01	2102,4	218,69	1002,6	696,82	22635,1
		CV %	13,56	346,41	85,28	38,22	18,93	20,59	58,90	82,76	12,31
		h <sub>1</sub>	0,54	0,32	0,15	2,40	81,73	24,46	22,22	14,63	396,98
		h <sub>2</sub>	0,46	0,0	0,05	1,47	64,33	18,85	10,20	4,61	339,89

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

## KISKUNFÉLEGYHÁZA

Dátum	Mintavétel	pH	EC	NO <sub>3</sub> -	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
2000.01.	Gerle	6,92	0,56	0	0	1,8	94,6	19,6	11,7	8,5	422,3
2000.01.	Fűzfa	7,08	0,50	0	0	1,1	87,9	25,4	6,9	17,1	359,7
2000.02.	Kohári	7,10	0,52	0	0,2	0,5	77,5	25,5	6,0	28,8	267,3
2000.02.	Petőfi tér	6,98	0,54	0	0,1	2,1	84,3	24,5	8,7	23,9	375,4
2000.04.	Fűzfa	7,11	0,61	0	0,1	1,3	93,9	32,9	12,0	26,9	434,6
2000.04.	Külter.	7,24	0,56	0	0,2	0,8	83,7	30,1	6,7	33,6	321,9
2000.05.	Lugas	6,91	0,46	0	0	1,7	68,5	24,3	7,1	6,7	338,0
2000.05.	XI. ker.	6,99	0,41	0	0,1	1,9	65,5	18,4	7,1	3,4	289,7
2000.06.	Izsáki	7,14	0,50	0	0,1	1,0	82,9	21,8	7,4	17,4	354,1
2000.06.	X.ker.	6,98	0,49	0	0	1,6	83,6	21,5	8,1	10,4	354,2
2000.06.	Szilfa	6,95	0,50	0	0	1,9	79,5	17,0	17,5	3,5	370,2
2000.08.	Gerle	6,98	0,58	0,4	0,1	2,0	55,5	37,3	11,0	8,7	418,5
2000.09.	XI. ker.	7,09	0,57	0	0,1	2,1	90,6	22,4	8,3	12,2	401,3
2000.11.	Liget	7,02	0,54	0	0,4	1,1	92,0	17,1	8,1	8,9	401,3
2001.01.	Szentesi	7,38	0,51	0	0,1	2,2	83,7	21,1	8,7	5,1	369,2
2001.01.	XI. ker.	7,37	0,60	0	0,0	2,7	85,4	33,3	10,6	18,7	401,3
2001.01.	XI. ker.	7,31	0,47	0	0,1	1,3	66,7	22,5	13,8	10,2	337,1
2001.03.	Gerle	7,46	0,55	0	0,2	2,2	94,9	19,9	11,0	8,2	422,3
2002.10.	Pázsit	7,31	0,47	0	0,2	2,1	71,7	20,3	14,7	3,5	357,9
2002.10.	Bessenyei	7,68	0,45	0	0,1	1,7	62,5	24,5	16,1	5,2	342,3
2002.12.	Petőfi tér	7,33	0,45	0	0,6	1,6	64,1	21,9	14,0	5,2	326,8
2003.01.	XI. ker.	7,04	0,45	0,7	0,2	2,3	71,7	22,0	7,8	5,2	342,3
2003.04.	Dr. Holló	7,42	0,57	0	0,3	1,3	81,1	37,8	6,9	11,9	370,6
2003.06.	XI. ker.	7,15	0,53	0	0,1	1,4	67,6	28,0	7,4	25,4	336,0
2003.08.	Izsáki út	7,03	0,46	0	0,1	1,1	62,8	22,1	7,1	6,8	320,0
2003.09.	XII. ker.	7,42	0,39	0	0,3	1,8	64,6	14,9	6,9	5,1	272
2004.02.	X. ker.	7,22	0,46	0,6	0,3	2,2	75,8	17,2	10,8	5,1	320,0
2004.02.	Alpári	7,34	0,47	0	2,3	2,0	72,9	25,2	11,5	5,1	336,0
Statiszt. értékelés	n =28	Átlag	0,51	0,06	0,23	1,67	77,34	23,88	9,78	11,81	355,80
		Szórás	0,06	0,18	0,43	0,52	11,26	5,89	3,16	8,71	43,80
		SQ	0,087	0,91	4,97	7,26	3424,3	935,25	269,60	2046,8	51803,7
		CV %	11,21	301,8	190,7	31,02	14,56	24,65	32,30	73,72	12,31
		h <sub>1</sub>	0,53	0,13	0,39	1,87	81,70	26,16	11,01	15,18	372,77
		h <sub>2</sub>	0,48	0,0	0,06	1,47	72,98	21,59	8,56	8,44	338,83

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

## MÉHKERÉK

Dátum	Mintavétel	pH	EC	NO <sub>3</sub> -N	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
2001.02.	Széles	7,56	0,84	0	1,5	1,5	45,8	15,1	179,4	26,1	610,0
2002.02.	Kossuth	7,71	0,78	0	1,9	1,2	44,8	12,8	154,1	22,2	544,6
2002.02.	Zöldfa	7,64	0,90	0	1,9	1,1	48,7	13,3	177,1	25,6	653,6
2002.03.	Köztársaság	7,86	0,73	1,8	2,0	4,5	41,2	12,7	131,1	15,3	451,3
2002.03.	Kölcsey	7,63	0,78	0	2,0	1,1	41,7	11,7	161,0	20,5	575,8
2002.06.	Dobó út	8,02	0,75	0	2,4	6,0	41,8	13,5	142,6	19,1	529,1
2003.03.	Vasút	7,62	0,81	0	1,7	1,4	55,4	14,0	133,4	20,4	871,4
2003.12.	Kossuth	7,01	0,75	0	1,8	1,3	44,5	11,8	128,8	22,2	496,1
2004.03.	Rákóczi	7,68	0,74	0	2,0	1,7	37,2	13,7	135,7	22,3	495,4
2004.09.	Kossuth	7,28	0,78	0	1,9	1,4	41,0	13,4	140,3	22,2	545,8
2005.03.	Eminescu	7,66	0,91	0	2,0	2,1	49,3	12,1	167,9	22,2	626,0
Statiszt. értékelés	n = 11	Átlag:	0,80	0,16	1,92	2,12	44,67	13,10	150,13	21,65	581,74
		Szórás	0,06	0,54	0,22	1,61	5,02	1,02	18,69	2,95	113,62
		SQ	0,038	2,95	0,50	25,92	252,50	10,36	3492,4	86,75	129105,1
		CV %	7,77	331,66	11,61	76,00	11,25	7,77	12,45	13,61	19,53
		h <sub>1</sub>	0,84	0,53	2,07	3,20	48,05	13,78	162,69	23,63	658,13
	h <sub>2</sub>	0,76	0,0	1,77	1,04	41,29	12,42	137,56	19,67	505,34	

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

## NAGYBÁNHEGYES

Dátum	Mintavétel	pH	EC	NO <sub>3</sub> -	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
2000.02.	Medgyesi	7,30	0,33	0	0,5	0,7	11,1	2,8	66,7	23,7	188,7
2000.02.	István kir.	7,86	0,34	0	0,4	0,6	12,9	1,8	65,1	23,9	187,7
2000.02.	Petőfi	7,87	0,34	0	0,4	0,4	7,9	1,7	69,9	23,9	187,7
2000.03.	Erzsébet k	7,58	0,35	0	0,4	0,5	10,2	2,1	73,6	25,1	176,7
2001.03.	Arany	7,61	0,33	0	0,2	0,3	14,8	2,7	82,8	24,5	187,7
2002.05.	Kossuth	7,07	0,37	0	0,5	1,5	20,3	4,8	73,6	27,3	217,9
2004.03.	Petőfi	7,06	0,34	0	0,3	0,4	12,5	2,7	59,8	25,7	185,8
2004.05.	Petőfi	7,68	0,32	0	0,4	0,4	20,6	4,0	66,7	27,4	170,3
2005.01.	Erzsébet	7,56	0,32	0	0,3	1,8	23,3	3,8	64,4	20,5	192,6
Statisztikai értékelés	n =9	Átlag	0,34	0	0,38	0,73	14,84	2,93	69,18	24,67	188,34
		Szórás	0,02	0	0,10	0,54	5,33	1,06	6,75	2,10	13,04
		SQ	0,002	0	0,08	2,32	227,48	9,00	364,88	35,16	1360,68
		CV %	4,63	0	25,72	73,43	35,92	36,16	9,76	8,50	6,92
		h <sub>1</sub>	0,35	0	0,45	1,15	18,95	3,75	74,38	26,28	198,39
	h <sub>2</sub>	0,33	0	0,30	0,32	10,74	2,12	63,98	23,05	178,30	

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

## SZENTES

Dátum	Mintavétel	pH	EC	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
2000.11.	Sáfrán M.	7,38	0,58	0	2,1	1,7	46,5	13,6	85,1	7,0	417,4
2000.11.	Vásárhelyi	7,19	0,66	0,5	0,8	2,7	63,3	18,2	73,6	7,0	497,6
2001.03.	Arany	7,59	0,58	0	1,7	1,3	46,8	22,9	82,8	21,2	422,3
2002.01.	Külter.	7,60	0,50	0	0,4	1,2	27,4	15,4	73,6	6,8	393
2002.03.	Ürge	7,43	0,84	0	0,5	3,5	92,9	26,0	71,3	42,6	575,8
2002.04.	Kossuth út	7,47	0,56	0	1,6	3,1	44,4	13,7	85,1	6,8	404,6
2002.05.	Ürge	7,06	0,62	0,3	0,9	4,2	75,8	22,1	43,7	15,3	451,3
2002.05.	Donát	7,95	0,85	0	0,1	1,1	56,0	25,1	218,5	11,9	638
2002.06.	Köztársaság	7,87	0,70	0	0,1	5,1	27,9	17,4	119,6	31,3	420,1
2002.06	Honvéd	7,22	0,78	0	1,9	3,2	111,5	22,3	23,9	20,5	529,1
2003.11.	Temető	7,56	0,55	0	0,8	1,4	49,2	17,4	66,7	6,8	384
2004.03.	Drahos	7,11	0,54	0,3	1,6	3,0	43,7	13,7	78,2	5,1	418,0
2004.03.	Róna	7,75	0,61	0	1,8	5,4	18,8	7,8	140,3	6,9	449,0
2005.01.	Somogyi	7,68	0,54	0	2,1	1,7	52,1	13,8	75,9	1,7	417,4
2005.04.	Hunyadi	7,41	0,62	0	1,4	3,3	55,1	17,3	75,9	3,3	461,9
2005.05.	Zsolnai	7,37	0,57	0	2,1	2,8	30,5	11,0	101,2	3,3	398,2
2005.06.	Gaál I.	7,28	0,57	0	0,1	4,0	82,1	17,1	20,9	6,6	382,3
Statiszt. értékelés	n = 17	Átlag	0,63	0,06	1,18	2,86	54,35	17,34	84,49	12,01	450,59
		Szórás	0,11	0,15	0,75	1,33	24,61	5,01	45,33	11,09	71,40
		SQ	0,17	0,36	9,05	28,5	9686,9	402,2	32882,4	1968,0	81574,1
		CV %	16,8	231,4	63,9	46,6	45,27	28,91	53,66	92,38	15,85
		h <sub>1</sub>	0,68	0,14	1,56	3,55	67,00	19,92	107,80	17,71	487,30
		h <sub>2</sub>	0,57	0,0	0,79	2,18	41,70	14,76	61,18	6,30	413,87

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

## ZÁKÁNYSZÉK

Dátum	Mintavétel	pH	EC	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
2000.02.	Bordányi	7,25	0,51	0	0,3	1,4	71,1	31,5	33,1	6,8	437,9
2000.02.	Arany	7,30	0,47	0	0,1	0,3	68,4	22,4	7,8	12,0	344,1
2000.04.	Külter.	7,31	0,47	0	0,2	0,9	78,8	19,4	9,0	6,7	370,2
2001.01.	Külter.	7,27	0,47	0	0,2	1,0	72,1	20,9	8,3	5,1	353,1
2001.03.	Nyár	7,25	0,52	0	0,1	1,8	68,5	22,6	17,0	6,5	391,0
2001.03.	Ifjúság	7,34	0,40	0,3	0,5	0,8	73,1	16,0	9,4	6,5	297,2
2002.06.	Kossuth út	7,16	0,42	0	0,1	1,3	48,1	19,4	19,3	6,9	326,8
2003.03.	Ifjúság út	6,73	0,41	0	0,1	1,0	62,2	15,2	7,1	10,2	278,0
2004.02.	Kossuth	7,31	0,46	0	0,2	0,8	72,1	22,2	8,1	11,9	288,0
2004.02.	Kossuth	7,13	0,46	0	0,8	0,7	71,9	21,4	7,4	10,2	304,0
2005.01.	Ifjúság	7,38	0,41	0	0,2	1,1	63,3	15,5	6,4	8,5	305,0
Statiszt. értékelés	n = 11	Átlag	0,45	0,03	0,25	1,01	68,15	20,59	12,08	8,30	335,94
		Szórás	0,04	0,09	0,22	0,40	8,08	4,57	8,14	2,40	49,17
		SQ	0,016	0,08	0,47	1,57	653,01	208,55	662,27	57,40	24179,3
		CV %	8,87	331,7	84,92	39,25	11,86	22,18	67,36	28,87	14,64
		h <sub>1</sub>	0,48	0,09	0,40	1,28	73,58	23,66	17,55	9,91	369,00
		h <sub>2</sub>	0,43	0,0	0,11	0,74	62,71	17,52	6,61	6,69	302,87

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



## 11. melléklet

### RÉTEGVIZEK

#### MIKROELEM TARTALOM

	Dátum	Mintavétel ye	pH	EC	Fe	Cu	Zn	Mn	B	SO <sub>4</sub> -S
1	2004.12.	Apátfalva	8,09	0,63	0,2	<0,1	0,0	0,1	0,5	0,0
2	2004.12.	Apátfalva	7,68	0,14	0,0	<0,1	0,0	<0,1	0,4	0,0
3	2001.12.	Ásotthalom	7,61	0,47	0,1	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	0,0
4	2005.06.	Ásotthalom	7,72	0,49	0,4	0,0	0,0	<0,1	<0,1	0,0
5	2000.11.	Balástya	7,19	0,48	0,2	<0,1	0,0	<0,1	<0,1	0,0
6	2005.05.	Balástya	6,86	0,48	0,4	0,0	0,0	0,2	<0,1	0,0
7	2002.12.	Csanytelek	7,08	0,7	3,7	0,0	<0,1	0,3	0,2	0,0
8	2002.12.	Csanytelek	7,30	0,46	0,3	0,0	<0,1	0,1	<0,1	0,0
9	2003.06.	Csanytelek	7,16	0,9	5,0	0,0	0,0	0,3	0,2	0,0
10	2003.06.	Csanytelek	7,67	0,46	0,3	0,0	0,0	0,1	<0,1	0,0
11	2003.12.	Csanytelek	7,02	0,67	5,1	<0,1	<0,1	0,2	0,2	0,0
12	2004.01.	Csanytelek	7,44	0,62	0,9	0,0	<0,1	0,2	0,3	0,0
13	2004.01.	Csanytelek	7,86	0,47	0,2	0,0	0,0	0,1	<0,1	0,0
14	2005.02.	Csanytelek	7,37	0,46	0,1	0,0	0,0	0,1	<0,1	0,0
15	2003.01.	Csolyospálos	7,89	0,55	0,5	<0,1	0,0	0,2	<0,1	0,0
16	2000.05.	Deszk	7,06	0,47	0,2	<0,1	0,0	<0,1	<0,1	0,0
17	2002.08.	Domaszék	7,30	0,75	0,6	<0,1	0,0	0,5	0,2	0,0
18	2003.04.	Csengele	7,65	0,50	0,2	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	0,0
19	2004.03.	Csengele	7,76	0,51	0,8	0,0	<0,1	0,1	<0,1	0,0
20	2005.06.	Csengele	7,42	0,54	1,1	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	0,0
21	2004.03.	Cserkeszőlő	7,21	0,40	2,2	0,0	0,0	0,3	<0,1	0,0
22	2000.11.	Gyula	6,88	0,55	0,6	0,0	<0,1	0,4	0,2	0,0
23	2003.01.	Gyula	7,99	0,55	0,5	0,0	<0,1	0,2	0,2	0,0
24	2003.12.	Gyula	7,12	0,58	0,8	0,0	0,6	0,3	0,2	0,0
25	2004.02.	Gyula	7,77	0,58	0,5	0,0	<0,1	0,2	0,2	0,0
26	2004.03.	Gyula	7,13	0,54	0,4	<0,1	<0,1	0,4	0,2	0,0
27	2001.02.	Jászszentlászló	7,02	0,40	0,9	0,1	<0,1	0,1	<0,1	0,0
28	2002.01.	Jászszentlászló	7,31	0,39	0,9	<0,1	0,0	<0,1	<0,1	0,0
29	2003.08.	Jászszentlászló	7,28	0,65	0,3	0,0	0,0	0,1	<0,1	0,0
30	2003.06.	Kecel	6,87	0,63	0,3	0,0	0,0	0,2	<0,1	0,0
31	2004.04.	Kecskemét	6,84	0,93	1,9	0,0	0,0	0,2	<0,1	48,2
32	2000.08.	Kiskőrös	6,97	0,58	0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	15,1
33	2000.01.	Kiskunfélh.	7,08	0,50	0,8	<0,1	0,1	0,1	<0,1	4,5
34	2000.06.	Kiskunfélh.	7,14	0,50	0,2	0	<0,1	0,2	<0,1	0,0
35	2000.06.	Kiskunfélh.	7,08	0,49	0,8	0	0,1	0,2	<0,1	0,0
36	2000.11.	Kiskunfélh.	7,12	0,54	2,0	0,0	0,0	0,1	<0,1	0,0
37	2002.01.	Kiskunfélh.	7,70	0,46	1,1	0,0	0,0	0,2	<0,1	0,0
38	2002.10.	Kiskunfélh.	7,68	0,45	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,0
39	2002.12.	Kiskunfélh.	7,33	0,45	1,0	0,0	0,0	0,1	<0,1	0,0
40	2003.03.	Kiskunfélh.	7,42	0,57	1,3	0,0	<0,1	0,2	<0,1	0,0
41	2003.06.	Kiskunfélh.	7,15	0,53	1,1	0,0	0,0	0,2	<0,1	4,1
42	2003.09.	Kiskunfélh.	7,42	0,39	0,5	0,0	<0,1	0,2	<0,1	0,0
43	2004.02.	Kiskunfélh.	7,22	0,46	1,2	0,0	<0,1	0,2	<0,1	0,0
44	2004.02.	Kiskunfélh.	7,34	0,47	1,2	0,0	0,0	0,2	<0,1	0,0
45	2004.05.	Kiskunm.	7,39	0,42	0,9	0,0	<0,1	0,1	<0,1	0,0
46	2001.04.	Kistelek	6,93	0,63	1,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0
47	2004.03.	Kistelek	7,08	0,62	2,7	0,0	<0,1	0,3	0,2	0,0

48	2004.12.	Kistelek	7,05	0,47	0,3	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	0,0
49	2004.02.	Kunszállás	7,11	0,58	1,4	0,0	<0,1	0,2	<0,1	0,0
50	2001.01.	Medgyesh.	7,24	0,44	0,1	0,0	0,0	0,2	<0,1	0,0
51	2003.11.	Medgyesh.	7,78	0,56	0,3	<0,1	<0,1	0,4	0,1	0,0
52	2004.04.	Méhkerék	7,59	1,05	0,7	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0
53	2002.05.	Mórahalom	7,34	0,58	0,8	0,0	<0,1	0,1	<0,1	22,7
54	2003.06.	Mórahalom	7,58	0,55	1,1	0,0	0,0	0,2	<0,1	0,0
55	2004.02.	Mórahalom	6,85	0,91	5,8	0,0	0,0	0,3	<0,1	19,1
56	2003.06.	Orosháza	7,69	0,53	0,1	0,0	0,0	0,1	0,3	0,0
57	2000.01.	Öcsöd	7,21	0,48	0,6	0,0	0,2	0,1	0,1	0,0
58	2003.11.	Öcsöd	7,41	0,74	0,4	0,1	0,3	0,2	0,5	0,0
59	2005.01.	Öcsöd	7,12	0,77	0,5	0,0	0,0	0,2	0,4	0,0
60	2004.08.	Sarkad	7,99	0,37	0,1	0,0	0,0	0,1	<0,1	0,0
61	2000.02.	Sándorfalva	7,73	0,41	0,3	0,0	<0,1	<0,1	<0,1	0,0
62	2004.04.	Sándorfalva	7,03	0,44	0,2	<0,1	0,0	0,1	<0,1	0,0
63	2004.05.	Sándorfalva	7,08	0,45	0,3	0,0	0,0	0,1	<0,1	0,0
64	2005.04.	Sándorfalva	6,82	0,45	0,3	0,0	0,0	0,1	<0,1	0,0
65	2000.02.	Szabadkígy.	7,91	0,41	1,1	0,0	<0,1	0,2	0,2	0,0
66	2000.06.	Szarvas	6,78	0,52	3,2	<0,1	0,0	0,4	<0,1	0,0
67	2000.11.	Szarvas	7,13	0,64	3,3	0	0	0,5	0,1	0,0
68	2004.06.	Szarvas	7,42	0,52	0,9	0,0	<0,1	0,4	0,1	0,0
69	2001.02.	Szeged	7,57	0,45	0,1	<0,1	0,0	0,1	<0,1	0,0
70	2004.06.	Szeged	7,76	0,72	0,3	0,1	<0,1	0,5	0,2	0,0
71	2000.12.	Szentes	7,61	0,46	0,3	0,0	0,0	<0,1	0,1	0,0
72	2002.03.	Szentes	7,43	0,84	5,7	0,0	<0,1	0,3	0,2	0,0
73	2002.05.	Szentes	7,95	0,85	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,8	0,0
74	2003.11.	Szentes	7,56	0,55	0,8	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0
75	2005.01.	Szentes	7,68	0,54	1,3	0,0	<0,1	0,3	0,2	0,0
76	2005.04.	Szentes	7,41	0,62	1,1	0,0	0,0	0,2	0,3	0,0
77	2000.05.	Tömörkény	6,79	0,45	0,2	0,0	0,1	0,1	<0,1	0,0
78	2001.09.	Tömörkény	7,12	0,94	4,8	<0,1	<0,1	0,3	0,2	0,0
79	2005.01.	Tömörkény	7,28	0,46	0,2	0,0	0,0	0,1	<0,1	0,0
80	2000.11.	Üllés	7,16	0,45	0,2	0,0	0,0	0,3	<0,1	0,0
81	2000.11.	Üllés	6,99	0,39	0,5	0,0	0,0	0,1	<0,1	0,0
82	2005.01.	Üllés	7,41	0,68	0,4	0,0	<0,1	0,3	<0,1	0,0
83	2000.01.	Zákányszék	6,95	0,72	2,9	0,0	<0,1	0,2	<0,1	24,7
84	2000.02.	Zákányszék	7,25	0,51	0,7	<0,1	0,0	<0,1	<0,1	0,0
85	2001.01.	Zákányszék	7,27	0,47	2,0	0,0	0,0	0,2	<0,1	0,0
86	2001.03.	Zákányszék	7,25	0,52	0,9	0,0	0,0	0,2	<0,1	0,0
87	2004.02.	Zákányszék	7,31	0,46	1,1	0,0	0,0	0,2	<0,1	0,0

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

12. melléklet

**ÖNTÖZŐVÍZ SÓTALANÍTÁSA FORDÍTOTT OZMÓZIS ELVÉN**

	Dátum	Mintavétel	pH	EC	NO <sub>3</sub> -N	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
1.	2000.02.	Cserkeszölő, javított	6,32	0,13	0	0	0,1	0,2	0,1	7,5	6,8	31,3
2.	2000.02.	Cserkeszölő, kevert	7,13	0,24	0	0	0,4	4,9	2,5	61,0	8,5	172,0
3.	2000.03.	Szentes, javítandó	7,35	0,73	0	1,3	1,2	36,7	12,6	135,7	11,8	531,1
4.	2000.03.	Szentes, javított	6,06	0,12	0	0,1	0,1	5,5	1,2	7,1	5,0	32,2
5.	2000.06.	Orosháza javítandó	7,48	1,07	0	1,5	1,2	35,5	13,3	239,2	17,4	788,6
6.	2000.06.	Orosháza javított	6,88	0,03	0	0,2	0	0,5	1,2	8,1	1,7	16,1
7.	2000.11.	Balástya javítandó	0,48	0,71	0	0	1,2	58,3	23,8	19,3	7,0	353,1
8.	2000.11.	Balástya javított	6,45	0,09	0	0	0,3	10,3	4,3	5,5	3,5	80,3
9.	2002.04.	Kunszentmárton, javítandó	7,40	1,72	2,2	0,2	2,7	120,0	35,7	276	64,8	809,2
10.	2002.04.	Kunszentmárton, kevert	6,33	0,10	0	0,1	0,2	6,5	1,5	13,6	1,7	46,7
11.	2002.04.	Szentes, Ilona telep, javítandó	7,96	0,43	0,4	0,3	1,3	33	21	57,5	1,7	357,9
12.	2002.05.	Szentes, kevert	7,23	0,11	0	0,1	0,2	6,6	4,1	13,6	3,4	77,8
13.	2004.01.	Nagyszénás, javított	6,33	0,03	0	0	0,2	0,3	0,1	5,3	1,7	16,0
14.	2004.12.	Apátfalva javítandó	8,09	0,63	0	0,4	0,9	7,9	2,2	149,5	6,8	465,5
15.	2004.12.	Apátfalva, javított	7,61	0,10	0	0	0,2	0,5	0,3	22,5	1,7	80,3
16.	2004.12.	Apátfalva 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)

13. melléklet

TÁPOLDAT ÖSSZEÁLLÍTÁSOK (1000 LITERRE) A FŐBB ZÖLDSÉGNÖVÉNYEKRE

DÉL-ALFÖLDI RÉTEGVIZEKBŐL

Település	EC mS/cm	Na mg/l	HNO <sub>3</sub> 60 % dl	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> g	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> g	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> g	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> g	MgSO <sub>4</sub> g	KNO <sub>3</sub> g
<b>Paprika</b>									
Csanytelek	3,52	59,0	5,54	510	310	175	90	30	170
Csolyospálos	3,25	28,4	4,58	570	250	175	90	110	240
Gyula	3,35	74,1	4,41	720	180	175	-	190	320
Jászszentlászló	3,13	22,2	3,96	580	240	175	110	120	250
Kiskunfélegyháza	3,08	11,0	3,66	580	250	175	130	100	240
Méhkerék	3,93	162,7	7,23	760	160	175	-	220	340
Nagybánhegyes	2,85	74,4	1,48	920	90	175	20	320	430
Szentes	3,48	107,8	5,09	670	210	175	-	160	290
Zákányszék	3,06	17,6	3,61	630	230	175	100	130	260
<b>Paradicsom</b>									
Csanytelek	4,28	59,0	5,54	660	640	210	90	240	60
Csolyospálos	3,98	28,4	4,58	710	580	210	80	320	130
Gyula	4,10	74,1	4,41	860	540	210	10	380	180
Jászszentlászló	3,88	22,2	3,96	730	570	210	100	340	140
Kiskunfélegyháza	3,83	11,0	3,66	730	580	210	120	320	130
Méhkerék	5,18	162,7	7,23	910	490	210	-	440	390
Nagybánhegyes	3,59	74,4	1,48	1060	410	210	10	550	330
Szentes	4,23	107,8	5,09	800	540	210	-	380	180
Zákányszék	3,82	17,6	3,61	770	560	210	90	350	180
<b>Uborka</b>									
Csanytelek	3,49	59,0	5,54	350	260	170	100	-	380
Csolyospálos	3,20	28,4	4,58	405	205	170	100	70	450
Gyula	3,30	74,1	4,41	560	150	170	10	140	510
Jászszentlászló	3,08	22,2	3,96	420	200	170	120	80	450
Kiskunfélegyháza	3,06	11,0	3,66	425	205	170	135	70	455
Méhkerék	4,24	162,7	7,23	610	470	170	-	190	130
Nagybánhegyes	2,79	74,4	1,48	760	40	170	20	290	640
Szentes	3,43	107,8	5,09	500	160	170	5	130	500
Zákányszék	3,02	17,6	3,61	460	190	170	120	90	470

## 14. melléklet

**A VÍZKULTÚRÁS TERMESZTÉSHEZ KAPCSOLÓDÓ OLDATOK VIZSGÁLATI  
EREDMÉNYEI**

**I. ÜZEM / PAPRIKA**

Minta jele	pH	EC	NO3-N	P	K	Ca	Mg	Na
		mS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
<b>2004. 03.</b>								
Tápoldat	6,02	2,55	189,8	83,9	439,9	269	52,1	30,8
Táblaoldat	6,08	3,12	199,8	76,6	445,7	320,7	83,8	62,1
Drén	6,21	2,99	216,5	80,5	449,7	306,9	79,6	57,5
<b>2004. 04.</b>								
Tápoldat	5,92	2,1	196,5	90,6	361,7	187,9	45,4	25,5
Táblaoldat	6,02	2,69	276,4	122,2	406,6	284,8	71,8	46,5
Drén	5,98	2,64	266,4	125,5	416,4	254,5	64,4	44,4
<b>2004. 05.</b>								
Tápoldat	6,05	2,28	233,1	74,2	357,8	205,9	43,6	26,9
Táblaoldat	6,51	2,84	328	43,4	398,8	270,6	73,6	59,8
Drén	6,81	2,63	288	35,5	402,7	220,6	63	46,2
<b>2004.06.</b>								
Tápoldat	5,83	2,24	289,7	57,9	328,4	198,6	39,7	26,2
Táblaoldat	5,94	3,83	489,5	63,9	477	325	80,2	69
Drén	6,43	2,98	353	31,9	367,5	233,3	63,6	64,4
<b>2004. 07.</b>								
Tápoldat	6,31	1,98	154,8	58,8	258,1	180,6	37,6	29,9
Táblaoldat	6,18	2,13	191,5	61,6	248,3	168,1	58	50,6
Drén	6,57	1,83	159,8	50,8	213,1	143,1	47,6	43,7
<b>2004.08.</b>								
Tápoldat	6,11	2,22	251,4	37	312,8	188,5	39,8	27,6
Táblaoldat	5,91	3,26	353	52,2	418,4	280,8	60,8	43,7
Drén	5,91	2,89	306,4	47,3	379,3	253,8	55,8	39,1
<b>2004. 09.</b>								
Tápoldat	6,04	2,17	178,2	59,7	308,9	197,1	38,6	34,5
Táblaoldat	6,15	3,29	273,1	60	391	282,4	67,7	66,7
Drén	6,42	2,92	239,8	52,8	348	244,1	59,1	62,1

## II. ÜZEM / PAPRIKA

Minta jele	pH	EC	NO3-N	P	K	Ca	Mg	Na
		mS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
<b>2004. 04.</b>								
Tápoldat	5,79	2,18	253,9	46,5	260	205,6	46,1	19,3
Táblaoldat	6,92	2,31	263,1	19,9	104,6	277,8	87,9	43,5
Drén	6,52	2,17	245,6	42,8	154,4	240,7	80,1	37,3
<b>2004.05.</b>								
Tápoldat	5,41	2	178,2	55,1	287,4	179,4	33,6	19,3
Táblaoldat	6,01	3,17	283,1	83,5	281,5	376,5	81,2	44,4
Drén	5,87	2,96	269,7	79,9	277,6	382,4	78,4	41,4
<b>2004. 06.</b>								
Tápoldat	6,37	2,31	189,8	12,1	324,5	173,7	39,2	25,3
Táblaoldat	6,59	2,41	234,8	16,3	273,7	228,9	56,5	36,8
Drén	6,72	2,44	241,4	28,2	293,3	236,8	55,8	34,5
<b>2004.07.</b>								
Tápoldat	5,54	1,77	139,9	52,2	219	127,3	46,1	15,9
Táblaoldat	6,38	2,72	219,8	44,3	265,9	266,7	76,1	43,7
Drén	6,19	2,41	221,4	51,2	242,4	230,3	62,3	33,8
<b>2004.08.</b>								
Tápoldat	5,45	2,01	174,8	53,6	299,1	173,5	40,7	17,5
Táblaoldat	5,38	6,15	496,2	181,9	535,7	750	179,1	103,5
Drén	5,35	4,83	333	156,2	465,3	594,1	135,5	82,8
<b>2004.09.</b>								
Tápoldat	5,67	2,03	201,5	39,9	281,5	143,8	56,5	17
Táblaoldat	5,47	4,31	442,9	90,6	441,8	431,2	132,5	64,4
Drén	5,43	3,64	373	79,5	414,5	359,4	105,4	50,6
<b>2004.10.</b>								
Tápoldat	5,18	1,99	173,2	42,2	308,9	144,3	46,4	25,3
Táblaoldat	5,75	3,31	246,4	67,2	363,6	294,3	109,2	50,6
Drén	5,73	2,87	233,1	69,9	342,1	260	90,8	41,4
<b>2004.11.</b>								
Tápoldat	5,04	2,22	216,5	47,6	353,9	157,4	49,8	15,6
Táblaoldat	5,87	3,31	323	45,6	430,1	270,4	85,7	48,3
Drén	5,84	2,85	283,1	41,7	398,8	225,9	73,5	36,8

### III. ÜZEM / PAPRIKA

Minta jele	pH	EC	NO3-N	P	K	Ca	Mg	Na
		mS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
<b>2004.05.</b>								
Tápoldat	6,16	1,84	186,5	32,9	263,9	138,2	40,2	40
Táblaoldat	6,31	2,2	271,4	28,4	273,7	188,2	56	73,6
Drén	6,96	2,39	283,1	20	263,9	191,2	64,8	89,7
<b>2004. 06.</b>								
Tápoldat	6,22	1,75	197,3	44,3	211,1	148,6	39,5	36,8
Táblaoldat	6,49	2,2	289,7	32,8	252,2	188,9	55,9	73,6
Drén	6,95	2,34	306,4	31,6	256,1	190,3	62,3	85,1
<b>2004.07.</b>								
Tápoldat	6,16	1,97	194,8	61,5	191,6	176,4	40	43,7
Táblaoldat	5,86	2,37	284,7	66,8	176	236,1	57,8	71,3
Drén	5,99	2,39	269,7	79,1	181,8	229,2	63,5	64,4
<b>2004.08.</b>								
Tápoldat	6,04	1,74	189	14,1	189,6	155,8	42,3	29
Táblaoldat	6,03	2,17	288	35,2	185,7	203,8	62,1	52,9
Drén	6,34	2,17	276,4	28,2	181,8	198,1	62,7	48,3
<b>2004.09.</b>								
Tápoldat	6,37	1,79	168,2	40,3	190,6	155,9	42,5	27,6
Táblaoldat	6,19	2,04	203,1	37,5	162,3	205,9	62,3	52,9
Drén	6,53	2,03	213,1	32,9	164,2	197,1	60,7	50,6
<b>2004.10.</b>								
Tápoldat	6,05	1,71	153,2	21	250,2	129	36,1	41,4
Táblaoldat	6,27	2,02	216,5	21	197,5	180,6	58	52,9
Drén	6,63	1,97	213,1	21,4	174	195,2	57,5	48,3

#### IV. ÜZEM / PARADICSOM

Minta jele	pH	EC	NO3-N	P	K	Ca	Mg	Na
		mS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
<b>2004.03.</b>								
Tápoldat	5,71	3,13	293	47,3	410,6	392,3	77,4	50,6
Táblaoldat	6,41	4,61	343	41,4	567	546,2	205,2	121,9
Drén	6,83	4,09	336,3	20,2	516,1	465,4	177,8	103,5
<b>2004.04.</b>								
Tápoldat	5,71	2,62	228,1	61,1	439,9	197	81	44,6
Táblaoldat	6,25	3,94	343	50,5	531,8	315,2	163,9	110,4
Drén	6,43	4,28	392,9	48,2	563	342,4	178,2	126,5
<b>2004.05.</b>								
Tápoldat	6,18	2,71	269,7	74	441,8	188,2	88,4	41,4
Táblaoldat	6,09	4,02	426,2	73,7	539,6	305,9	156,4	94,3
Drén	6,21	4,24	442,9	70,7	567	335,3	166,8	103,5
<b>2004.06.</b>								
Tápoldat	6,37	2,27	214,8	35	322,6	175	59	41,4
Táblaoldat	6,18	4,34	446,2	36,5	543,5	271,1	133,8	112,7
Drén	6,71	3,53	309,7	31,3	445,7	194,7	104,2	89,7
<b>2004.07.</b>								
Tápoldat	6,51	2,59	249,8	45,8	357,8	175,8	65,7	41,4
Táblaoldat	5,97	5,65	626	61,6	625,6	400	195,9	121,9
Drén	6,08	5,88	662,7	45	711,6	372,7	195,1	128,8
<b>2004.08.</b>								
Tápoldat	6,04	2,01	203,1	44,8	277,6	142,3	61,9	43,7
Táblaoldat	5,63	4,91	532,8	45	559,1	376,9	179,2	105,8
Drén	5,76	5,01	552,8	51,8	617,8	373,1	165,8	103,5
<b>2004.09.</b>								
Tápoldat	6,21	2,49	226,4	42,7	355,8	174,4	64,8	48,3
Táblaoldat	5,98	4,19	446,2	67,2	473,1	315,4	147,7	94,3
Drén	5,95	4,96	509,5	76,9	637,3	343,6	161,7	108,1
<b>2004.10.</b>								
Tápoldat	6,53	2,51	193,1	37,7	353,9	206,5	78,4	48,3
Táblaoldat	6,16	3,94	309,7	47,9	473,1	325,8	166,4	87,4
Drén	6,14	4,28	343	52,5	449,7	367,7	193,6	103,5



## V. ÜZEM / PARADICSOM

Minta jele	pH	EC	NO3-N	P	K	Ca	Mg	Na
		mS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
<b>2004.03.</b>								
Tápoldat	5,74	2,98	266,4	74,3	561,1	250	70,5	27,4
Táblaoldat	6,33	3,8	339,7	55,1	637,3	360	123,3	48,1
Drén	6,24	4,08	369,6	59,3	692,1	350	136,7	52,2
<b>2004.04.</b>								
Tápoldat	5,91	2,91	246,4	88,2	492,7	206,1	78,7	26,2
Táblaoldat	6,07	3,8	306,4	89,7	617,8	287,9	125	43,7
Drén	6,04	4,14	349,7	96,5	676,4	312,1	134,3	46,2
<b>2004.05.</b>								
Tápoldat	5,99	2,63	278,1	66,5	473,1	185,3	71,6	26
Táblaoldat	6,11	3,5	333	74	567	276,5	107,6	39,1
Drén	6,07	4,19	429,6	90,3	672,5	335,3	142,8	45,8
<b>2004.06.</b>								
Tápoldat	6,19	2,53	259,7	74,2	340,2	189,2	77,7	32,2
Táblaoldat	6,42	3,19	273,1	48,9	426,2	208,1	102,1	46
Drén	6,58	3,98	339,7	54,1	570,9	256,8	129,8	57,5
<b>2004.07.</b>								
Tápoldat	6,23	2,01	188,1	38,8	277,6	156,1	59,6	23,7
Táblaoldat	6,31	4,58	436,2	57,7	684,2	315,2	153,5	66,7
Drén	6,51	5,11	479,5	53,5	731,2	339,4	182	71,3
<b>2004.08.</b>								
Tápoldat	6,01	2,34	236,4	24	348	176,9	60,4	22,1
Táblaoldat	6,28	3,72	359,6	66,8	520	261,5	123,8	41,4
Drén	6,22	3,81	346,3	37,2	563	250	121,7	41,4
<b>2004.10.</b>								
Tápoldat	6,26	2,77	178,2	44,8	494,6	188,7	75,7	36,8
Táblaoldat	6,27	5,91	482,9	58,7	985,3	396,8	191,8	87,4
Drén	6,38	5,75	486,2	54,4	965,8	374,2	191,4	87,4

## VI. ÜZEM / PARADICSOM

Minta jele	pH	EC	NO3-N	P	K	Ca	Mg	Na
		mS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
<b>2004.07.</b>								
Tápoldat	5,59	3,21	246,4	31,3	367,5	194,4	102,6	73,6
Táblaoldat	5,64	6,17	586,1	51,2	731,2	386,1	232,6	193,2
Drén	5,84	5,11	442,9	58,4	520	322,2	187,8	124,2
<b>2004.09.</b>								
Tápoldat	5,69	3,63	233,1	88,7	461,4	255,9	113,2	78,2
Táblaoldat	5,87	6,93	499,5	125,8	793,7	511,8	257,7	184
Drén	5,68	11,91	772,6	181,3	1313,8	770,6	472,7	372,6
<b>2004.10.</b>								
Tápoldat	5,79	3,56	359,6	77,3	281,5	374,1	37,2	78,2
Táblaoldat	5,56	6,34	416,2	123,9	875,8	422,2	237,6	156,4
Drén	5,59	6,76	459,5	119	864,1	474,1	268,6	209,3
<b>2004.11.</b>								
Tápoldat	5,47	3,86	246,4	57,1	653	233,3	98,7	80,5
Táblaoldat	5,61	7,79	592,7	64,5	1001	471,8	254,5	234,6
Drén	5,74	9,77	679,3	76,9	1259	574,4	371,4	374,9

## VII. ÜZEM / UBORKA

Minta jele	pH	EC	NO3-N	P	K	Ca	Mg	Na
		mS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
<b>2004.03.</b>								
Tápoldat	5,77	1,74	193,1	31,8	246,3	256,9	21	21,9
Táblaoldat	6,09	2,49	278,1	46,3	371,5	279,3	71	69
Drén	5,74	1,92	194,8	38	258,1	232,8	50,6	43,9
<b>2004.04.</b>								
Tápoldat	5,61	1,82	179,8	38,2	244,4	143,9	30,1	22,8
Táblaoldat	6,75	1,97	195,6	11,2	167,2	187,9	52,5	64,4
Drén	7,11	2,06	194,8	2,3	185,7	174,2	54,9	78,2
<b>2004.05.</b>								
Tápoldat	6,01	1,98	201,5	51,3	293,3	147,1	38,8	21,9
Táblaoldat	6,31	2,59	319,7	27,9	269,8	232,4	52,2	57,5
Drén	6,71	2,71	303	22,7	187,7	297,1	68	80,5
<b>2004.06.</b>								
Tápoldat	5,94	1,83	223,1	54,8	248,3	150	23,5	21,2
Táblaoldat	6,22	2,66	319,7	57,1	316,7	202,8	50	64,4
Drén	6,34	2,24	269,7	59,3	277,6	195,8	45,4	62,1

## VIII. ÜZEM / UBORKA

Minta jele	pH	EC	NO3-N	P	K	Ca	Mg	Na
		mS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
<b>2004.03.</b>								
Tápoldat	5,61	2,47	244,8	62,9	426,2	262,1	59,6	62,1
Táblaoldat	6,49	3	236,4	46	461,4	303,4	84,6	112,7
Drén	5,91	3,11	266,4	67,8	672,5	306,9	77,9	89,7
<b>2004.04.</b>								
Tápoldat	5,01	2,3	234,8	68,6	379,3	193,9	53,2	49,4
Táblaoldat	6,12	3,28	233,1	65,9	527,9	281,8	86,1	117,3
Drén	6,18	3,07	213,1	56,4	414,5	269,7	86,6	110,4
<b>2004.05.</b>								
Tápoldat	4,88	2,71	246,4	67,8	394,9	214	54	62,1
Táblaoldat	5,56	3,83	279,7	75,3	367,5	384	105,9	128,8
Drén	5,92	3,59	313	58,7	375,4	344	92,4	112,7

## IX. ÜZEM / UBORKA

Minta jele	pH	EC	NO3-N	P	K	Ca	Mg	Na
		mS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
<b>2004.03.</b>								
Tápoldat	5,75	1,82	184	28,1	236,6	161,7	57,4	37,7
Táblaoldat	6,22	3,18	276,4	59	453,6	283,3	101,4	96,6
Drén	5,89	2,61	234,8	40,4	367,5	233,3	79,8	85,1
<b>2004.04.</b>								
Tápoldat	5,41	1,92	204,8	58,7	269,8	148,5	43,1	37,5
Táblaoldat	5,91	2,31	226,4	73,2	312,8	183,3	66,7	71,3
Drén	6,46	1,93	151,5	64,2	238,5	160,6	60,9	69
<b>2004.05.</b>								
Tápoldat	5,71	1,98	223,1	43,5	265,9	170,6	52,6	39,1
Táblaoldat	5,86	2,28	248,1	33,7	207,2	229,4	80,8	64,4
Drén	5,91	2,28	269,7	34,2	187,7	241,2	86,4	69

15. melléklet

**A TÁPANYAGOK HASZNOSULÁSÁNAK KISZÁMÍTÁSA ÜZEMENKÉNT**

**A) A kicsöpögő tápoldat térfogatának megállapítása 1 m<sup>2</sup>-re üzemenként:**

1. A tápoldat N-tartalmának alapján 2. A tápoldat K-tartalmának alapján 3. Átlagolt tápoldat térfogat

Tápoldat							
	1. N-tartalom alapján			2. K-tartalom alapján			
Üzem jele	Teljes N felhasználás (ΣN) g/m <sup>2</sup>	Átlagos N-koncentráció (c <sub>TN</sub> x 10 <sup>3</sup> ) mg/l	Tápoldat térfogata (V <sub>TN</sub> ) l/m <sup>2</sup>	Teljes K felhasználás (Σ K) g/m <sup>2</sup>	Átlagos K-koncentráció (c <sub>TK</sub> x 10 <sup>3</sup> ) mg/l	Tápoldat térfogata (V <sub>TK</sub> ) l/m <sup>2</sup>	Átlagolt térfogat (V <sub>T</sub> ) l/m <sup>2</sup>
<b>PAPRIKA</b>							
I.	282,0	213,4	1321	399,3	338,2	1181	1251
II.	141,3	191	740	178,0	291,8	610	675
III.	169,7	181,5	935	168,9	203,6	781	858
<b>PARADICSOM</b>							
IV.	226,0	234,8	963	358,2	370	968	967
V.	299,7	236,2	1269	545,3	426,8	1278	1274
VI.	224,9	271,4	829	408,0	440,9	925	877
<b>UBORKA</b>							
VII.	70,1	199,4	352	87,8	258,1	340	346
VIII.	86,5	242,0	357	132,9	400,1	332	345
IX.	103,4	204,0	507	137,5	257,4	534	521

$$\frac{\sum N}{c_{TN}} = V_{TN}, \quad \frac{\sum K}{c_{TK}} = V_{TK}, \quad V_T = \frac{V_{TN} + V_{TK}}{2}$$

Σ N, Σ K: Teljes tápelem bevitel a kísérleti időszakban, g/m<sup>2</sup>

c<sub>TN</sub>, c<sub>TK</sub>: Nitrogén illetve kálium átlagos koncentráció a tápoldatban, g/l

V<sub>TN</sub>, V<sub>TK</sub>: Tápoldat számított térfogata nitrogénre valamint káliumra alapozva, l/m<sup>2</sup>

V<sub>T</sub>: Átlagolt tápoldat térfogat, l/m<sup>2</sup>

**B) A teljes kalcium- és magnézium bevitel 1 m<sup>2</sup>-re üzemenként:**

Üzem jele	Tápanyag térfogat (V <sub>T</sub> ) l/m <sup>2</sup>	Öntözővízzel bekerülő mennyiség (T <sub>Ca</sub> ; T <sub>Mg</sub> ) g/m <sup>2</sup>		Műtrágyával bekerülő mennyiség (M <sub>Ca</sub> ; M <sub>Mg</sub> ) g/m <sup>2</sup>		Teljes tápanyag bevitel (Σ Ca; Σ Mg) g/m <sup>2</sup>	
		Ca	Mg	Ca	Mg	Ca	Mg
<b>PAPRIKA</b>							
I.	1251	85,7	26,6	143,5	17,5	229,2	44,1
II	675	77,2	13,4	65,8	15,5	143,0	28,9
III.	858	53,5	24,4	82,0	14,8	135,5	39,2
<b>PARADICSOM</b>							
IV.	967	77,1	24,2	162,6	42,8	239,7	67,0
V.	1274	71,0	15,0	165,7	68,7	236,7	83,7
VI.	877	70,0	32,6	136,0	65,1	206,0	97,7
<b>UBORKA</b>							
VII.	346	3,1	0,8	74,9	13,3	78,0	14,1
VIII.	345	81,4	28,1	66,8	14,4	148,2	42,5
IX.	521	49,3	22,9	79,6	19,9	128,9	42,8

$$T_{Ca} = V_T \times c_{wCa}, \quad T_{Mg} = V_T \times c_{wMg}$$

$$\Sigma Ca = M_{Ca} + T_{Ca}, \quad \Sigma Mg = M_{Mg} + T_{Mg}$$

T<sub>Ca</sub>, T<sub>Mg</sub>: Az öntözővíz természetes kalcium- és magnézium tartalma által bevitt mennyiség, g/m<sup>2</sup>

c<sub>wCa</sub>, c<sub>wMg</sub>: Az öntözővíz kalcium- és magnézium koncentrációja, g/l (22., 24., 26. Táblázat)

M<sub>Ca</sub>, M<sub>Mg</sub>: Műtrágyákkal bejuttatott tápelem mennyiség, g/m<sup>2</sup> (21., 23., 25. Táblázat)

Σ Ca, Σ Mg: Öntözővízzel és műtrágyákkal együttesen bejuttatott tápelem mennyiség, g/m<sup>2</sup>

C) A drénvíz térfogata és átlagos tápelem tartalma 1 m<sup>2</sup>-re üzemenként:

Üzem jele	Túlfolyás						
	Átlagos túlfolyási arány (D%) %	Túlfolyás térfogata (V <sub>D</sub> ) l/m <sup>2</sup>	Átlagos koncentráció (c <sub>D</sub> x 10 <sup>3</sup> ) mg/l				
			N (c <sub>DN</sub> x 10 <sup>3</sup> )	P (c <sub>DP</sub> x 10 <sup>3</sup> )	K (c <sub>DK</sub> x 10 <sup>3</sup> )	Ca (c <sub>Dca</sub> x 10 <sup>3</sup> )	Mg (c <sub>DMg</sub> x 10 <sup>3</sup> )
<b>PAPRIKA</b>							
I.	37	463	261,4	60,6	368,1	236,6	61,9
II.	30	203	275,0	68,7	323,6	316,2	85,2
III.	28	240	260,3	35,5	203,6	200,2	61,9
<b>PARADICSOM</b>							
IV.	32	309	443,7	49,6	563,5	349,4	167,9
V.	27	344	400,1	63,6	696,0	316,8	148,4
VI.	23	202	588,6	108,9	989,2	535,3	325,1
<b>UBORKA</b>							
VII.	20	69	240,6	30,6	227,3	225,0	54,7
VIII.	36	124	264,2	61,0	487,5	306,9	85,6
IX.	33	172	218,7	46,3	264,6	211,7	75,7

$$V_D = V_T \times D \%$$

V<sub>D</sub>: Drénvíz (túlfolyás) térfogata, l/m<sup>2</sup>

D %: Átlagos üzemi túlfolyási arány, % (16. Táblázat)

c<sub>DN</sub>, c<sub>DP</sub>, c<sub>DK</sub>,

c<sub>Dca</sub>, c<sub>DMg</sub> : Átlagos koncentráció a túlfolyásban, g/l

**D) A túlfolyással távozó tápanyagok 1 m<sup>2</sup>-re üzemenként:**

<b>Túlfolyással távozó tápanyag g/m<sup>2</sup></b>					
<b>PAPRIKA</b>					
<b>Üzem jele</b>	<b>N (D<sub>N</sub>)</b>	<b>P (D<sub>P</sub>)</b>	<b>K (D<sub>K</sub>)</b>	<b>Ca (D<sub>Ca</sub>)</b>	<b>Mg (D<sub>Mg</sub>)</b>
I.	121,0	28,1	170,4	109,5	28,7
II.	55,8	13,9	65,7	64,2	17,3
III.	62,5	8,5	48,9	48,0	14,9
<b>PARADICSOM</b>					
IV.	137,1	15,3	174,1	108,0	51,9
V.	137,6	22,0	239,4	109,0	51,0
VI.	118,9	22,0	199,8	108,1	65,7
<b>UBORKA</b>					
VII.	16,6	2,1	15,7	15,5	3,8
VIII.	32,8	7,6	60,5	38,1	10,6
IX.	37,6	8,0	45,5	36,4	13,0

$$D_N = V_D \times c_{DN}, \quad D_P = V_D \times c_{DP}, \quad D_K = V_D \times c_{DK}, \quad D_{Ca} = V_D \times c_{DCa}, \quad D_{Mg} = V_D \times c_{DMg}$$

$D_N, D_P, D_K, D_{Ca}, D_{Mg}$  : Túlfolyással távozó tápelem mennyisége, g/m<sup>2</sup>

**D) A teljes tápanyag bevitel és a túlfolyással távozó mennyiségek összevetése 1 m<sup>2</sup>-re, üzemekre:**

Üzem jele	Teljes tápanyag bevitel					Túlfolyással távozó mennyiség				
	g/m <sup>2</sup>					g/m <sup>2</sup>				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
<b>PAPRIKA</b>										
I.	282,0	67,8	399,3	229,2	44,1	121,0	28,1	170,4	109,5	28,7
II.	141,3	30,8	178,0	143,0	28,9	55,8	13,9	65,7	64,2	17,3
III.	169,7	32,0	168,9	135,5	39,2	62,5	8,5	48,9	48,0	14,9
<b>PARADICSOM</b>										
IV.	226,0	54,8	358,2	239,7	67,0	137,1	15,3	174,1	108,0	51,9
V.	299,7	79,4	545,3	236,7	83,7	137,6	22,0	239,4	109,0	51,0
VI.	224,9	75,5	408,0	206,0	97,7	118,9	22,0	199,8	108,1	65,7
<b>UBORKA</b>										
VII.	103,6	23,6	129,8	78,0	14,1	16,6	2,1	15,7	15,5	3,8
VIII.	129,8	41,9	199,4	148,2	42,5	32,8	7,6	60,5	38,1	10,6
IX.	158,8	29,1	211,2	128,9	42,8	37,6	8,0	45,5	36,4	13,0



**E) A főbb tápanyagok hasznosulása üzemenként:**

Üzem jele	N % (H <sub>N</sub> %)	P % (H <sub>P</sub> %)	K % (H <sub>K</sub> %)	Ca % (H <sub>Ca</sub> %)	Mg % (H <sub>Mg</sub> %)
<b>PAPRIKA</b>					
I. (K)	57,1	58,6	57,3	52,2	34,9
II. (K)	60,5	54,9	63,1	55,1	40,1
III. (K)	63,2	73,4	71,0	64,6	62,0
Átlag:	60,3	62,3	63,8	57,3	45,7
Szórás:	3,06	9,79	6,88	6,49	14,38
<b>PARADICSOM</b>					
IV. (I)	39,3	72,0	51,4	54,9	22,5
V. (K)	54,1	72,3	56,1	54,0	39,1
VI. (I)	47,1	70,1	51,0	47,5	32,8
Átlag:	46,8	71,5	52,8	52,1	31,5
Szórás:	7,40	1,19	2,84	4,04	8,38
<b>UBORKA</b>					
VII. (K)	84,0	91,1	87,9	80,1	73,0
VIII. (I)	74,7	81,9	69,7	74,3	75,1
IX. (I)	76,3	72,5	78,5	71,8	69,6
Átlag:	78,3	81,8	78,7	75,4	72,6
Szórás.	4,97	9,30	9,10	4,26	2,78

(K): Klímavezérelt öntözés; (I): Időkapcsoló vezérelt öntözés

$$H_N \% = \frac{\sum N - D_N}{\sum N} \times 100, \quad H_P \% = \frac{\sum P - D_P}{\sum P} \times 100, \quad H_K \% = \frac{\sum K - D_K}{\sum K} \times 100,$$

$$H_{Ca} \% = \frac{\sum Ca - D_{Ca}}{\sum Ca} \times 100, \quad H_{Mg} \% = \frac{\sum Mg - D_{Mg}}{\sum Mg} \times 100$$

F) Egységnyi nyers termésre jutó vízfelvétel üzemenként:

Üzem jele	Nyers termés kg/m <sup>2</sup> (m)	Tápoldat térfogat l/m <sup>2</sup> (V <sub>T</sub> )	Túlfolyás térfogat l/m <sup>2</sup> (V <sub>D</sub> )	Vízfelvétel l/m <sup>2</sup> (V <sub>T</sub> - V <sub>D</sub> )	Vízigény nyerstömegre l/kg (W <sub>D</sub> )
<b>PAPRIKA</b>					
I.	25,5	1251	463	788	30,9
II.	18,7	675	203	472	25,2
III.	22,9	858	240	618	27,0
<b>PARADICSOM</b>					
IV.	42,5	967	309	658	15,5
V.	39,2	1274	344	930	23,7
VI.	22,5	877	202	675	30
<b>UBORKA</b>					
VII.	22,8	346	69	277	12,1
VIII.	16,0	345	124	221	13,8
IX.	18,2	521	172	349	19,2

$$W_D = \frac{V_T - V_D}{m}$$

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozom családomnak, akik végig mellettem álltak, kitartásra buzdítottak és igyekeztek minden technikai problémámra megoldást találni.

A képzésben és a dolgozat összeállításában nyújtott segítségért köszönetet mondok Dr. Terbe István témavezetőmnek, akinek ajtaja mindig nyitva állt előttem és az előre nem látható nehézségeken is sikerrel túljuttatott. Hálával gondolok a Zöldségtermesztési Tanszék munkatársaira is, akiknek együttműködését, szellemiségét példaértékűnek tartom.

Megköszönöm munkahelyem szűkebb és tágabb kollektívájának a közreműködést; a Tessedik Sámuel Főiskola Mezőgazdasági Víz- és Környezetgazdálkodási Főiskolai Kar mindenkori vezetésének a laboratóriumi és tanulmányi feltételrendszer biztosítását, a korábbi Kémia- és Talajtani Tanszék vezetőjének, Dr. Kocsis Istvánnak és munkatársaimnak, elsősorban Kepenyés Andrásnének az éveken át tartó laboratóriumi vizsgálatok elvégzésében nyújtott segítségét, valamint az újonnan alakult Környezettudományi Intézet igazgatójának, Dr. Szabó Lajosnak az utolsó akadályok leküzdésében támogató hozzáállását.

A szerző