



**SZENT ISTVÁN EGYETEM**

## **FEHÉR TERMÉSŰ PAPRIKA SÓTŰRÉSE**

**Doktori (PhD) értekezés tézisei**

Slezák Katalin Angéla

Témavezető:  
Dr. Terbe István  
egyetemi docens

Készült a Szent István Egyetem  
Zöldség- és Gombatermesztési Tanszékén

Budapest  
2001

## A kutatás előzményei, célkitűzés

A talajok és az öntözővizek magas sótartalma az egész világon sok gondot okoz. Sajnos Magyarország sem kivétel, s ilyen vonatkozásban a zöldségajtatás különösen nehéz helyzetben van. A hajtatólétesítmények helyhez kötöttek, s a nagy hagyományokkal rendelkező hajtatókörzetekben sok helyen több évtizede ugyanazon a talajon folyik a termesztés. Emellé társul az, hogy fő hajtatási körzeteinkben a felmérések szerint minden negyedik gazdaság öntözővize magas sótartalma miatt öntözésre alkalmatlan. Az ásott kutak vízminőségének javítása pedig – akár mélyítéssel, akár sótalanító berendezésekkel – igen költséges.

Az olcsó, de rossz öntözési rendszernek (kizárólag a gyökérszóna átmedvesítése, csak termesztési idejében, sokszor az említett gyenge minőségű öntözővízzel), a gyakran tapasztalható meggondolatlan műtrágyázásnak, a gondatlan talajművelésnek (tömörödött réteg kialakulása) eredményeként a talajuntság fő okozója a növényvédelmi problémák mellett a talaj sótartalmának megnövekedése. Az a tény, hogy egyre több termesztő a magas sótartalom káros hatásainak elkerülésére a talajtól izolált (leggyakrabban talaj nélküli) termesztést, vagy a drága, de a talaj magas sótartalmát jobban tűrő oltott palánták ültetését választja, jelzi, hogy sok esetben a nagy mennyiségű szerves anyag bedolgozása már nem nyújt kielégítő megoldást a problémára.

A növények életfolyamatainak, környezeti igényeinek mélyebb megismerése kapcsán egyre több kutatás foglalkozik különböző fajok sótűrésének vizsgálatával. Számos irodalmi adat tanúskodik arról, hogy a zöldségfajok nagy része érzékeny a magas sótartalomra. A kísérleti eredmények mellett azonban a termesztési gyakorlat is nap mint nap igazolja, hogy egyes fajok általános érzékenysége vagy tűrőképessége sok esetben nem árul el biztosat a különböző fajtatípusok, sokszor egy-egy fajta átlagtól eltérő igényeiről.

Különösen igaz ez a különböző paprikafajtákra. A nemzetközi gyakorlatban legtöbb esetben - a termesztés volumenének megfelelően - a magyar fajtatípusoktól eltérő Lamuyo, Blocky, valamint hegyes zöld paprikafajták vizsgálatával találkozhatunk. Néhány hazai kísérleti eredmény és a termesztési gyakorlat során tapasztaltak azt mutatják, hogy a

"Hungaricum"-ként ismert fehér, kúpos termésű (tölteni való) fajták sóérzékenysége nagyobb, mint a már említett fajtatípusokba tartozó fajtáké.

Munkámmal átfogó képet szeretnék nyújtani a fehér, kúpos termésű paprikafajták sóérzékenységéről a különböző fejlődési stádiumokban.

A kísérletek során számos paraméter változását tanulmányoztam annak megismerésére, hogy az egyes fenológiai fázisokban milyen öntözővíz-, illetve tápoldat-sótartalom befolyásolja károsan a növények növekedését és termés hozamát, s a változás milyen vizsgálatokkal mutatható ki.

A korai fejlődési stádiumokban fennálló sóérzékenységet laboratóriumi csíráztatási kísérletekben, valamint fűtött fóliasátorban és üvegházban, palántanevelési kísérletek során vizsgáltam. A palántanevelési kísérletekben célom volt megállapítani, hogy

- a földkeverékhez adott nagy mennyiségű lassított hatású műtrágya károsan hat-e a növények fejlődésére;
- a magas sótartalmú öntözővíz milyen hatással van a növények fejlődésére földkeverékben, illetve kőzetgyapotban;
- a csírázáskor használt rossz minőségű (sós) öntözővíznek van-e kihatása a növények későbbi sóútására a palántanevelés során.

A termő korú paprikanövények sóútítását fűtetlen fóliasátorban hajtva vizsgáltam. A kísérletek során arra kerestem a választ, hogy a rendszeresen (hetente kétszer) kijuttatott tápoldat sótartalma milyen határértéken túl okoz terméskiesést a fehér, kúpos termésű fajtáknál, s a só káros hatása mely paraméterek megváltozásával jellemezhető.

A kezelő oldatok, illetve műtrágya megválasztásánál (KCl, NaCl, PG-MIX™, Multi K) szem előtt tartottam a következőket:

- a kísérletek eredményei a gyakorlat számára felhasználhatóak legyenek;
- a kezelő oldat lehetőleg a sóhatáson kívül más (pl. pH-eltolódásból, tápanyag-tartalomból adódó) hatást ne váltson ki a növényekből;
- a kísérletek reprodukálhatóak legyenek.

Saját előkísérletek illetve irodalmi adatok alapján a kísérletek során alkalmazott sókoncentrációkat úgy határoztam meg, hogy az általam használt legnagyobb töménység a várhatóan károsító érték felett legyen.

A kezelések számát az adott lehetőségek között igyekeztem úgy kiválasztani, hogy a ténylegesen káros töménységet a gyakorlat számára elegendő pontossággal megállapíthassam.

A kísérletekben más típusba tartozó paprikafajtákkal, valamint más, ismert sóérzékenységű fajokkal is összehasonlítottam a jellegzetesen magyar, fehér, kúpos termésű paprikafajták viselkedését.

## Anyag és módszer

A vizsgált paprikafajták kiválasztásánál elsősorban a fajtatípus játszott szerepet. Az elsődlegesen vizsgált fehér, kúpos termésű fajták közül egy determinált növekedésű szintetikus (Fehérözön), valamint két folytonnövő fajtát, a hibrid HRF F<sub>1</sub>-et és a szintetikus Syn. Ceceit választottuk ki. Ezek mellett a fehér termésű, betűrt bégű Boni fajtát is vizsgáltuk. Kontroll fajtaként szerepelt a hegyes erős típusba tartozó Titán F<sub>1</sub>, a paradicsom alakú Pritavit F<sub>1</sub>, valamint a csíráztatási és a palántanevelési kísérletek egy részében a Kalocsai merevszárú 622 (továbbiakban K. m. 622) fűszerpaprika. A csíráztatási kísérletben és a palántanevelési kísérletek egy részében a paprikafajták mellett 1-1 paradicsom (csíráztatási kísérlet: Heinz 1350, palántanevelési kísérletek: Marmande), fejes saláta (Május királya) és karalábé (Gigant) fajtát is vizsgáltunk.

Laboratóriumi csíráztatási kísérletben három fehér termésű és egy fűszerpaprika fajta fejlődését itatóspapír tekeresben, 20-22 °C-on, különböző töménységű (elektromos vezetőképesség, EC: 0-40 mS/cm) KCl oldatban tanulmányoztuk. A paprikafajtákkal párhuzamosan a fentebb felsorolt fajokkal is elvégeztük a vizsgálatokat, hogy a paprikafajták sötétítését a többi zöldségfajhoz viszonyítva is megismerhessük. A kísérleteket a MSZ 6354-3 szabványban meghatározott időtartamig folytattuk. Feljegyeztük a csírázás dinamikáját, a sziklevelek megjelenését, a megbetegedéseket, valamint a szikleveles egyedek hosszúságát.

Palántaneveléskor vizsgáltuk a földkeverékhez adott különböző mennyiségű műtrágya, valamint KCl-tartalmú öntözővíz hatását a palánták fejlődésére.

A **különböző műtrágyaadagok vizsgálatánál** a növényeket kezdetben szaporítóföldben neveltük, szikleveles korban pedig PG-MIX™ (15+10+20)-et tartalmazó 1:1 térfogatarányú tőzeg:homok földkeverékekbe tűzdeltük át. A műtrágyaadagok megválasztásánál a gyártó által 6 hetes palántanevelési időtartamra javasolt 1,5 kg/m<sup>3</sup>-es dózist vettük középértéknek (III. kezelés). A többi kezelés ennek felét, kétszeresét, négyszeresét tartalmazta, valamint egy műtrágyát nem tartalmazó földkeveréket is használtunk. A palántanevelést addig folytattuk, amíg a III. kezelésben nevelt növények elérték a kiültethető méretet. Ekkor mértük a

gyökértömeget, a föld feletti részek tömegét, a szárátmérőt, a magasságot, a gyökerek és föld feletti részek szárazanyag-tartalmát, valamint a föld feletti részek nitrogén-, foszfor- és káliumtartalmát.

A KCl hatását földkeverékben és kőzetgyapotban nevelt, továbbá kőzetgyapotban csíráztatott, földkeverékbe ültetett palántákon tanulmányoztuk üvegházi körülmények között.

A **palántaföldben** végzett kísérletekhez a magokat közvetlenül a 176 sejtszámú KITE-tálcákba vetettük. A tőzeg-homok alapú földkeverékbe kiindulási tápanyagként PG-MIX™-et kevertünk. A parcellákat minden öntözésnél öntözővíz helyett különböző EC-jű (0, 3, 6, 9 illetve 12 mS/cm) KCl oldattal kezeltük. A magvetést követő 20. naptól a kezelőoldatokat Volldüngerrel egészítettük ki. A kísérlet során vizsgáltuk a kezdeti fejlődés sebességét, a magvetést követő 20 napban naponta feljegyeztük a megjelent csíranövények számát, valamint az egészséges növények számát. Mértük a palánták magasságát, szárátmérőjét valamint szárazanyag-tartalmát. A kísérleteket a laboratóriumi vizsgálathoz hasonlóan más fajokkal is elvégeztük.

**Kőzetgyapotos** kísérletekben Grodan® magvetőkockába vetettük hat különböző paprikafajta magját. Az alkalmazott négy oldat-koncentrációt (0, 3, 6, 9 mS/cm) az első két kísérletben gyógyszerkönyvi minőségű KCl, a harmadik kísérletben Multi K Standard (Káliumnitrát, 13,0% N, 46,0% K) műtrágyával állítottunk be, ioncserélt víz segítségével. Az 5x2 elrendezésben, oldalukon fóliával bevont magvető kockákból álló parcellákat fehér műanyag tálcán szorosán egymás mellett helyeztük el. Nyomon követhettük a csírázást, illetve a megbetegedések kialakulását. A csírázás megindulásáig a kiszáradás csökkentésére árnyékoltuk a tálcákat. A kísérleteket 20 napig folytattuk, addig szükség szerint naponta 1 vagy 2 alkalommal nedvesítettük a közeget. Kétnaponta feljegyeztük a növények fejlődését. Számoltuk az egészséges és megbarnult csírákat, rögzítettük a sziklevelek, később a lomblevelek megjelenésének napját.

**Kőzetgyapotban előnevelt csíranövények sótűrése földkeverékben.** A második KCl-kezelésű kőzetgyapotos kísérlet 20. napján a kontroll (0mS/cm) és 3mS/cm-es kezelések életben maradt növényeiből a legfejlettebbeket műanyag pohárba ültettünk, tőzeg : homok 1:1 térfogatarányú keverékébe. Minden fajtából, mindkét kezelésből 3-3 növényt neveltünk tovább 5 sókezelésben. Hasonlóan a KITE-tálcás kísérletekhez, a

0, 3, 6, 9, és 12 mS/cm EC-jű KCl oldatot 2 ezrelékes Volldünger oldattal egészítettük ki (2,61; 5,27, 8,16; 11,00; 13,67 mS/cm), és minden alkalommal ezzel öntöttünk. A kísérlet időtartama alatt naponta feljegyeztük az elpusztult növényeket, s az életben maradás időtartamából következtettünk a sótűrés mértékére. Az utolsó napon feljegyeztük a palánták magasságát, valamint 1 cm-nél nagyobb leveleinek számát. Emellett meghatároztuk szárazanyag-tartalmukat is. Az eredmények értékelése során megvizsgáltuk, hogy a magvetést követő 20 napban alkalmazott 3mS/cm-es sókezelésnek volt-e pozitív vagy negatív hatása a későbbi kezelések elviselésére.

Az 1999. és 2000. években az Egyetem Kísérleti Üzemében, Soroksáron, fűtetlen fóliasátorban folytattunk termesztési kísérleteket, hogy megismerjük a különböző típusba tartozó étkezési paprikafajták sóérzékenységét a hajtás során. A sóérzékenység vizsgálatára heti két alkalommal különböző mennyiségű NaCl-ot tartalmazó tápoldatot juttattunk ki, alkalmanként 0,3 litert minden tőnek. A 0,25% Vollgünger Linz komplex műtrágyát (összetétele: 14% N, 7% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 21% K<sub>2</sub>O, 1% MgO, 1% mikroelemek) tartalmazó tápoldatot 6, 10, 14, és 18 mS/cm-re egészítettük ki gyógyszerkönyvi minőségű NaCl-dal. A kontroll kezelés tápoldata (EC 4,4 mS/cm) csak Volldüngert tartalmazott. A tápoldatozások között szükség szerint tiszta vízzel (EC 0,6 mS/cm) öntöttünk. Talajtól izolált, konténeres termesztést folytattunk, a kiültetés sűrűsége mindkét évben 7,2 db/m<sup>2</sup> volt.

A kísérletek során az alábbi paramétereket vizsgáltuk:

- vegetatív részek: szárátmérő, magasság, levélfelület, levelek szárazanyag-tartalma, elemi összetétele (N, P, K, Ca, Cl), kutikuláris rekréción, peroxidáz enzim aktivitás;
- *generatív részek*: négyzetméterre vonatkoztatott termés mennyiség (korai és összes), átlagos napi termés gyarapodás, kötőszám, gazdaságilag érett termések száma, bogyók hossza, vállátmérője, tömege, térfogata, deformált és beteg termések száma, szárazanyag-tartalom, elemi összetétel (N, P, K, Ca, Cl), íz, maghozam, ezermagtömeg, csíráképesség.

## **Eredmények**

### **Csíráztatási kísérlet laboratóriumban**

A laboratóriumi csíráztatási kísérletekben a csírázás elhúzódását és a csírahossz csökkenését tapasztaltuk a magas sókoncentráció hatására, s ezt az eredmények statisztikai vizsgálata is alátámasztotta. Az alacsony sótartalmú oldatok azonban a csírázást nem csökkentették, ellenkezőleg, több esetben a csírázás sebességének enyhe növekedését idézték elő. A négy paprikafajta közül a Syn. Cecei mutatkozott legérzékenyebbnek, amely még a szakirodalom által kifejezetten sóérzékenynek tartott fejes salátánál is erősebben reagált a sókezelésekre. A legkevésbé érzékeny paprikafajtának a Fehérözön és a K. m. 622 bizonyult.

A paprikafajták – a Syn. Cecei kivételével – a 20 mS/cm feletti vezetőképességű oldatokban is csírázásnak indultak, míg a saláta a 15, a paradicsom pedig a 20 mS/cm-nél magasabb sótartalmú kezelés hatására erre gyakorlatilag nem volt képes. Ez azonban nem jelenti azt, hogy a paradicsom a paprikánál érzékenyebb, hiszen a paprika csíranövények a magasabb sókoncentrációban nagy arányban megbetegedtek, míg a paradicsomnál az azonos kezelésekből sokkal kisebb mértékben tapasztaltuk ezt. Az utolsó (14.) napon az egészséges szikleveles egyedek száma szintén bizonyítja, hogy a paradicsom magasabb sókoncentrációt visel el, mint a paprika.

A karalábé minden vizsgált paraméterben jobb sótűrőnek bizonyult a többi fajnál.

### **Palántanevelési kísérletek**

#### **Különböző műtrágya-adagokat tartalmazó földkeverék hatása**

A különböző műtrágya-adagokat tartalmazó földkeverék hatásának vizsgálatakor megállapítottuk, hogy a vizsgált PG-MIX™ műtrágya az ajánlottnál 2-4-szer nagyobb mennyiségben alkalmazva sem okoz károsodást a paprikapalántákban.

A földkeverék vizes kivonatának magas EC-értéke (a legnagyobb vizsgált műtrágyaadag mellett 4,08 mS/cm) nem okozott stresszhatást, annak ellenére, hogy a közeg (Tyurin módszerével mért) szervesanyag-tartalma 5,1-6,2%-os volt (tehát közepes humusztartalmúnak mondható),



amely mellett a zöldségajtatásban ez az EC-érték nagyon magasnak számít. Ez abból adódik, hogy a vizes kivonat készítésével feloldott műtrágyaszemcsék a talajoldatban nem azonnal oldódnak, hanem a talajoldat koncentrációjának csökkenésével fokozatosan.

#### **Palántanevelés földkeverékben**

Üvegházi körülmények között, földkeverékben a 3mS/cm vezetőképességű (KCl) oldattal történő öntözés több fajtánál nem okozott lényeges csökkenést a csírázásban. A paprikafajták és a paradicsom esetében a magasabb sótartalmú kezelések a második ismétlésben már lényegesen gátolták a csírázást (a 6 mS/cm-es oldat hatására 70%, a 9 mS/cm-es oldat hatására 35%, a 12 mS/cm-es oldat hatására 20 % alatt volt a csírázási % a 20. napon, minden vizsgált fajtánál). Ezeknél a fajoknál – laboratóriumi kísérletekhez hasonlóan – a sókezelések csírázást lassító hatását tapasztaltuk. A paprikafajták közül a Titán F<sub>1</sub> és a HRF F<sub>1</sub> fajta minkét ismétlésben, a Pritavit F<sub>1</sub> fajta a második vizsgálatnál a magasabb sókoncentrációt jobban tűrte, mint a többi fajta, ám csökkenést ezeknél a fajtáknál is tapasztaltunk, és a legmagasabb sótartalmú kezelésben (12 mS/cm) már e fajták csírázása is nagyon gyenge volt.

A saláta esetében csak a 12 mS/cm-es kezelés csökkentette erősen a csírázási százalékot (45-47%-ra), ami a faj érzékenységre vonatkozó irodalmi adatoknak és a laboratóriumi kísérletek eredményeinek látszólag ellentmond. Ha azonban figyelembe vesszük azt, hogy a saláta gyors csírázása következtében a magok kicsírázásáig lényegesen kevesebb só kerül az öntözéssel a talajba, mint a paprikánál és a paradicsomnál, akkor megállapítható, hogy a salátánál, valamint a paprikánál és paradicsomnál kapott eredmények között nem szabad így párhuzamot vonni. Az azonban kiderül, hogy a salátát gyors csírázása segítheti a sós öntözővíz jobb tűrésében a kezdeti fejlődés idején.

A karalábé csírázáskori sótűrése a szakirodalmi közléseknek és a laboratóriumi csíráztatási kísérleteknek megfelelően magas volt.

A növények magassága és szárátmérője a sókezelésekben csökkent. A második kísérletben ez különösen megmutatkozott, ekkor a 11,0 mS/cm-es vezetőképességű Vollandüngerés tápoldat (KCl EC= 9 mS/cm) hatására a magasság 56,7-72,0 %-kal, szárátmérője 31,6-64,8%-kal csökkent, az ennél magasabb sótartalmú kezelésben pedig nem voltak túlélő egyedek. A legkisebb KCl tartalmú sókezelésben azonban az első ismétlés alkalmával

ezt nem tapasztaltuk. A föld feletti részek szárazanyag-tartalma a legtöbb esetben nőtt a magasabb sótartalmú kezelésekben.

#### **Csírátatás közetgyapotban**

Közetgyapotban a 3 mS/cm-es kezelés a magvetést követő 8. napon vizsgálva nem volt negatív hatással a csírázásra, több fajtánál (különösen a Fehérözön és a Syn. Cecei fajtáknál) segítette is, míg a 14. napon ezt a hatást már csak az első kísérletben tapasztaltuk.

Gyakorlati szempontból leginkább lényeges, hogy a 20. napon (a tűzdelés körülbelüli időpontja) ez a legkisebb alkalmazott sókoncentráció is több fajtánál károsnak bizonyult. Ezeknél a fajtáknál több esetben 20%-nál is nagyobb mértékű csökkenést tapasztaltunk. Az első két kísérletben a fehér, kúpos termésű fajták érzékenysége volt a legnagyobb, míg a harmadik alkalommal mindegyik fajta nagyon érzékenyen reagált a kezelésre.

#### **Közetgyapotban előnevelt csíranövények sótűrése földkeverékben**

Amikor a magvetést követő 20. napig közetgyapotban, 0 és 3 mS/cm-es oldatban nevelt paprikanövényeket földkeverékbe ültettük át, és különböző mennyiségű KCl-ot tartalmazó tápoldattal öntöztük, azt tapasztaltuk, hogy a fehér, kúpos termésű fajták sós oldatban előnevelt (de szemmel láthatóan ültetéskor a 0 mS/cm-es előkezelés növényeivel azonos fejlettségű és egészségi állapotú) palántáinak életképessége a magasabb sótartalmú kezelésekben általában jobban csökkent. A sóval előkezelt növények magassága legtöbbször kisebb volt, mint az ioncserélt vizes előkezelést kapott palántáké. A levélszám alakulásában ezt kevesebbszer tapasztaltuk. A szárazanyag-tartalom a sókezelésekben nőtt a kontrollhoz képest (a legmagasabb sótartalmú kezelésben 11,1-33,2%-kal), de nem minden fajtánál függött össze szorosan a só mennyiségével. A sós előkezelés általában alacsonyabb szárazanyag-tartalmat eredményezett, mint a tiszta vizes előkezelés (többször 10%-nál nagyobb különbséget találtunk).

## Hajtatási kísérletek

### Vegetatív részek vizsgálata

A gyökérnyak feletti **szárátmérő** alakulása nem mutatott egyértelmű összefüggést: a közepes mennyiségű só-tartalmazó kezelésekben több mérési időpontban nőtt a kontrolléhoz képest (különösen a determinált Fehérözön fajtánál), s csökkenést (1-12%) csak a legmagasabb só-tartalmú (6,194g/l NaCl, EC 18 mS/cm) kezelésben tapasztaltunk. A növények tövének szárátmérője tehát nem jelezte a szár sókártételre jellemző – termesztési tapasztalatokból és szakirodalomból ismert – elvékonyodását.

A **levélfelület** mérése során 1999-ben az egyes kezelések ismétlései között a legtöbb esetben nagy szórást tapasztaltunk. A növekvő sókoncentráció hatására a kezelésenkénti átlagok hullámzó változást mutattak. A közepes mennyiségű só-tartalmazó tápoldat alkalmazásakor a Syn. Cecei fajta levélfelülete 19,2%-kal növekedett a kontrollhoz viszonyítva. A magasabb sókoncentrációkban nevelt növények levélfelülete csökkent, de fajtánként különböző mértékben (10,8-30,7%).

A **főhajtás átlagos hosszúságát** a 2000. évi mérések szerint majdnem minden esetben csökkentette a sókezelés (a legnagyobb só-tartalmú kezelésekben 13,2-22,4%-kal), de a csökkenést statisztikai számításokkal nem tudtuk alátámasztani.

A **levelek szárazanyag-, nitrogén-, foszfor- és káliumtartalma** nem változott.

A Fehérözön fajta leveleinek **kalcium- és klórtartalma** nőtt a sókezelések hatására. A klórtartalom növekedése igen nagy mértékű volt (107,0-280,3%).

A **kutikuláris rekreáció** vizsgálatokor tapasztaltuk a nátrium és klór kimosódását a levelekből, ioncserélt vízben történő áztatáskor. Ennek különösen szabadföldön lehet jelentősége, ahol az esővíz a paprikalevelekből kimoshatja a kiválasztott nátrium és klór egy részét.

A levelekben mérhető **peroxidáz enzim aktivitása** fajtánként eltérően alakult. Ez megmutatkozott a kontroll kezelésben mért értékekben is. A Fehérözön és HRF F<sub>1</sub> fajták a tápoldat 0,582 g/l, illetve 2,123 g/l NaCl-tartalmára az enzimaktivitás növekedésével reagáltak (140,3-102,2%-os növekedés), ami sóstresszre utal. A következő kezelésben csökkenő

enzimaktivitást tapasztaltunk, ami feltételezésünk szerint egy stresszhatásra kialakuló toleranciával magyarázható. A további kezeléseknél a Fehérözön fajta leveleinek peroxidáz aktivitása újra nőtt, jelezve, hogy az erősebb sóhatásokkal szemben nem rendelkezik toleranciával. A hegyes erős Titán F<sub>1</sub> fajta enzimaktivitása a sókezelések hatására csak kisebb mértékben emelkedett (31,5%-kal a legmagasabb sókoncentráció alkalmazásakor). A későbbi mintavételi időpontokban mindhárom fajtánál egyes sókezelésekben a levelek fehérjetartalomra vonatkoztatott peroxidáz enzim aktivitása a kontrollhoz képest alacsonyabb volt, aminek kialakulásában valószínűleg más stresszhatások is szerepet játszottak (hőmérséklet, átmeneti víztartalom-csökkenés stb.). Ennek alapján megállapítható, hogy a peroxidáz enzim aktivitását befolyásoló más stresszhatások figyelembe vételéhez a mintavételt megelőző időszakban a környezeti tényezők (hőmérséklet, besugárzás, páratartalom, talaj és növény nedvességtartalma) folyamatos ellenőrzése szükséges. További lehetőség lenne a minták szárazanyag-tartalmának megállapítása, ami biztosítaná az eredmények szárazanyagra vonatkozó átszámítását.

#### **Generatív részek vizsgálata**

A korai-, valamint **összhozamot**, és az átlagos napi termésnyereményt a magasabb kezelések a kontrollhoz képest csökkentették. A 18 mS/cm-es kezelés a fehér, kúpos termésű fajtánál a korai termésmennyiséget 13,0-40,4%-kal, az összes hozamot 16,3-33,4%-kal, az átlagos napi termésnyereményt 13,0-37,0%-kal csökkentette. A csökkenést több esetben a statisztikai vizsgálatok (95-99%-os szignifikancia szinten) is alátámasztották. A 6 és 10 mS/cm-es kezelések fajtánként eltérő eredményeket adtak. Különösen a Fehérözön fajtánál tapasztaltuk, hogy ezek a kezelések a kontrolltól nem maradtak el, egyik évben még kissé kedvezőbbnek is bizonyultak. A hegyes erős Titán F<sub>1</sub>, valamint a paradicsom alakú Pritavit F<sub>1</sub> fajta a fehér fajtákhoz hasonlóan reagált a sókezelésekre.

Az **egy négyzetméterre eső átlagos kötőanyag**, valamint a **gazdasági érettséget elérő termések száma** a magasabb sótartalmú kezeléseknél általában csökkent (a legmagasabb sótartalmú kezeléseknél több esetben 20%-ot meghaladó mértékben, de a nagy szórás miatt statisztikailag nem kimutathatóan), ám a Fehérözön és Syn. Cecei fajtánál a 0,582 g/l NaCl tartalmú tápoldat hatására a második évben nőtt.

A **bogyók átlagos hosszát** a magasabb sótartalmú kezelések csökkentették (2,4-12,6%-kal), de ez nem volt statisztikailag kimutatható mértékű. A köztes kezelések néhány esetben enyhe (0,6-4,7%) hossznövekedést is okoztak.

A **vállátmérőre** nem volt hatása a sókezelésnek, s a hossz/átmérő aránynál is csak a Titán F<sub>1</sub> fajtánál találtunk statisztikailag kimutatható csökkenést (11%), az első kísérleti évben.

Az átlagos **terméstömeg** csökkenését a termésmennyiség-mutatókhoz és a bogyóhosszhoz hasonlóan a nagyobb adagú sókezelésekben tapasztaltuk (több esetben statisztikailag is kimutatható mértékű volt), a kevesebb NaCl-ot tartalmazó tápoldat hatására azonban egyes fajtáknál gyenge növekedést észleltünk.

A **deformált és beteg bogyók** száma nem minden sókezelésben nőtt. Abból, hogy egyes parcellák nagy szórást mutattak, valamint hogy egyes fajtáknál a kontroll kezelésben találtunk, míg egy-egy magasabb sótartalmú kezelésben nem találtunk ilyen bogyókat, arra lehet következtetni, hogy a tüneteket nagy valószínűséggel nem a sókezelés, hanem más környezeti hatások váltották ki.

A termések **szárazanyag-tartalmában** a sókezelés hatására csaknem minden kezelésben növekedést tapasztaltunk. A termések **nitrogén-, foszfor- és káliumtartalmában** – a levelekhez hasonlóan – nem találtunk jelentős változást a sókezelés hatására. A bogyók **kalciumtartalma** azonban a Fehérözön fajtánál végzett vizsgálatokban 15-17%-kal nőtt a kontrollhoz képest, s a 10 és 18 mS/cm-es kezelésekben egyformán alakult. A Titán F<sub>1</sub> fajtánál csak az egyik mintavételnél nőtt, s csupán 9 %-kal. A Fehérözön termések **klórtartalma** a 18 mS/cm-es kezelésben a kontrollhoz képest 90-125%-kal nőtt.

Az **érzékszervi bírálatok** során a HRF F<sub>1</sub> fajtánál a 14 mS/cm-es kezelés termései voltak a bírálók által leginkább kedveltek, de a kontroll kezelés kedveltsége sem maradt el lényegesen. A többi fajtánál a kontroll szerepelt a legjobban, ám a Syn. Ceceinél az első két kezelés között gyakorlatilag nem volt különbség.

A biológiai éréskor szedett termések **maghozama** és a tápoldat sótartalma között nem találtunk egyértelmű összefüggést. A magok laboratóriumban vizsgált **csíráképessége** nem változott, ami jelzi, hogy a növények szaporodási (így fajfenntartási) „ösztönét” a sókezelés nem

tompította. Az **ezermagtömeg** a sókezelésekben a Boni fajta kivételével csökkent (szignifikánsan) a kontrollhoz képest, de a csökkenés nem követte a sótartalom növekedését, és változó mértékű volt (egyes esetekben csak kis mértékű, néhány fajta esetében azonban 20%-ot is meghaladó csökkenést tapasztaltunk).

A paprikahajtatási kísérlet során tapasztaltak alapján megállapítható, hogy a magasabb NaCl-tartalmú kezelések (heti 10 g/m<sup>2</sup>-nél nagyobb NaCl mennyiség) általában:

- csökkentették a levélfelületet, a növénymagasságot, a korai és összes termésmennyiséget, a négyzetméterenkénti kötésszámot, a termések átlagos tömegét (és kissé a hosszát is), ízének kedveltségét, valamint a magok ezermagtömegét.
- növelték a levelek és a bogyók kalcium- és klórtartalmát, a bogyók szárazanyag-tartalmát, valamint a levelek peroxidáz enzim aktivitását.
- nem változtatták meg a levelek szárazanyag-tartalmát, a levelek és a termések nitrogén-, foszfor- és káliumtartalmát, a termések vállátmérőjét, a magok csiraképességét,
- nem voltak egyértelmű hatással a szárátmérőre, s a termésenkénti maghozam változása és a sókezelések között sem találtunk összefüggést.

A köztes sókezelések több esetben nem igazoltak egyértelmű hatást.

A kísérletekben vizsgált hegyes erős és paradicsom alakú fajták nem mutatkoztak kifejezetten sötűrőbbnek a fehér termésű fajtáknál.

## Új tudományos eredmények

- 1) A paprika sóérzékenysége a csírázást követő napokban jelentkezik a csíranövény pusztulásával, ellentétben a paradicsommal, ahol a növény számára kedvezőtlen EC érték mellett a csírázás gyakorlatilag meg sem indul.
- 2) A vízben oldható lassított hatású (retardált) műtrágyákkal feltöltött talajok vizes hígítása során mért EC érték nem tükrözi a közeg tényleges sóviszonyait.
- 3) Magas sótartalmú öntözővizek használata esetén a jobb csírázási erély fokozott mértékben előnyös a magvak kelésénél.
- 4) A szikleveles korrig rossz minőségű (magas sótartalmú) vízzel öntözött növények fokozott érzékenységet mutatnak a fejlődés későbbi szakaszában a vízminőséggel szemben.
- 5) A paprika növény a rossz minőségű (magas sótartalmú) öntözővízre csírázáskor és szikleveles korban érzékenyebben reagál, mint az azt követő fenológiai fázisokban.
- 6) Az öntözővízzel kijuttatott heti 10 g/m<sup>2</sup>-nél nagyobb NaCl mennyiség depresszíven hat a hajtatott paprika fejlődésére.
- 7) A paprikalevelek peroxidáz enzim aktivitása jól tükrözi a kedvezőtlen sóhatásból adódó élettani zavarokat, ezért perspektívikus módszer lehet a sóstressz jelzésére.

## Következtetések, javaslatok

A növények fiatalkori sótűrésének jellemzésére a laboratóriumi csíráztatási kísérletek alkalmasak, az alábbiak figyelembe vételével:

- A csírázás megindulása magas sókoncentrációjú oldatban nem minden faj esetében jelent jó tűrőképességet, ezért vizsgálni kell a további fejlődést is, hogy az esetleges később jelentkező károsodásokat is megfigyelhessük. A szikleveles kort hamar elérő egyedeket is hasznos a szabvány által megadott csíráztatási időtartam alatt végig a csíráágyban hagyni, s az utolsó napon az egészséges és beteg növények számával a sótűrés mértéke leírható.
- A szűrőpapír tekercsben tapasztalt sótűrés összehasonlító értéként használható a fajok, illetve fajták egymáshoz viszonyított sóérzékenységének megállapításakor. Az ilyen kísérletek során megállapított sóküszöb-érték (ami felett a növények károsodnak) jóval magasabb azonban, mint a palántanevelési gyakorlatban használható sókoncentráció, mivel akkor a gyökérrögzítő közeg és a környezeti tényezők (változó nedvességtartalom – változó talajoldat-koncentráció, hőmérséklet, stb.) a sóhatást felerősítik.

A retardált (lassított hatású) műtrágyák földkeverékhez keverése után a vizes kivonatban mért EC érték csak abban az esetben tükrözi hűen a földkeverékben uralkodó talajoldat-viszonyokat, ha a műtrágya vízben oldódása nem túl gyors. Ellenkező esetben a vizes kivonat készítése során a talajoldatban (annak töménysége miatt) egyébként csak lassan oldódó műtrágyaszemcsék is feloldódnak, így a vizsgálat során ezt is mérjük. Ez a jelenség felhívja a figyelmet annak fontosságára, hogy a lassított hatású műtrágyák használatakor a műtrágya típusát is figyelembe kell venni a földkeverék EC érték szerinti megítélésekor. Jó megoldás lehet a földkeverékek műtrágya-bekeverés előtti előzetes minősítése (só és tápanyag szempontból), illetve a talajoldat közvetlen vizsgálatának lehetővé tétele a palántanevelésben is.

A műtrágyák bekeverése utáni vizsgálat akkor adhat reális eredményt, ha a műtrágya oldódási tulajdonságait ismerjük. Szaktanácsadási rendszer igénybe vételekor a felhasznált műtrágya típusáról, mennyiségéről a szaktanácsadót lehetőség szerint informálni kell. Hasznos lenne emellett, ha a forgalomban levő lassított hatású műtrágyák



ilyen tulajdonságait vizsgálnánk, ezzel is csökkentve a palántanevelés kockázatát.

Rossz minőségű (magas sótartalmú) öntözővíz használata esetén palántaneveléskor a következőket érdemes szem előtt tartani:

- A rövidebb idő alatt csírázó növények előnyhöz jutnak, mert csírázásukig kevesebb só kerül az öntözővízzel a talajba. A gyors csírázásra való képesség, azaz a jó csírázási erély tehát ebből a szempontból fokozott mértékben előnyös a magvak kelésénél. Fontos szerephez juthat a fajok általános kelési sebességén kívül a fajták, s az egyes magtéttelek csírázási erélye, valamint a környezeti tényezők optimalizálása. (Utóbbiak közül a hőmérséklet szabályozásakor azonban figyelembe kell venni a sóhatás erőteljesebb kifejtődését magasabb hőmérsékleten.)
- A paprika növény a rossz minőségű (magas sótartalmú) öntözővízre csírázáskor és szikleveles korban érzékenyebben reagál, mint az azt követő fenológiai fázisokban. Szikleveles kor eléréséig tehát különös figyelmet kell fordítani az öntözővíz minőségére, s ha a palántanevelés és termesztés teljes időtartama alatt esetleg nincs is lehetőség alacsony sótartalmú víz használatára, ebben a korai időszakban mindenképpen meg kell keresni a lehetőséget (pl. esővíz használata).
- Az előbbieket fontosságát támasztják alá azok az eredmények is, melyek szerint a szikleveles korig magas sótartalmú vízzel öntözött növények fokozott érzékenységet mutatnak a fejlődés későbbi szakaszában a vízminőséggel szemben.

A termesztési kísérletek során a paprikafajták érzékenyek mutatkoztak a tápoldat NaCl-tartalmára. Az alkalmazott kezelési értékek átszámítása után megállapítható, hogy az öntözővízzel kijuttatott heti 10 g/m<sup>2</sup>-nél nagyobb NaCl mennyiség egyértelműen károsan hat a hajtatott paprika fejlődésére, de a termésmennyiséget több fajtánál már ennél jóval alacsonyabb (heti 2,51 g/m<sup>2</sup>) NaCl-tartalom is csökkentette. Ezért a műtrágyák és az öntözővíz nátrium- és klórtartalma fokozott figyelmet érdemel a paprikatermesztésben.

A sótürés vizsgálatok számos paraméter megváltozását tapasztaltuk. A hagyományosnak mondható mérési módszerek mellett a levelek peroxidáz enzim aktivitása perspektívikus módszer lehet a sóstressz

jelzésére. A mintavételi körülmények pontos regisztrálásának megoldása (és más stresszhatások lehetőség szerinti kizárása) után ezzel a módszerrel reményeink szerint a sóstressz mértéke jól kimutatható lenne olyan tartományban is, amikor más mérési módszerekkel még nem érzékeljük. Amennyiben a jelen munkában megkezdett kísérletek és a más fajoknál a különböző irodalmi források alapján várt eredmények beigazolódnak, lehetőség lenne a sóérzékenység jelzésére sóstressz kiváltása nélkül is, a levelek stressz nélküli peroxidáz enzim aktivitásának összehasonlításával.

## Az értekezés témakörében megjelent közlemények

### *Idegen nyelven megjelent, lektorált közlemények*

Terbe, I. - **Slezák, K.** - Szlávik, Sz. (1999): Effect of potassium fertilization on the yield and the quality of vegetable crops. Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem Közleményei (Publications of the University of Horticulture and Food Industry). Budapest. 58. p. 87-96.

**Slezák, K.** - Terbe, I. - Némethy, H. - Seress, Z. - Kappel, N. (2001): The germination of some vegetable crops in salt solutions of different concentration. Kertészeti, Élelmiszeripari és Tájépítészeti Közlemények. (megjelenés alatt).

### *Magyar nyelven megjelent, lektorált közlemények*

Terbe, I. - **Slezák, K.** - Seress, Z. (1999): A zöldségpalánta-nevelő telepeken található gyenge csírázási eredmények okai. Integrált termesztés a kertészeti és szántóföldi kultúrákban XX. Budapest. 1999.

**Slezák, K.** - Terbe, I. – Seres, Z. (2000): Zöldségfajok magvainak csírázása és a csíráztató közeg EC értékének összefüggése. Kertgazdaság. 32:1. p. 1-7.

### *Egyéb közlemények*

**Slezák, K.** – Szlávik, Sz. - Terbe, I. (1999): A zöldségajtató üzemek talajainak tápanyagellátottsága. Hajtatás, korai termesztés. 30:1. p. 20-28.

**Slezák, K.** -Terbe, I. (1999): Talajoldatok töménysége I. Kertészet és Szőlészet. 48:35. p. 7.

**Slezák, K.** -Terbe, I. (1999): Talajoldatok töménysége II. Kertészet és Szőlészet. 48:36. p. 6-7.

Terbe, I. – **Slezák, K.** (2000): Talajok tápanyagellátottsága a zöldségajtásban. Kertészet és Szőlészet Kerti növények védelme melléklet. 2. p. 31

**Slezák, K.** – Terbe, I. – Seress, Z. (2000): Zöldségajtató üzemeink talaj- és tápanyag-viszonyainak jellemzése. Hajtatás, korai termesztés. Budapest. 31:2 p. 16-25.

- Terbe, I. – **Slezák, K.** – Kappel, N. (2001): A talajművelés és a tápanyagutánpótlás helyzete a szántóföldi zöldségtermesztő gazdaságokban. Agrofórum. 12:1. p. 2-6.
- Terbe, I. – **Slezák, K.** – Némethyné, U. Hanna, - Kósáné, M. Ágnes (2001): Kiváló „C” vitamin forrás a paprika. Hajtatás, korai termesztés. 32:1. p. 21-25.
- Terbe, I. – **Slezák, K.** (2001): Tápanyag-utánpótlási módok és technológiák a kertészeti termesztésben. Hajtatás, korai termesztés. 32:2. p. 16-19.

***Könyv, -részlet, -szerkesztés***

- Terbe, I. – **Slezák, K.** szerk. (1998). Zöldség, dísznövény és szamóca tápoldatos és vízkultúras termesztési tanfolyam. (Jegyzet a tanfolyami és a zöldségszakkörös hallgatók részére.) Budapest.
- Terbe, I. – **Slezák, K.** szerk. (1999): Tápoldatozás és a vízkultúras termesztés ABC-je, hogyan lehet kevés vegyszerrel jobb minőséget elérni (Jegyzet a tanfolyami és a zöldségszakkörös hallgatók részére.) Budapest.
- Balázs, S szerk. (2001): A zöldség-hajtatás kézikönyve. Mezőgazda Kiadó. Bp. (Szerkesztő munkatársa: **Slezák, K.**)

***Előadások és posztterek nemzetközi konferenciákon***

- Slezák, K.** (2000): Salt tolerance of white pepper (Fehér termésű paprika sótűrése). CEEPUS Special course of vegetable forcing. Bp. 2000.júl. 3-15.
- Slezák, K.** - Terbe, I. - Seress, Z. (2000): A magyarországi zöldség-hajtató telepek talajainak sótartalma (The salt content of soil used for vegetable forcing in Hungary). Lippay János - Vas Károly Tudományos Ülésszak. Budapest 2000. november 6-7. p. 594-595.
- Slezák, K.** - Terbe, I. - Seress, Z. (2000): Sóoldatok hatása zöldségfélék csírázására. (The effect of salt solutions on the germination of vegetable seed.) Lippay János - Vas Károly Tudományos Ülésszak. Budapest 2000. november 6-7. p. 596-597.
- Slezák, K.** - Terbe, I. – Némethy, H. (2001): Kličenie zelenin v roztokoch soli rônej koncentrácie. Celoštátny odborný seminár zeleninárov Slovenska. Nitra 27-28 febr. 2001. p. 21.

Terbe, I. – **Slezák, K.** – Némethy, H. (2001): Magnesium fertilization with water-soluble magnesium fertilizers of sulphate content in vegetable production. 7. Magyar Magnézium Symposium. Siófok (június 7-9.) p. 62-63.

***Egyéb***

**Slezák K.** (1999): A tápoldat töménységének szabályozása, a sókoncentráció fogalma és a helytelenül megválasztott töménységből eredő hibák. Előadás a “ Tápoldatozás és a vízkultúrás termesztés ABC-je, hogyan lehet kevés vegyszerrel jobb minőséget elérni” c. tanfolyamon. 1999. november 2., 5. és 9. Szentés.

Terbe, I. – **Slezák, K.** – Némethyné, Z. – Kósáné, Mike Á.(2000): A paprika (*Capsicum annum* L.) C-vitamin tartalma. Poszter a Mezőgazdasági Múzeum Kiállításán.