

A burgonya (*Solanum tuberosum* L.) sótűrő képességének és kalluszindukciójának vizsgálata *in vitro* módszerek alkalmazásával

Pepó Pál – Tóth Szilárd

Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum,
Mezőgazdaságtudományi Kar,
Genetikai és Nemesítési Tanszék, Debrecen
pepopal@agr.unideb.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A burgonyatermesztés eredményességét az abiotikus stresszekkel szembeni tolerancia/rezisztencia nagymértékben befolyásolja. Ezek közül sok esetben a NaCl megnövekedett mennyisége okoz termésvesztést.

A burgonya (*Solanum tuberosum* L. cv. Kuroda) *in vitro* hajtásnövekedését vizsgáltuk sóstressz (NaCl 40 mM; 80 mM és 120 mM) körülmények között. A NaCl különböző koncentrációját tartalmazó táptalajon nevelt növények magassága csökkent a kontrollhoz viszonyítva mindkét mérési időpontban. Az *in vitro* hajtások merisztémáiból létrejött növények hajtásnövekedése a 40 mM NaCl koncentráció mellett számottevően nem lassult le.

Az *in vitro* szárazanyaggyarapodás a 40 mM NaCl koncentráció esetében csak kismértékben változott a kontrollhoz képest. A 120 mM NaCl kezelés esetén a biomasszában csökkenést tapasztaltunk. További vizsgálat szükséges a genotípus hatások tisztázására, továbbá hogy az *in vitro* körülmények között megfigyelt tolerancia *in vivo* körülmények között is megnyilvánul-e a szomaclonokból származó növényekben.

In vitro körülmények között különböző koncentrációjú 2,4-D-t tartalmazó táptalajon vizsgáltuk meg a burgonya (*Solanum tuberosum* L. cv. Kondor) szár és levél kalluszindukcióját (4,5; 12,5; 22,5 μ M). Sötét nevelési körülmények esetén mind a szár, mind a levél kalluszindukciója csökkent a növekvő 2,4-D koncentráció hatására. Fényben a levél kalluszindukciója nem volt számottevő, míg a szár kalluszindukciója esetén 5-12 μ M 2,4-D koncentráció tartományában erőteljes növekedést mutatott.

Kulcsszavak: Burgonyanemesítés (*Solanum tuberosum* L.), hajtásindukció, kalluszindukció, kalluszképződés, sóstressz, szomaclonális variabilitás

SUMMARY

Potato production plays an important role in Hungary and the other countries of Europe. Consumption of potato products has increased to a large extent during the past several years. We can satisfy market demands with high quality and virus-free varieties.

Results of potato production depend on tolerance/resistance to abiotic stresses. In many cases, increased concentration of NaCl causes yield loss. Selection of salt tolerant varieties proved to be a difficult problem. Nowadays, the salt tolerance of potato varieties can be determined by cell/tissue/ protoplast techniques. Somaclonal variation provides a great potential for selection of lines resistant to salt stress. *In vitro* shoots and callus, derived plantlets selected for salt tolerance/resistance provide material for micropropagation.

In vitro shoot development of potato (*Solanum tuberosum* L. cv. Kuroda) was investigated under salt stress (40 mM, 80 mM, 120 mM NaCl) conditions. Shoot heights of plantlets cultured

under salt conditions were lower than the control through the investigation. However, the shoot development of plantlets originated from *in vitro* meristems was almost at the same level as the control under 40 mM NaCl concentration.

There was no significant difference in the *in vitro* biomass production between control and treatment with 40 mM NaCl concentration. We measured a significant decrease in dry-matter mass under 120 mM NaCl concentration. There is a need for more investigation of different genotypes and for a conclusion as to whether *in vitro* tolerance could occur under *in vivo* circumstances in plants originated from somaclones as well.

Under *in vitro* conditions, we investigated shoot and leaf callus initiation using different culture media with different 2,4-D concentrations. Under dark conditions, callus induction of shoot/leaf decreased as the 2,4-D concentrations increased.

In light conditions, there was a little callus induction, while callus initiation from the shoot from 5 μ M to 12 μ M 2,4-D concentration showed a significant increase.

Keywords: callus formation, callus induction, potato breeding (*Solanum tuberosum* L.), salt stress, shoot initiation, somaclonal variation

BEVEZETÉS

A burgonyatermesztés mind hazánk, mind pedig Európa országainak mezőgazdaságában jelentős szerepet játszik. A burgonya az egyik legfontosabb népelelmezési cikkünk. Magas szénhidrát, esszenciális aminosav, jó biológiai értékű fehérje, ásványi anyag és C-vitamin tartalmú élelmiszerként, valamint szeszipari alapanyag- és takarmánycélt történő felhasználása széleskörű. Gazdasági jelentőségét nagymértékben fokozza, hogy jó alkalmazkodóképességénél fogva a sarkkörtől az egyenlítőig szinte mindenütt termesztethető (Radics, 1994).

A burgonyatermesztés során fellépő abiotikus stresszfaktorok közül sok esetben a másodlagos elszikesedés, a nátrium-klorid (NaCl) megnövekedett mennyisége okoz termésvesztést. Ez a kedvezőtlen adottságú területeken, a gyakori és nagy adagú öntözés következményeként és a talaj felső rétegében bekövetkezett kilúgzódás eredményeként figyelhető meg.

Nagy gondot jelent a mezőgazdasági művelés alá vont területek talaj-sótartalmának művelés közbeni növekedése, az ún. másodlagos sófelhalmozódás. Ez a folyamat mára a világ művelhető területeinek több mint 40%-át sújtja (Wyn et al., 1986), legnagyobb mértékben éppen a legintenzívebben művelt

területeket. A másodlagos sófelhalmozódás kiváltó oka sok esetben a nem megfelelő minőségű öntözővíz, illetőleg az öntözés révén megemelkedő talajvízszint. Sajnos Magyarország sem kivétel, s ilyen vonatkozásban a szántóföldi növénytermesztés – többek között a vízigényes burgonyatermesztés – különösen nehéz helyzetben van. Ezen okok miatt Hajdúszoboszló térségében például egyes területeken már csak külön engedéllyel lehet öntözni.

A globális klimatikus változás ugyancsak befolyással van a sófelhalmozódásra (Várallyai, 1994). A művelés alatt álló talajok sótartalmának növekedése agrotechnikai eszközökkel egyáltalán nem, vagy csak kismértékben csökkenthető (Szabolcs, 1981).

A sótűrő képességgel rendelkező burgonya fajták előállítása még ma is nehezen megoldható. Napjainkban a sejt-, szövet- és protoplasztikultura technikák alkalmazásával a burgonyafajták sótűrő képessége meghatározható, az abiotikus stresszfaktorra ellenálló sejtvonalak izolálhatók.

A burgonyanemesítés legfőbb célkitűzése a vírusos-, illetve a gombabetegségekkel szembeni rezisztencia elérése. A másik fontos cél a burgonyafajták abiotikus stressz rezisztenciájának növelése. Legfontosabb cél ezek közül mind nemzetközi, mind – újabban – hazai viszonylatban a sóstressz, mint abiotikus faktor elleni rezisztens fajták előállítása. Napjainkig azonban a növénybiotechnológiai módszerek közül csak szervkultura, ezen belül is a hajtáskultura technikák kerültek felhasználásra a sótűrő képesség vizsgálata során (Elhag, 1991).

Az *in vitro* technika alkalmazásával a szomaklonális variabilitás adta lehetőségeket használhatjuk ki, amely által olyan vonalak állíthatók elő, amelyek rezisztenciát mutatnak az abiotikus stresszfaktorokkal szemben. A későbbiek során ezek növényre regenerálhatók és felszaporítva a növénynemesítés sótűrő képességgel rendelkező alapanyagbázisát képezhetik (Meins, 1983; Wersuhn, 1989).

A tenyésztett sejtek szomaklonális variabilitását kiváltó okok két fő csoportra oszthatók: kromoszómális, illetve molekuláris változásokra. A kromoszómális változások lehetnek kromoszómaszám változások, vagy kromoszóma átrendeződések. A molekuláris változások előidézői pedig a DNS metiláltságának változása, génmutációk, génamplifikációk, mozgékony genetikai elemek lehetnek. A gyakorlati alkalmazás szempontjából csak az öröklődő változások jelentenek értéket, szemben a nem öröklődő variációkkal, amelyek *in vitro* körülmények között létrejött olyan tartós fiziológiai módosulások, amelyek eltérő fenotípust eredményeznek ugyan, de ivaros úton nem adódnak át az utódokra.

A só tartalmazó talajokon termés-csökkenés, előrehaladottabb stádiumban teljes terméskiesés következhet be (Campbell et al., 1986; Levy et al., 1988). A talajok sótartalmának növekedése bekövetkezhet mind az öntözővíz hatására – amely

egyre gyakrabban előfordul –, mind pedig a magas sótartalmú talajvizekből a sók a kapilláris vízemelkedésen keresztüli gyökérszónába jutásával (El Bassam, 1967). A sók a talajvíz ozmotikus nyomásának növelésével közvetve, az ioncserére gyakorolt hatásukkal pedig közvetlenül kedvezőtlenül befolyásolják a növények növekedését. Ez a növények turgorvesztését, a sók hatása alatti lassabb vízfelvételt, az enzimaktivitás és a membránfunkciók gátlását okozza.

Marconi et al. (2001) összehasonlító növekedés-analízist végeztek a 'Kennebec' vad típusú burgonyánál és annak *in vitro* rekurrens szelekciójából származó sótűrő növényekkel. Hidropóniás kultúrát alkalmaztak három különböző sókoncentráció (0,5; 25 és 100 mM NaCl) mellett. Két hét után semmilyen változást nem tapasztaltak, 4 hét múlva azonban intraspecifikus változásokat figyeltek meg. A sótűrő vonal (150 klón) nagyobb biomasszát produkált, mint a vad típus valamennyi sókoncentrációnál.

Martinez et al. (1996) fagyállóképességben eltérő burgonyafajokat vizsgáltak só (NaCl) tűrőképességre. Azt tapasztalták, hogy a faggal szemben rezisztens fajok (*S. juzepczuckii* és *S. curtilobum*) nagyobb sótűrőképességgel rendelkeztek, amely pozitív korrelációt mutatott a prolin tartalommal ($R^2=0,95$). A prolin akkumuláció, mint biokémiai marker használható fel a burgonya sótűrőképesség szelekciójánál.

A kalluszképződéshez szükséges optimális feltételek (legmegfelelőbb növényi rész, fény vagy sötét, hatékony auxinkoncentráció) a kalluszindukcióhoz táptalajra ültetett növényi részek és az ezekből ténylegesen kifejtett kalluszkok százalékos arányának értékelésével, valamint steril körülmények közötti tömegméréssel meghatározhatók (Tóth et al., 1998).

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kiindulási növényi anyagokat a *Solanum tuberosum* L. cv. *Kuroda* és *Kondor* nagy termőképességű és megfelelő minőséget adó burgonyafajták képezték.

Hajtásindukció

A burgonyagumók fajtánkénti (*Kondor*, *Kuroda*) hajtatása után a hajtások 3%-os klórmésszel 10 percig történő felületi fertőtlenítését, majd ezek nádusokra darabolását és autoklávval 121 °C-on 10 percig sterilizált 5,7 pH értékű Murashige-Skoog (1962) táptalajra hajtásszaporítás céljából történő ültetését végeztük. A táptalaj 10 g l⁻¹ D+ szacharózt, valamint a szilárdításhoz szükséges 3,4 g l⁻¹ gelrite-ot tartalmazott (Mix és Wagner, 1983). Az állományok vírusmentesítését merisztémapreparálással és azokból a fenti táptalajon végzett hajtásneveléssel végeztük. Az ezt követő mikroszaporítás megvilágítási időtartama 16 óra, az alkalmazott fényerősség 3000 lux, a hőmérséklet 23 °C volt.

Kezelés sóstressz faktorral

Alaptáptalajként Murashige-Skoog (1962) táptalajt alkalmaztunk (kontroll táptalaj), amelyet sóstressz-faktorként NaCl különböző koncentráció fokozataival (40, 80, 120 mM) egészítettünk ki. Kéthetes, illetve négyhetes időtartam után a növények sóstressz hatás alatti növekedését (cm) és szárazanyag felhalmozódását (g) mértük, összehasonlítva a kultúranvelés kezdeti értékeivel a *Kuroda* burgonya fajtánál.

Kalluszindukció

Megfelelő mennyiségű *in vitro* hajtáskultúra felszaporítása után a kalluszindukció elvégzése következett, külön a szár és külön a levél esetében. A kalluszindukciós táptalaj Murashige-Skoog (1962) autoklávval sterilizált alaptáptalaj volt (pH 5,7) hozzáadott 2,4-diklórfenoxi-ecetsav (2,4-D) 4,5; 12,5 és 22,5 μM mennyiséggel kiegészítve. A táptalaj 30 g l^{-1} D+ szacharózt, valamint a szilárdításhoz szükséges 3,4 g l^{-1} gelrite-ot tartalmazott. A kalluszkultúrák nevelését fényben (16/8 óra megvilágítás, 3000 lux) és sötétben is végeztük. A nevelés hőmérséklete 21 °C volt.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

A burgonya *in vitro* morfogenezisét a fejlődés különböző időszakasaiban vizsgáltuk. A hajtás növekedését az oldalmerisztémák táptalajra helyezését követően először 14 nappal, majd ezt követően újabb 14 nappal mértük. Az első mérési időpontban (a táptalajra helyezést követő 2 héttel) az *in vitro* növények hosszát (mm) az 1. ábrán tüntettük föl, amelyen látható, hogy mindegyik sókoncentráció csökkentette az *in vitro* növények méretét.

1. ábra: A *Kuroda* burgonyafajta hajtáshossz változása (mm) a különböző koncentrációjú NaCl (mM) kezelések hatására 14 napos nevelési idő után (SzD_{P5%}=12,114)

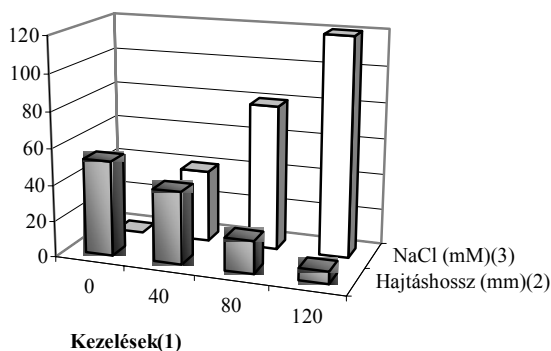


Figure 1: Change of *Kuroda* cv. shoot height (mm) in different NaCl (mM) treatment after 14 days in culture
Treatments(1), Shoot height (mm)(2), NaCl concentration (mM)(3)

A 40 mM NaCl koncentráció esetén a növények magassága a kontroll növények 76,32%-a volt. Nagyobb koncentráció mellett a növénymagasság csökkenés számottevőbb volt, 80 mM NaCl

koncentráció esetén 35,32%, míg 120 mM koncentráció mellett az *in vitro* növények hossza mindössze 12,86%-a volt a kontroll növények növénymagasságához viszonyítva. Szignifikáns különbséget (1. ábra) csak a nagyobb NaCl-dózisok alkalmazása esetén tapasztaltunk (40 mM felett) a növénymagasság csökkenésében.

A második mérést a kultúranvelés kezdetétől számított 4 hét múlva végeztük el (2. ábra), melynek során megállapítható, hogy a tendencia a 14 napos nevelési időtartamhoz hasonló. A NaCl különböző koncentrációját tartalmazó táptalajokon nevelt növények magassága csökkent a NaCl-t nem tartalmazó táptalajokon nevelt növényekéhez képest. A 40 mM koncentráció mellett ez a csökkenés kisebb mértékű volt, mint az előző mérési időpontban (87,23%). A növekvő sókoncentrációk azonban egyre nagyobb mértékben gátolták az *in vitro* növények növekedését, hiszen a kontrollhoz viszonyítva a hajtás hossza a 80 mM NaCl mellett 29,08%, míg 120 mM mellett 8,92% volt.

2. ábra: A *Kuroda* burgonyafajta hajtáshossz változása (mm) a különböző koncentrációjú NaCl (mM) kezelések hatására 30 napos nevelési idő után (SzD_{P5%}=11,724)

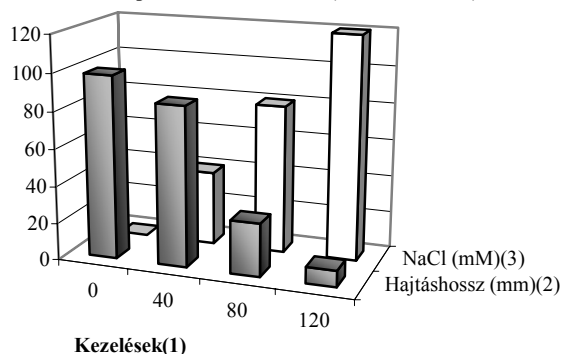


Figure 2: Shoot height of cv. *Kuroda* in MS media with different NaCl concentrations after 30 days
Treatments(1), Shoot height (mm)(2), NaCl concentration (mM)(3)

A 40 mM feletti NaCl koncentrációk alkalmazása mutatott csak a hajtásnövekedésben szignifikáns eltérést (2. ábra).

Abban az esetben, ha a két mérési időpont esetén az *in vitro* növények hajtáshosszát és a növekedési különbségeket hasonlítjuk össze, meglepő tendenciát tapasztaltunk. A kontroll (NaCl mentes) és a kisdózisú, 40 mM NaCl-t tartalmazó *in vitro* növények hajtásnövekedése közel azonos volt. Az első esetben 46,13 mm, az utóbbinál 45,98 mm volt a különbség a két mérési időben. Ez arra utal, hogy a *Kuroda* fajta esetén a növekedés a kisebb sókoncentráció mellett nem lassult le, szemben a 80 mM-os kezelés 20,4 mm növekedés-különbségeivel, ami arra utalt, hogy a növekedés majdnem leállt a nagyadagú NaCl kezelés esetén.

Egy hónap elteltével a különböző sókoncentrációk mellett növekedett *in vitro* növények tömege, nedvességtartalma az 1. táblázatban láthatók.

1. táblázat

 A NaCl (mM) kezelések hatása az *in vitro* burgonya növények tömegére (mg) (fajta: *Kuroda*)

Kezelések(1)	Nedves tömeg (mg)(2)	Száraz tömeg (mg)(3)	Nedvesség (%) (4)
Kontroll(5)	555	37	93,0
40 mM NaCl	860	48	94,0
80 mM NaCl	598	42	94,8
120 mM NaCl	240	24	87,4

 Table 1: Effect of NaCl concentrations (mM) for biomass of *in vitro* potato plantlets

Treatment(1), Green weight (mg)(2), Dry weight (mg)(3), Moisture content (%) (4), Control(5)

A NaCl növekvő koncentrációja hatására bekövetkezett csökkenő hajtásnövekedés melletti viszonylag – a kontrollhoz képest – nagyobb szárazanyag tömeg az alacsonyabb sókoncentrációk hatására bekövetkezett szárátmérő növekedéssel, illetve a hajtások (elágazások) számának növekedésével magyarázható.

A táblázat adataiból látható, hogy a 40 és 80 mM NaCl kezelések és a kontroll nedvesség tartalma nem különbözött számottevően, míg a legmagasabb szárazanyag tartalmat (12,6%) a 120 mM NaCl kezelés esetén kaptuk. Ez azzal lehet összefüggésben, hogy ennél a kezelésnél volt a legalacsonyabb a hajtások növekedése és itt a hajtások „előregedése” volt megfigyelhető.

A szárazanyag tömeget vizsgálva érdekes megállapításokat tehetünk. Az irodalomban is találtunk utalást arra vonatkozólag, hogy a NaCl növeli a biomassza mennyiségét (Marconi et al., 2001). Kísérleteinkben a 40 mM NaCl kezelés esetén volt a legnagyobb a szárazanyag gyarapodás (128%), de még a 80 mM kezelés esetén is 112%-os gyarapodást tapasztaltunk a kontrollhoz viszonyítva. A koncentráció sorozatban szereplő 120 mM NaCl kezelés esetén azonban csökkenés volt a szárazanyag tömegben, ahol a kontroll 64%-át kaptuk.

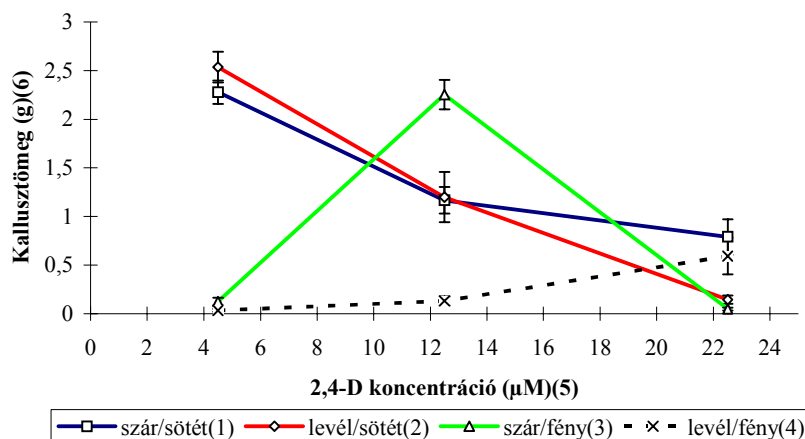
A hajtás hosszának változása nem követte a szárazanyag tömeg alakulását. A növekvő

sókoncentráció csökkentette a *Kuroda* burgonya fajta növény magasságát *in vitro* körülmények között.

További vizsgálatokat igényel annak a kérdésnek a megválaszolása, hogy a különböző burgonya genotípusok a *Kuroda*-hoz hasonlóan reagálnak-e a növekvő sókoncentrációra. A biomasszájánál bizonyos kezelésekben tapasztalt növekedés arra utalhat, hogy a növények toleránsak lehetnek *in vitro* körülmények között a NaCl-al szemben, másrészt a kisebb mértékű, még nem gátló stressz hatására a növényekben bekövetkező fiziológiai változások a létrejött szárazanyag tömegét növelik. Az *in vitro* körülmények között megfigyelhető tolerancia szántóföldi ellenőrzése azonban további vizsgálatokat igényel.

In vitro körülmények között különböző koncentrációjú 2,4-D-t tartalmazó táptalajon a burgonya (*Solanum tuberosum* L. cv. *Kondor*) szár és levél kalluszindukciója esetében jelentős eltéréseket tapasztaltunk, amelyeket a fény- és sötét nevelési körülmények tovább növeltek (3. ábra).

Sötét nevelési körülmények esetén mind a szár, mind a levél kalluszindukciója csökkent a növekvő 2,4-D koncentráció hatására. Az optimális 2,4-D koncentráció a szár és levél eredetű kalluszkultúrák esetében a legnagyobb kallusztömeg eléréséhez 4,5 μ M volt. Fényben a levél kalluszindukciója nem volt számottevő, míg a szár kalluszindukciója 4,5-12 μ M 2,4-D koncentráció tartományában optimum-görbének megfelelő lefutásban erőteljes növekedést mutatott. Fényben a szár optimális kalluszindukciójához magasabb 2,4-D koncentrációra van szükség. Így közel a sötét körülmények esetén tapasztalható kallusz mennyiséget érhetünk el. Levél kiindulási növényi szövetet fényben kalluszindukcióra nem alkalmazhatunk. A kalluszindukció ezen eredményeinek újszerűségét igazolja, hogy a szakirodalomban fajta- és szövetspecifikus 2,4-D koncentrációk eredményes kalluszindukcióhoz nem találhatók. A későbbiek során a kidolgozott vizsgálati módszerek sötét képesség, illetve kalluszindukció esetében alkalmazhatók a fajtaspecifikus eltérések meghatározására.

 3. ábra: A kalluszindukció eredményei szár és levél esetében, fényben (3000 lux, 16/8 óra) és sötétben a *Kondor* burgonyafajtánál

 Figure 3: Callus induction of cv. *Kuroda* leaf/shoot under dark and 16/8 photoperiod (3000 lux)

Shoot/dark(1), Leaf/dark(2), Shoot/light(3), Leaf/light(4), 2,4-D concentration (μM)(5), Callus weight (g)(6)

IRODALOM

- Campbell, W. F.-Wagenet, R. J.-Rodriguez, R. R. (1986): Salinity, water management and fertility interactions on yield and nitrogen fixation in snap beans. *Irrig. Sci.*, 7. 195-204.
- El Bassam, N. (1967): Vegetationsversuche zur Wirkung verschiedener Salze und Salzkonzentrationen im Bewässerungswasser. Diss. U. Bonn.
- Elhag, A. Z. (1991): Eignung von in vitro Verfahren zur Charakterisierung der Salztoleranz bei *Solanum*-Arten. Genehmigte Dissertation, Braunschweig, 30-43.
- Levy, D.-Fogelman, E.-Itzhag, L. (1988): The effect of water salinity on potatoes (*Solanum tuberosum* L.): Physiological indices and yielding capacity. *Potato Res.*, 13. 601-610.
- Marconi, P. L.-Bernavides, M. P.-Caso, O. H. (2001): Growth and physiological characterisation of regenerated potato (*Solanum tuberosum*) plants affected by NaCl stress. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 29. 1. 45-50.
- Martinez, C. A.-Maestri, M.-Lani, E. G. (1996): In vitro salt tolerance and proline accumulation in Andean potato (*Solanum* spp) differing in frost resistance. *Plant Science*, 116. 2. 177-184.
- Meins, F. (1983): Heritable variation in plant cell culture. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 34. 327-346.
- Mix-Wagner, G. (1983): Langzeitlagerung von Kartoffelgenmaterial in-vitro. *Landbauforschung Völkenrode*, 33 Jahrgang Heft. 3. 179-182.
- Murashige, T.-Skoog, F. (1962): A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.*, 15. 473-497.
- Radics L. (1994): Szántóföldi növénytermesztés. Gyökér és gumós növények. Burgonya. Budapest, Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem, Kertészeti Kar, 117.
- Szabolcs, I. (1981): Salt affected soils in the Hungarian Danube and Tisza Valleys. *Agrokémia és Talajtan*, 30. 213-218.
- Tóth, Sz.-Mix-Wagner, G.-Frahner, C.-Deuter, M.-El Bassam, N. (1998): In-vitro cultures of different explants of *Miscanthus sinensis*, *Miscanthus x giganteus* and *Arundo donax* genotypes. *Biomass for Energy and Industry*, 10th European Conference, Würzburg, 1062-1066.
- Várallyai, Gy. (1994): Climate change, soil salinity and alkalinity. In: Soil responses to climate change. (Szerk.: Rounsevell, M. D. A.-Loveland, P. J.) Berlin, Springer, 39-54.
- Wersuhn, G. (1989): Obtaining mutants from cell cultures. *Plant Breeding*, 102.
- Wyn, J.-Jones, R. G.-Gorham, J. (1986): The potential for enhancing the salt tolerance of wheat and other important crop plants. *Outlook Agriculture*, 15. 33-39.