

Uborka (*Cucumis sativus* L.) F1 hibridek növekedési paramétereik és abszcizinsav érzékenysége

OSZLÁNYI RÉKA¹, PAPP ISTVÁN¹

¹Magyar Agrár- és Élettudomány Egyetem, Kertészettudományi Intézet, Növényélettan és Növényökológia Tanszék

e-mail: Oszlanyi.Reka@uni-mate.hu

Összefoglalás

Az uborka (*Cucumis sativus* L.) kertészeti szempontból kiemelt fontosságú haszonnövény, számos nemesített változata ismert, melyek termesztése szabadföldön és üvegházban egyaránt folyhat. A termésprodukciónak a nem megfelelő tápanyagellátottság esetleges vízhiány nagymértékben csökkentheti. Ezek a stresszhatások különbözőképpen érinthetik a két fajtacsoport (üvegházi és szabadon hajtattott) tagjait, aminek hátterében eltérő stressz toleranciájuk állhat. Ennek feltárása érdekében a fajtacsoportok részletes élettani vizsgálata indokolt, aminek eredményei segíthetik a nemesítők munkáját. Az abszcizinsav (ABA) egy terpenoid vázú növényi hormon, mely bizonyos stresszekkel szembeni tolerancia kiváltásában játszik szerepet. Összefüggés várható a növény ABA érzékenysége és stressztűrő képessége között. Kísérleteinkben három szabadföldi ('Szatmár', 'Szenzáció', 'Joker') és a három üvegházi ('Americana', 'Prior', 'Oitol') termesztésre nemesített uborka F1 hibridet vizsgáltuk morfológiai paramétereiket, illetve ABA érzékenységüket tekintve. Eredményeink alapján elmondható, hogy jelentős különbségek lelhetők fel a hibridek között. Megállapítottuk, hogy a szabadföldi hibridek gyökere jellemzően nagyobb az üvegházban hajtattott hibrideknél. A sziklevel felületet a megnyúlásos növekedéssel korreláló, érzékeny paraméternek találtuk. Ez az egyszerűen lemérhető növényi rész a nemesítési vonalak szelekciójában lehetőséget adhat a növekedési erély korai megállapítására. Továbbá a vizsgált fajták csíranövényeinek ABA érzékenysége különbözőnek bizonyult. Elmondható, hogy a külsőleg alkalmazott ABA a szabadföldi hibridek hajtás megnyúlását alig befolyásolja, azonban az üvegháziak növekedését jelentősen visszafogja. Ez az üvegházi termesztésre nemesített hibridek magasabb ABA érzékenységet jelzi.

Kulcsszavak: uborka, perlit, ABA-érzékenység, stressztűrő képesség, növekedési paraméterek

Bevezetés

A klímaváltozás éveiben hangsúlyossá váltak az abiotikus stressz hatásaival kapcsolatos kutatások. Egyre bővülő irodalmi források állnak rendelkezésünkre ezen kutatások eredményeivel és az azokból levont következtetésekkel, melyek nagymértékben segíthetik a nemesítők munkáját. Egyes termesztésbe vont haszonnövényeink stressztűrése javítására szorul, ehhez azonban szükséges a jelenlegi fajták növekedési paramétereinek és a stresszválaszok háttérmechanizmusainak részletesebb feltárása. Ez segítséget nyújthat a kedvezőtlenebb klíma hatásainak ellenállóbb genotípusok létrehozásában.

A stresszekkel szembeni tolerancia kialakulását számos faktor segítheti. Jelátviteli útvonalakon keresztül akklimációs mechanizmusok zajlódhatnak le, amelyeket sokféleképpen nyomon lehet követni. A növényi hormonok általában olyan szerves vegyületek, amelyek alacsony koncentrációban a növények fejlődését és növekedését szabályozzák, valamint összehangolják a növény működését a különböző külső környezeti tényezők változásaival. Jelátviteli útvonalakat aktiválnak (Davies 2010; Oka et al. 2012; Sytar et al. 2019), amelyek segítségével befolyásolják a növények akklimációs folyamatait biotikus és abiotikus stresszhatások fellépésekor (Choudhury et al. 2017).

Az abszcizinsav a szeszkviterpenoid vegyületek közé tartozó növényi hormon, aminek a növekedésben, fejlődésben és a stresszre adott válaszok kialakulásában van szerepe, transzportja a gyökerek felől a xilémbe, a levelek felől a floémbe történik. Legfőbb hatása a vízhiány fellépését követően a gázcserenyílások záródása (Wang et al. 2010). Az ABA endogén módon történő termelődése végigkíséri a növény vízhiányos állapotát, valamint a magok érését. Fentiek alapján külsőleg alkalmazott ABA hatására várható a tolerancia növekedése a kedvezőtlen körülményeknek kitett növények esetében, valamint stressz nélkül is kiváltható a sejtek dehidratációját követő válaszreakció (Fujita et al. 2011). Kiemelendő, hogy a szárazságstressz elleni tolerancia molekuláris folyamataiban az abszcizinsav közvetítette válaszok nagy szerepet kapnak (Deák et al. 2017).

Az uborka (*Cucumis sativus* L.) a *Cucurbitaceae* család egyik legnagyobb mennyiségben nevelt, gazdasági szempontból fontos, nem klimakterikus légzést mutató (Jasso-Chaverria 2005), általában nyersen, vagy tartósított formában is fogyasztott tagja. Számos nemesített változata ismert (Wang et al. 2010; Yan et al. 2016). A laza, humuszban gazdag talajokat kedveli, azonban kertészetekben talajmentes közegekben is történhet a palánták nevelése. Többek közt az európai termesztők által kedvelt perlitben is vethető, utóbbi kiegyensúlyozott vízellátottságot, pH viszonyokat, optimális tápanyagellátást tesz lehetővé a növények számára (Singh et al. 2017; Glits et al. 2005). Vulkáni eredetű kőzetből készült, fizikailag stabil, kémiaiilag neutrális, könnyen kezelhető, baktérium és egyéb patogénektől mentes. Változatos szemcseméretben kapható közeg, uborkák esetében előnyös választás a jobb növekedés, valamint nagyobb termés hozatal tekintetében (Marsic és Jakse 2010).

Az uborka termesztése szabadföldön és üvegházban egyaránt folyik. A szabadföldben termesztett fajtákat alacsonyabb termésprodukciónak jellemzi, hőmérsékletigényük 20-30 °C (Dhakal et al. 2019). A meleg, csapadékos klímát kedvelik, termésüket általában a konzervipar hasznosítja (Glits et al. 2005). Az üvegházi uborkafajták vízigénye még nagyobb, általában gyorsabb növekedésűek, mint a szabadföldiek. Nagyobb tápanyagigénnyel is rendelkeznek, gyors növekedésük miatt produktívitasuk nagyobb, mint a szabadföldön termesztetteké (Singh et al. 2017). A termékek mérete és tömege a fajta típus mellett nagyban függ a megfelelő tápanyag és vízellátottságtól (Wang et al. 2010).

Kísérletsorozatunkban szabadföldi és üvegházi termesztésre nemesített F1 uborka hibridet vizs-

gáltunk. Arra kerestük a választ, hogy a választott hibridek esetében van-e különbség a növekedésre jellemző paraméterekben (hajtás-, hipokotil- és gyökérzet növekedés, száraztömeg gyarapodás), valamint a fajták abszcizinsav érzékenysége között.

Anyag és módszer

A kísérleteknél három szabadföldi ('Joker', 'Szatmár', 'Szenzáció') és három üvegházi ('Prior', 'Oitol', 'Americana') F1 hibriddel dolgoztunk, a vetőmagok beszerzési helyéről az [1. táblázatban](#) található információ.

1. táblázat. A kísérletekben használt vetőmagok forrásai

Hibridek neve	Ország
Szatmár	ZKI Ltd., Hungary
Szenzáció	Budapest Gardenseed Ltd, Hungary
Joker	ZKI Ltd., Hungary
Americana	Orosco Co., Hungary
Oitol	Semillas Fito Co., Spain
Prior	Semillas Fito Co., Spain

Table 1. The sources of seeds used in this study

A morfológiai mérésekhez fajtánként négy - négy magot 12 cm átmérőjű, kerteszetben használatos perlittel (szemcseméret: 0-3 mm; 0-6 mm) megtöltött cserepekbe vetettünk el. A vetést megelőzően, a csírázás elősegítésére a magokat előáztattuk desztillált vízben 24 órán keresztül 25 °C-on. Általában az uborkamagok csírázása három napot vesz igénybe, kevés fény mellett ajánlott (Kappel, 2011). Ezért a vetést követően két napig fény nélkül inkubáltuk őket. Ezt követően hosszú nappalos megvilágítás (16 óra fény/8 óra sötét, fényintenzitás: 150 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) 25 °C, 55-60 % relatív páratartalom mellett fényszobában neveltük őket 21 napig. A palánták öntözése cserepenként 200-250 ml desztillált vízzel történt kétnaponta.

21. napos növényeken a hipokotil hosszát és a főgyökérzet megnyúlását vonalzóval állapítottuk meg. A száraztömeg méréséhez a növényekről szedett földfeletti hajtást, vagy gyökérzetet alufóliában csomagolva, 80 °C hőmérsékleten tömegállandóságig szárítottuk, ezt követően a szárított részek tömegét analitikai mérleggel mg pontossáig határoztuk meg. A sziklevek felületét a $LA=k(s \cdot h)$ (s: szélesség, h: hosszúság, $k=0,87$) képlettel számítottuk ki. Kísérleteinket kétszer ismételtük meg.

Az ABA érzékenység mérését célzó *in vitro* kísérlethez fajtánként 15-15 magot, szűrőpapírral bélelt, 18 cm átmérőjű Petri csészébe helyeztünk, majd 20 ml mock oldatot adtunk a kontroll, illetve 20 ml 5 μM koncentrációjú abszcizinsav oldatot az ABA kezelt növényekhez. A növények nevelése 7 napon át hosszú nappalos megvilágítás (16 óra fény/8 óra sötét, fényintenzitás: 150 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), valamint 25 °C mellett, fényszobában történt. A növények kezeléséhez kizárólag a Petri csészében levő oldatokat két naponta 20 ml mock ill. 5 μM ABA oldattal cseréltük le.

Az 5 μ M ABA oldatot 3 mM ABA törzsoldatból készítettük, ehhez a Duchefa Biochemie B.V. által előállított abszcizinsav készítményt használtuk fel. A törzsoldat készítése: 1,6 mg abszcizinsavat feloldottunk 2 ml 0,1 N NaOH oldatban. A kontroll növények kezeléséhez mock oldatot használtunk, mely elkészítésénél 210 ml desztillált vízhez 350 μ l 0,1 N NaOH oldatot adtunk.

A hajtások friss tömegéhez a növényekről a gyökereket eltávolítottuk, majd megmértük analitikai mérleggel, tömegüket mg pontossággal határoztuk meg. A palánták főgyökérzetének megnyúlását, vonalzót használva cm-ben állapítottuk meg. Kísérleteinket kétszer ismételtük meg.

A kapott adatok kiértékelését a Microsoft Excel 2013 (Microsoft Corporation, 2013) táblázatkezelő programmal végeztük (átlag, szórás, grafikonok szerkesztése). A statisztikai elemzéseként használt egyszempontos ANOVA analízist és az ehhez kapcsolódó homogenitás vizsgálatot (Levene teszt), a normalitás vizsgálatot (Shapiro-Wilk teszt), továbbá a posthoc Tukey-b tesztet az IBM SPSS Statistics (Version 25; 2015, USA) program segítségével végeztük. Eredményeinket $p < 0,05$ szignifikancia szint mellett hasonlítottuk össze.

Eredmények és megvitatásuk

Morfológiai paraméterek vizsgálata

A perlitben nevelt 21 napos növényeken végzett kísérleteink eredményei az 1. és 2. ábrán láthatóak. A gyökérzet és hajtás száraztömegek esetében megfigyelhető a 'Szenzáció' fajta erőteljes növekedése a többi szabadföldben hajatott hibridhez képest. Az üvegházi fajták hajtás száraztömeg értékei ezt kivéve magasabbak, a gyökérzet esetében viszont nem figyelhető meg egyértelmű összefüggés (1.A és B ábra). A 2.A ábrán jól látható, hogy a hipokotil hosszak esetén a két csoport teljes mértékben elkülöníthető. Itt az üvegházban hajatott hibridek minden esetben szignifikánsan nagyobb értékekkel rendelkeztek, mint szabadföldben hajatott társaik. Kimagasló megnyúlási értékkel az 'Americana' fajta bír, a szabadföldi 'Szenzáció' ugyanakkor megközelítette az üvegházi típusokat. A 2.B ábra alapján a legnagyobb gyökérméretet a 'Szenzáció' hibrid adja, de a 'Joker' és a 'Szatmár' is a hosszabb gyökerű csoporthoz tartozik. Az üvegházi hibridek ugyanakkor kisebb gyökérméret értékeket mutattak. Összességében elmondható, hogy a megnyúlásos növekedésre jellemző hipokotil hossz esetében az üvegházi, a gyökérhossz esetében a szabadföldi hibridek adtak magasabb értékeket. Feltehető, hogy az üvegházi fajtáknál tapasztalt erőteljesebb megnyúlásos növekedést a kontrollált környezeti feltételek és az inkubálási idő alatt alkalmazott magasabb hőmérséklet teszik lehetővé, míg a szabadföldi fajtáknál a mélyre hatoló gyökérzet biztosíthatja a megfelelő víz és tápelem utánpótlást. Érdekes módon a sziklevel felületet a megnyúlásos növekedéssel korreláló, érzékeny paraméternek találtuk. Ez az egyszerűen mérhető növényi rész a nemesítési vonalak szelekciójában lehetőséget adhat a növekedési erély korai megállapítására.

1. ábra. Perlitben nevelt uborka F1 hibrid csíranövények száraztömeg értékei
A: hajtás, B: gyökérezet

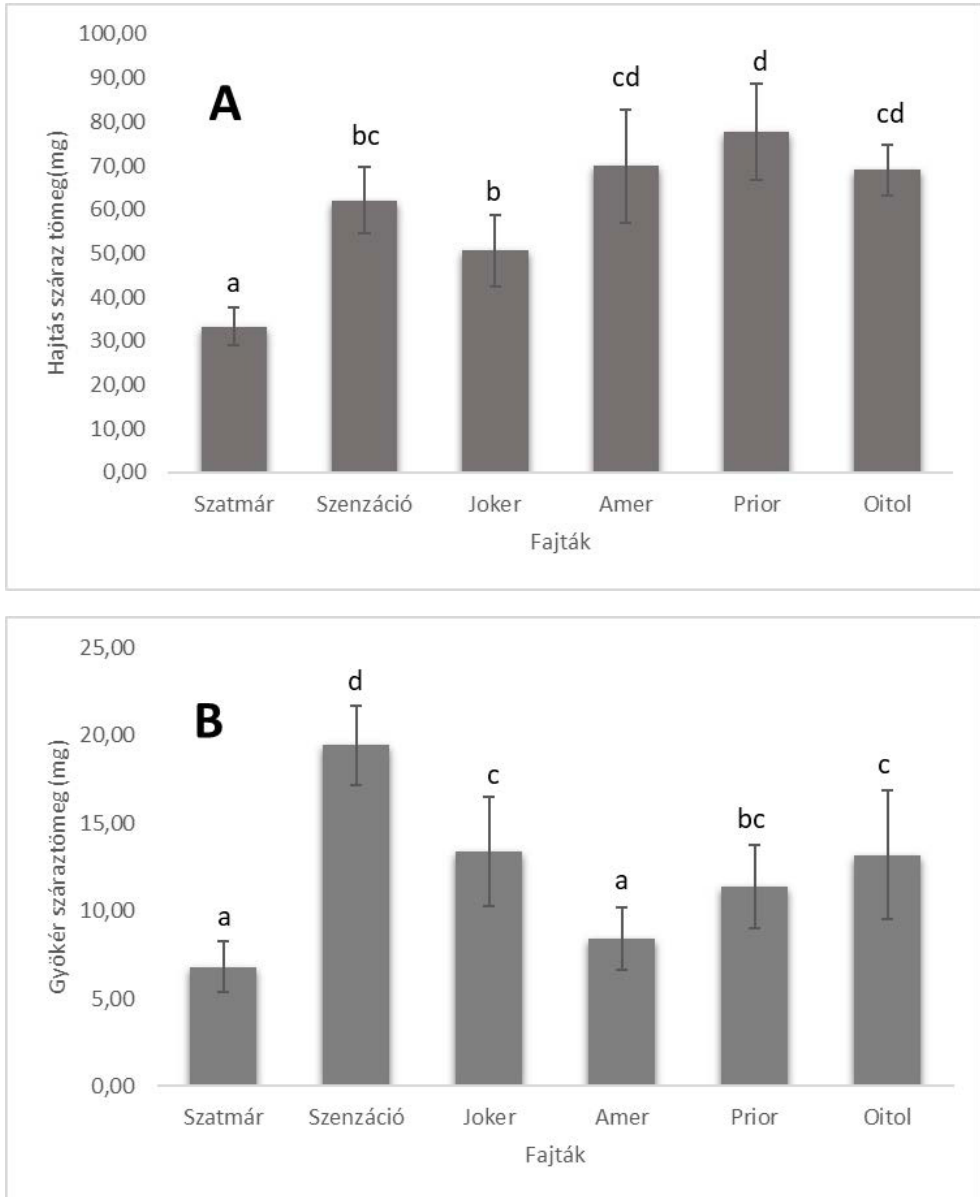


Figure 1. Dry mass of seedlings of cucumber F1 hybrids

2. ábra. Perlitben nevelt uborka F1 hibrid csíranövények növekedési paramétereit
A: hipokotilhossz, B: gyökér hossz, C: sziklevelelfelület

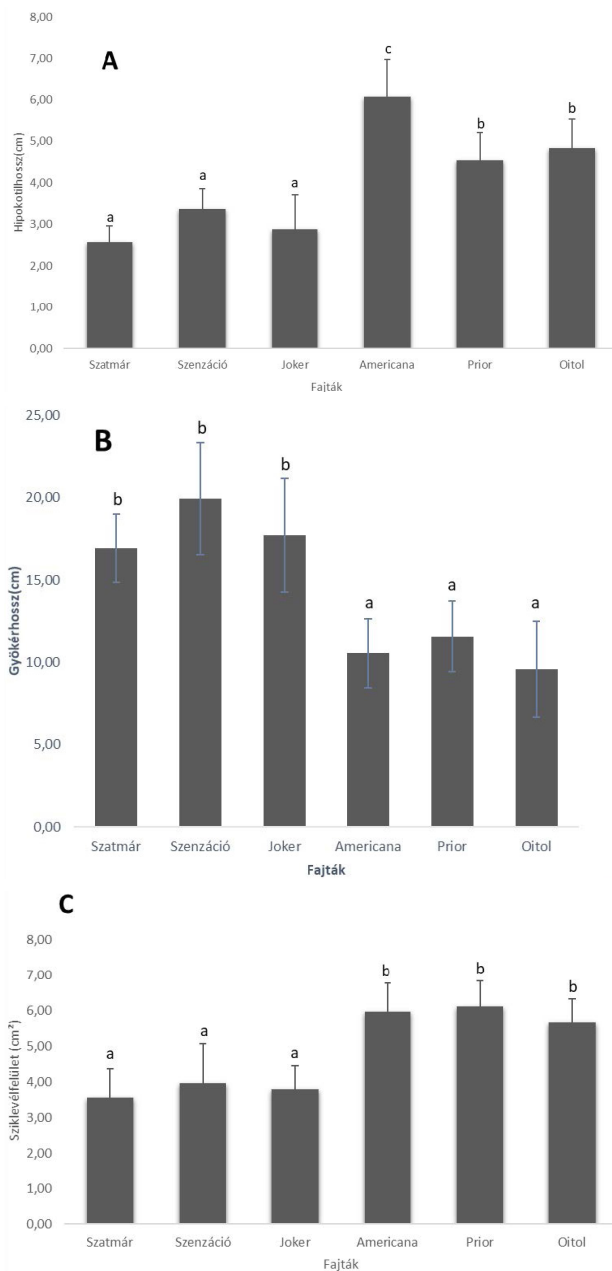


Figure 2. Growth parameters of seedlings of cucumber F1 hybrids

ABA érzékenység vizsgálata

Az alkalmazott kísérleti körülmények mellett a 'Szenzáció' fajta magjai rendkívül vontatottan csíráztak minden esetben. Ezért ebből a hibridből nem tudtunk a statisztikai analízishez szükséges számú adatot nyerni, így a fajtát kivettük méréseinkből.

Az ABA bizonyos stresszvázások mellett számos fejlődési mechanizmust irányít a növényekben. Egyik jól ismert hatása a gyökér és hajtásnövekedés visszafogása stresszhatás alatt. Külsőleg alkalmazott ABA oldattal kezelt csíranövények esetében a bekövetkező gátlás mérése segíthet a hormonérzékenység kimutatásában (Thole et al. 2014). Kísérleteinkben az ABA gátló hatása a hipokotil megnyúlást illetően nem volt egyértelműen kimutatható. A hajtások friss tömegének mérési eredményei azonban jól mutatják, hogy egyes hibridek esetében az alkalmazott ABA gátolta a növekedést, ami szemmel is jól látható a Petri csészékben nőtt csíranövényeken. Szignifikáns eltérés volt az üvegházban hajatott 'Prior' és 'Oitol' és 'Americana' fajtáknál a kezelt és kontroll növények között, ez ennek a hibrid típusnak a magasabb fokú hormon érzékenységét mutatja (3-4. ábra).

3. ábra. *In vitro* nevelt uborka F1 hibridek: „A”: 5 μ M abszcizinsav oldattal kezelt csíranövények, „K”: kontroll (mock) oldattal kezelt csíranövények

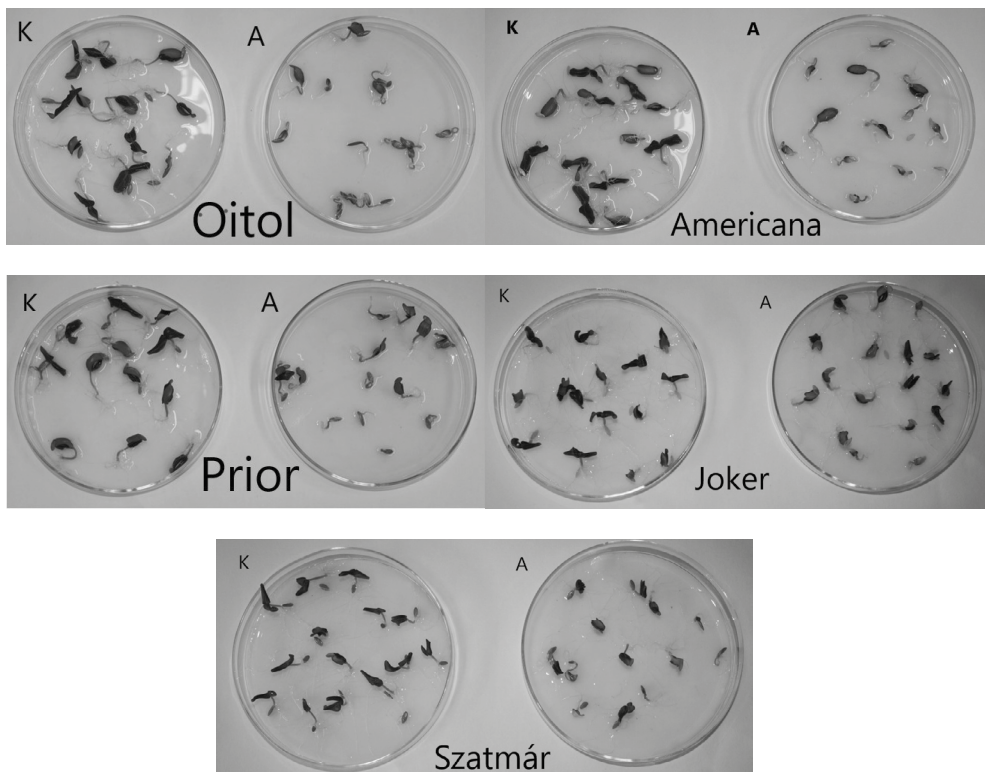


Figure 3. *In vitro* cucumber F1 hybrids

4. ábra. *In vitro* körülmények között nevelt uborka F1 hibridek: (A) főgyökér hossz és (B) hajtások friss tömegeinek értékei. A kezelés kontroll (mock) illetve 5 μ M ABA oldattal történt

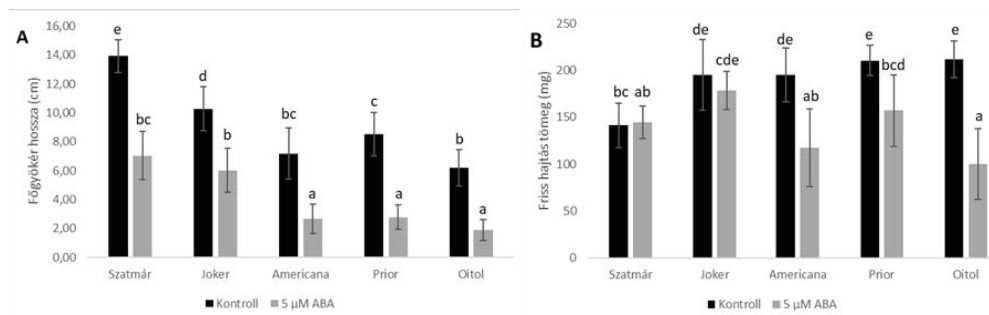


Figure 4. *In vitro* cucumber F1 hybrids

A hormon külsőleg történő alkalmazásával az előidézett gátlás mérésével egy genotípus ABA érzékenysége jól meghatározható. A növekedésgátlás mechanizmusára nézve feltételezik, hogy az az aktív gibberellinek bioszintézisének visszafogásán keresztül zajlik, amit *Arabidopsis thaliana* növényeken végzett kísérletekben írtak le (Lorrai et al. 2018). Méréseink kezdetén azt feltételeztük, hogy a szabadföldön termesztett fajták esetleg érzékenyebben reagálnak a külsőleg alkalmazott ABA történő kezelésre. Ez magyarázhatta volna a fajták eltérő stressztoleranciáját. Az ABA segíti a növényt a száraz időszakokban a jobb alkalmazkodáshoz a gázcserenyílások záródásának szabályozásával, valamint például a hajtás növekedés gátlásával. Az üvegházban nevelt fajták közel optimális feltételek mellett növekednek, emiatt az ő esetükben a stresszhormonok hatásai kevésbé kell, hogy megnyilvánuljanak. Eredményeink alapján elmondható, hogy az ABA kezelt és kontroll uborkafajták gyökéretének megnyúlása között minden esetben találtunk szignifikáns különbséget. A szabadföldben termesztett és üvegházi fajták válasza között azonban nem volt egyértelmű különbség. A gyökér megnyúlásának mérése alapján tehát nem találtunk egyértelmű bizonyítékot az ABA érzékenység különbségére, ami az eltérő stressztűrőképességet magyarázhatná. A hajtás friss tömegének méréséből azonban az a következtetés vonható le, hogy az üvegházi hibridek érzékenyebben reagáltak az abszcizinsavra. Ez a megfigyelés arra utal, hogy esetleg a növények szöveti ABA koncentrációja lehet eltérő. Így a szabadföldi fajtáknál az eleve (feltételezhetően) magasabb szöveti szintű ABA hatásaihoz képest kisebb mértékű további növekedésgátlási választ látunk külső abszcizinsavas kezelésnél. A feltevést a vizsgált hibridek szöveti ABA koncentrációinak meghatározása válaszolhatja meg.

Összefoglalás

Összességében elmondható, hogy a szabadföldi hibridek gyökere jellemzően nagyobb az üvegházban hajtattott hibridekéknél. Kísérleteink során továbbá bizonyítékot találtunk arra, hogy az üvegházi uborka hibrideknek a szabadföldiekénél magasabb az abszcizinsav érzékenysége.

Felhasznált irodalom

1. Choudhury, K.C., Rivero, M.R., Blumwald, E. and Mittler, R. 2017. Reactive oxygen species, abiotic stress and stress combination. *The Plant Journal*, 90: 856-867.
2. Davies, P. 2010. The Plant Hormones: Their Nature, Occurrence, and Functions. *Plant Hormones*. In: *Physiology, Biochemistry and Molecular Biology*. 1-15.
3. Deák, C., Jäger, K., Nagy, V.A., Oszlányi, R., Barnabás, B. and Papp, I. 2017. C-repeat binding factor and dehydrin genes are induced co-ordinately in drought tolerance response of wheat cultivars. *Journal of Agricultural Science*, 9(2): 18-26.
4. Dhakal, S., Karki, M., Subedi, P. and Aarati, G.C. 2019. Effect of Ethephon Doses on Vegetative Characters, Sex Expression and Yield of Cucumber (*Cucumis sativus* cv. Bhaktapur Local). In: *Resunga Municipality, Gulmi, Nepal*. IJASBT. 370-377.
5. Fujita, Y., Fujita, M., Shinozaki, K. et al. 2011. ABA-mediated transcriptional regulation in response to osmotic stress in plants. *Journal of Plant Research*, 124: 509-525.
6. Glits M., Gólya E., Gyúró J., Györfi J., Hodossy S., Holb I., Hráskó I., Kovács A., Kovácsné Gyenes M., Nagy Gy., Nagy J., Némethy Z., Ombódi A., Péntes B., Slezák K., Szóriné Z.A., Terbe I. és Zatykó F. 2005. Zöldségtermesztés természetberendezésekben. SZIE Kertészettudományi Kar Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék. Budapest, 32-40.
7. Jasso-Chaverria, C., Hochmuth, G.J., Hochmuth, R.C. and Sargent, S.A. 2005. Fruit yield, size, and color responses of two greenhouse cucumber types to nitrogen fertilization in perlite soilless culture. *Horticultural Technology* 15(3): 565-571.
8. Kappel N. (szerk.) 2011. Töklék termesztése. Mezőgazda Kiadó Kft. Budapest. 55-58.
9. Lorrain, R., Boccaccini, A., Ruta, V., Possenti, M., Costantino, P. and Vittorioso, P. 2018. Abscisic acid inhibits hypocotyl elongation acting on gibberellins, DELLA proteins and auxin. *AoB Plants*. 10(5): 061.
10. Marsic, K.N. and Jakse, M. 2010. Growth and yield of grafted cucumber (*Cucumis sativus* L.) on different soilless substrates. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 8(2): 654-658.
11. Oka, M., Shimoda, Y., Sato, N., Inoue, J., Yamazaki, T., Shimomura, N. and Fujiyama, H. 2012. Abscisic acid substantially inhibits senescence of cucumber plants (*Cucumis sativus*) grown under low nitrogen conditions. *Journal of Plant Physiology*, 169(8): 789-796.
12. Singh, M.C., Singh, J.P., Pandey, S.K., Mahay, D. and Shrivastva, V. 2017. Factors affecting greenhouse cucumber cultivation- a review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(10): 2304-2323.
13. Sytar, O., Kumari, P. and Yadav, S. 2019. Phytohormone Priming: Regulator for Heavy Metal Stress in Plants. *Journal of Plant Growth Regulation*. 38: 739-752.
14. Thole, J.M., Beisner, E.R., Liu, J., Venkova, S.V. and Strader L.C. 2014. Abscisic Acid Regulates Root Elongation Through the Activities of Auxin and Ethylene in *Arabidopsis thaliana*. *G3 Genes, Genomes, Genetics*, 4(7): 1259-74.
15. Wang, S., Siu, X., Hu, L., Sun, J., Wei, Y. and Zhang, Z. 2010. Effects of exogenous abscisic acid pre-treatment of cucumber (*Cucumis sativus*) seeds on seedling growth and water-stress tolerance. *New Zealand Journal of Crop Horticultural Science*, 38(1): 7-18.
16. Yan, S., Che, G., Ding, L., Chen, Z., Liu, X., Wang, H. and Zhang, X. 2016. Different cucumber CsYUC genes regulate response to abiotic stresses and flower development. *Scientific Reports*, 6: 20760.

Growth parameters and abscisic acid sensitivity of cucumber (*Cucumis sativus* L.) F1 hybrids

OSZLÁNYI, R. ¹, PAPP, I. ¹

¹ Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Horticultural Science, Department of Plant Physiology and Plant Okology

e-mail: Oszlanyi.Reka@uni-mate.hu

Summary

Cucumber (*Cucumis sativus* L.) is an economically and nutritionally important vegetable crop cultivated in open field and also in greenhouses worldwide. Climate change profoundly affects annual production of this crop by challenging plants with abiotic stresses that frequently cause their impaired growth and development. Thus, it is important to examine how cultivated cucumber hybrids are adapted to their respective production systems, and how they respond to stresses. Abscisic acid (ABA) is a terpenoid phytohormone that has multiple roles in plant stress signaling and development. ABA responses may have a strong relationship with crop yields. In our experiments morphological parameters and abscisic acid sensitivity of open field ('Szatmár', 'Szenzáció', 'Joker') and greenhouse grown ('Americana', 'Prior', 'Oitol') cucumber F1 hybrids were examined. Results showed variable growth and ABA responses, confirming our assumption about intraspecies diversity and establishing significant differences among the hybrids. We found that open field cultivated hybrids typically have larger roots than those grown in greenhouse. Cotyledon surface area was found to be a sensitive parameter correlating with elongated growth of the seedlings. This easily measurable parameter can provide an opportunity to determine growth intensity in early development of the plants for efficient selection of breeding lines. Furthermore, ABA sensitivity of the studied cultivar hybrids proved to be different. Externally applied ABA had little effect on shoot elongation of open field hybrids, however, it significantly inhibited growth of those adapted to greenhouse. This indicates higher ABA sensitivity of greenhouse cultivated hybrids.

Keywords: cucumber, perlite, ABA sensitivity, stress tolerance, morphological parameters

Szerzők

Oszlányi Réka (kapcsolattartó szerző) – egyetemi tanársegéd, MATE, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Alkalmazott Kémia Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Papp István – DSc, egyetemi tanár, MATE Kertészettudományi Intézet, Növényélettan és Növényökológia Tanszék, 1118 Budapest, Ménesi út 44/A.

VAN MÉG MIT MONDANUNK:



LAPOZZON BELE
TOVÁBBI FOLYÓIRATAINKBA IS!

Archív lapszámok és előfizetési információk a www.agrarlapok.hu oldalon.

