

Vízellátás és a növekedést serkentő baktériumok hatása az ipari paradicsom termésére és minőségére

HORVÁTH KITTI ZSUZSANNA, BULGAN ANDRYEI,
RÁTH SZILVIA, ÉGEI MÁRTON

Szent István Egyetem, Mezőgazdaság-és Környezettudományi Kar, Kertészeti Intézet, Gödöllő

E-mail: horvath.kitti.zsuzsanna@gmail.com

Összefoglalás

Ipari paradicsom termesztésében a vízhiány mérséklésére, a baktériumok használatának hatékonyságát és a deficit öntözés hatását vizsgáltuk középkorai H-1015 és UG812J F_1 ipari paradicsom hibridek termésmennyiségére és vízdoldható szárazanyag tartalmára ($^{\circ}$ Brix). A kétéves kísérletben, rendszeres öntözéssel a növények párologtatását teljes mértékben kielégítettük (I_{100}), a „vízdeficit” öntözési kezelésben (I_{50}) az 50%-os vízadagú vízellátottság, a kontrollban pedig (I_0) a természetes csapadékellátásban részesült a növényállomány. A baktérium törzsekkel kezelt (B1, B2, B3) és a kezeletlen (B0) növények split-plot kísérleti elrendezésben kerültek kiültetésre. A vízellátás és a baktériumos kezelések együttes hatását a termésre, a kísérleti évek időjárása alapvetően befolyásolta; kissé csapadékos évben öntözés nélkül a B2, és B3 kezelésnek pozitív hatása volt a vízdoldható szárazanyag tartalomra, míg a vízhiányos évben ez negatív volt. Vízhiányos környezetben (I0, I50), B3 baktériumkezelés alkalmazása magasabb Brix értéket biztosított, mint a B1 vagy B2 kezelés. Releváns következtetések levonására további vizsgálatok szükségesek.

Kulcsszavak: paradicsom, öntözés, rhizobaktérium, termés, szárazanyag

Bevezetés és irodalmi áttekintés

Paradicsomnak a táplálkozásban betöltött szerepe jelentős és táplálkozás-élettani hatása is kiemelkedő, köszönhetően a benne lévő fitonutrienseknek (Lugasi és tsai 2004; Helyes és tsai 2003, 2006a, 2006b). A klímaváltozás következtében gyakori és hosszabb ideig tartó vízhiányos periódusok, valamint a túl sok csapadék egyaránt káros a szabadföldön termesztett zöldségfajok termésmennyiségére és minőségére. A vízhiány káros hatása mérsékelhető öntözéssel, de az öntözés hatékonyságát befolyásolja az öntözés optimális időpontjának, valamint az öntözővíz mennyiségének megválasztása (Helyes 1999; Helyes és tsai 1999, 2018), a fajták vízhasznosítása (Nemeskéri és tsai 2015; Molnár és tsai 2015;

Nemeskéri és tsai 2018a), a talaj típusa és a termesztési év időjárási tényezői (Molnár és tsai 2012). A vízhiány csökkenti a termés mennyiségét, de növeli a vízdoldható szárazanyag tartalmát (Pék és tsai 2019), és a termés fehérje tartalmát (Nemeskéri és tsai 2018b).

Jelenleg számos kutatást végeznek talaj mikrobákkal, hogy mérsékeljék a vízhiány negatív hatását a termesztett növényekre. Kimutatták, hogy a talajban élő és a növények gyökerén szimbiotikus kapcsolatban álló mikroorganizmusok segítségével javítható a növények vízfelvétele és termőképessége (Yang és tsai 2009; Candido és tsai 2015), javítják a gazdanövény stressz rezisztenciáját (Subramanian és tsai 2006) és a termés minőségét (Bona és tsai 2017). A különböző rhizobaktériumokat széles körben alkalmazzák bio trágyaként (biofertilizer) vagy a növény fejlődésének serkentésére (Berg 2009), különösen vízhiányos időjárási körülmények és korlátozott vízfelhasználás mellett. A mikrobák kedvező hatását kimutatták a növények fejlődésére, termésére, azonban a kísérletek jelentős része kontrollált, növényházi körülmények mellett történtek. Ezek az eredmények nem minden esetben egyeznek a szabadföldi eredményekkel, mivel itt a növények ki vannak téve a változó időjárási tényezőknek (O'Callighan 2016; Rocha és tsai 2019). Felmerül a kérdés, ezek a mikrobák milyen mértékű vízhiány alatt fejtik ki legjobban hatásukat a növények fejlődésére, termésképzésére, és a termés minőségére.

A kísérleteink célja rhizobaktériumok hatásának vizsgálata az ipari paradicsom termésére és szárazanyag tartalmára különböző vízellátottság mellett, szabadföldön.

Anyag és módszer

2018-ban és 2019-ben, a H-1015 (H. J. Heinz Company, Pittsburgh, USA) és UG812J (United Genetics Italia, Parma, Olaszország) középkorai ipari paradicsom hibridek termőképességét és termésminőségét vizsgáltuk szabadföldi kísérletben, a Szent István Egyetem Kertészeti Intézetének tanüzemében. A palántákat kiültetés előtt 3 baktériumos kezelésnek vetettük alá, amelyeket B1, B2, B3 kóddal a BAY-BIO Intézet (Szeged) bocsátott a rendelkezésünkre. A palánták tálcáit 1%-os baktériumos oldatba (20 liter vízben 2 dl baktérium törzsoldat) mártottuk 5 percen át, míg a kontroll növények természetesen nem részesültek kezelésben. A baktériumos oldattal kezelt és a nem kezelt paradicsompalántákat 70 m, illetve 48 m hosszú sorokban ültettük ki május 16 és 17 között 2018-ban és 2019-ben. Mindkét évben a sortávolság 1,5 m, a tőtávolság 18,6 cm volt, így értük el az ajánlott 3,57 növény/m²-es állománysűrűséget. A kezelések split-plot rendszerben, véletlen blokk elrendezésben, négy ismétlésben kerültek kivitelezésre.

Az evapotranszpiráció alapján az $ET_c = ET_0 \times K_c$ egyenlet segítségével két öntözési kezelést alkalmaztunk az állományban: az optimális vízellátottságra öntözött parcellákon (I_{100}) a számított evapotranszpiráció (Pék et al. 2017) 100%-os pótlása történt, míg deficit öntözésben (I_{50}) az öntözővíz adag az I_{100} kezelés fele volt. A kontroll parcellák (I_0) a természetes csapadékon felül a tápoldat kijuttatásához szükséges vízellátásban részesültek, ami 45 mm öntözővizet jelentett, melyet csepegtető öntöző berendezéssel juttattuk ki.

Minden parcellából 10-10 növényt takarítottunk be a két egymást követő évben, augusztus 28-án, illetve 29-én. A terméseket 3 csoportba - érett, zöld és piacképtelen - soroltuk, a korábbi vizsgálatokhoz hasonlóan (Helyes és tsai 2018). Az adatok elemzése SPSS Windows 20.0 statisztikai programmal, kéttényezős (vízellátás x baktériumkezelés) varianciaanalízissel (ANOVA) történt. A kezelések átlag értékeinek összehasonlítása Duncan test felhasználásával, $P < 0,05$ szignifikancia szinten történt.

Eredmények és megvitatása

Az ipari paradicsom a tenyészideje alatt jelentős mennyiségű, legalább 400-800 mm vizet igényel (Battilani és tsai 2012), ami vizsgálataink során csak öntözéssel kiegészítve volt kielégítő (1. táblázat). A 2018-as év kissé szárazabb volt, mint a 2019-es, de a fejlődési szakaszok alatt a csapadék eloszlása nem különbözött számottevően. Mindkét évben a vegetatív fejlődés és a virágzás alatt közel azonos mennyiségű (213,8 illetve 237,8 mm) csapadék esett. 2018-ban virágzás és bogyófejlődés alatt 46,1 mm, a bogyóérés alatt 44,7 mm csapadék hullott, míg 2019-ben a virágzás és bogyófejlődés alatt hasonló (52,2 mm csapadék), viszont a bogyóérés alatt csak feleannyi (23,8 mm) csapadék volt. Ilyen módon, az I_{50} -es mindkét évben 385 mm vízellátásban részesült, míg az I_{100} -as 2018-ban valamivel több öntözővizet kaphatott (465 mm), mint 2019-ben (427 mm).

A vízellátásnak jelentős hatása elsősorban a piacképtelen bogyók mennyiségére, a zöld bogyók tömegére és a °Brix-ra volt. A baktériumos kezelések hatása a zöld termés mennyiségére és a °Brix-ra érvényesült (2. táblázat).

1. táblázat. Ipari paradicsom hibridek számára kijuttatott víz a tenyészidő alatt

Évek ¹	Csapadék ² mm	Öntözés ³ mm			Összes kijuttatott víz ⁴ (csapadék+ öntözés) mm	
		I_{50}	I_{100}	I_0	I_{50}	I_{100}
2018	304,6	80,2	160,3	304,6	384,8	464,9
2019	320,8	63,9	106,6	320,8	384,7	427,4

Table 1. Water for processing tomato hybrids during the growing season

¹ years, ² precipitation, ³ irrigation, ⁴ total water depth

2. táblázat. Az ipari paradicsom hibridek terméseredményeiből számított kéttényezős variancia-analízis F értékei, a vízellátás (WS), baktériumkezelések (B) és kölcsönhatásuk (WS x B) szignifikancia szintjeivel (2018-2019)

Termés, minőség ¹	WS	B	WS x B
Összes termés ² (t/ha)	2,354†	0,801	0,389
Érett ³ (t/ha)	2,528†	0,792	0,533
Zöld ⁴ t/ha	0,426	2,938*	0,482
Piacképtelen ⁵ t/ha	3,978*	1,190	0,432
Zöld tömeg ⁶ t/ha	0,537	2,194†	1,152
Bogyó ⁷ db/növény	0,399	0,559	0,107
Érett bogyók átlag tömege ⁸ g/db	2,552†	0,846	1,937
Zöld bogyók átlag tömege ⁹ g/db	5,305**	0,330	1,150
°Brix	11,765***	6,49***	5,150***

† P<0.10, * P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001

Table 2. F-values of ANOVA, calculated from production of processing tomato hybrids with their significance levels of Water Supply (WS), Bacterial treatments (B), and interaction (WS x B) (2018-2019)

¹ Yield, quality, ² total yield, ³ marketable, ⁴ green, ⁵ other, ⁶ green weight, ⁷ berry, ⁸ the average weight of ripe berries, ⁹ green berries average weight

Az öntözés hatását külön vizsgálva megállapítható, hogy a jobb vízellátottság szignifikáns növekedést okozott az érett termésátlagban 2018-ban, míg ezzel teljesen ellentétes tendencia figyelhető meg 2019-ben (3. táblázat). A két évjárat abszolút értékben is szignifikáns különbséget mutatott, a kontroll 125%-kal, a deficit öntözésű 62%-kal több érett termést produkált 2019-ben, míg az optimális vízellátottság eredménye nem különbözött a 2018-astól. Az éretlen, zöld termések arányát a vízellátottság fokozta az első évben ($I_{100}>13\%$), míg a következő évben ezzel teljesen ellentétes tendencia volt megfigyelhető ($I_{100}<4\%$). A piacképtelen termések mennyisége vízellátottságtól függetlenül 5% alatt maradt 2018-ban, míg 2019-ben a kontrollban 6%-kal, a deficit öntözésben 12%-kal, optimális vízellátottságnál 17%-kal volt magasabb az arányuk. Hazai viszonyok között a 2019-es év hűvösnek mondható májusi időjárása megnehezítette a palántanevelést, a kiültetés utáni fejlődést és késleltette az éréskezdetet is (Ledó 2019), ennek ellenére a 2018-as eredmények jóval gyengébbek voltak. Ez is megerősíti azt a megállapítást, hogy az évjárat hatása, rendkívül erősen befolyásolja a hazai ipari paradicsom terméseredményeit (Helyes és Varga 1994; Pék et al. 2017). Egy magasabb csapadékú vegetációs időszakban rövidebb öntözési fordulókkal, talán jobban alkalmazkodhatunk a rövidebb ideig fennálló vízhiányos időszakokhoz.

A jelenlegi kétéves kísérletben, a vízellátás és a baktériumos kezelések kombinációjának gyengébb hatása a bogyók átlagtömegére és az érett termés mennyiségére, az évjáratok és a fenológiai szakaszok alatti vízellátás viszonyainak tulajdoníthatóak. A két tényező közül kiemelendő a megfelelő vízellátás, hisz ennek hiányában nem képzelhető el jövedelmező termesztés. Nemeskéri és tsai (2019) megállapították, hogy a baktérium törzseket tartalmazó Phylazonit hatása a paradicsom termésére évjáratától függ, de deficit öntözés mellett jelentősen növelte az érett termés mennyiségét. Ezt megerősítik a 3. táblázat eredményei, miszerint a vizsgált baktérium kezelések közül a B3 kezelés legnagyobb hatása a növényenként betakarított bogyók számára volt, növelte az érett és a zöld termés mennyiségét a kontrollhoz (B0) képest 2018-ban. Ebben az évben a terméskötés és bogyófejlődés alatt mérsékelt volt a vízhiány. Ilyen körülmények között (I_0 , I_{50}), a B2 és B3 hatására a növényeken több bogyó képződött, de jelentősen magasabb volt a piacképtelen termés mennyisége.

A vízhiányosabb 2019-es évben, ettől eltérő eredményre jutottunk; a baktériumkezeléseknek csekély hatása volt a növényenkénti bogyószámra és a zöld bogyók termésátlagára, de jelentősen csökkentették a piacképtelen termésátlagot és a zöld termésátlagot. Ebben az évben, öntözés nélkül (I_0), B2 B3 kezelést alkalmazva jelentősen csökkent az érett és zöld termésátlag, és a zöldtömeg, de kevesebb volt a piacképtelen termés mennyisége is (3. táblázat).

3. táblázat. Vízellátás (WS) és baktériumkezelés (B) hatása ipari paradicsom termésére és zöldtömegére
A sorokban a különböző betűk a baktérium (B) kezelések közötti szignifikáns különbséget jelölik Duncan
teszt szerint $P < 0,05$ szinten, az adott évben. * szignifikáns különbség az öntözés nélküli kezelésektől (I_0)

Termés (1)	2018					2019			
	WS (2)	B0	B1	B2	B3	B0	B1	B2	B3
Összes t/ha (3)	I_0	50,71b	50,95b	68,62a	68,83a	116,49a	104,14ab	95,66b	79,34c
	I_{50}	64,97b*	77,41b*	83,54a*	93,21a*	111,47a	123,74a*	109,02a*	80,32b
	I_{100}	72,43b*	61,62c*	76,37b*	85,01a*	74,82b*	110,74a	110,65a*	79,83b
Érett t/ha (4)	I_0	45,45b	46,71b	57,46a	58,27a	102,60a	90,04a	87,88b	68,22c
	I_{50}	59,26c*	67,49b*	65,30bc*	82,56a*	95,88a	108,37a*	98,15a*	68,75b
	I_{100}	59,75b*	51,45b	62,99ab	69,72a*	59,51c*	92,58a	95,02a	69,48b
Zöld t/ha (5)	I_0	4,40c	2,89d	11,05a	8,32b	6,58a	7,85a	4,84b	5,54b
	I_{50}	4,65d	8,42c*	15,36a*	10,28b*	2,74c*	7,03a*	5,51b*	4,45b*
	I_{100}	9,92b*	7,87c*	10,41b	13,16a*	2,73d*	5,17b*	6,93a*	3,69c**
Piacképtelen t/ha (6)	I_0	0,86d	1,36c	1,70b	2,25a	7,32a	5,37b	2,94c	5,58b
	I_{50}	1,06d*	1,50c	2,89a*	2,36b	12,86a*	8,34b*	5,36d*	7,12c*
	I_{100}	2,71a*	2,30b*	2,99a*	2,14b	12,50a*	12,99a*	8,71b*	6,66c*
Zöld tömeg t/ha (7)	I_0	15,56b	15,48b	16,08b	19,77a	16,27a	13,77b	13,59b	13,70b
	I_{50}	16,16b	16,51b	16,88b	23,11a*	18,89a*	14,85b	14,36b	12,34c
	I_{100}	15,09a	16,43a	13,45b*	13,12b*	32,53a*	15,92b*	13,16c	17,73b*
Bogyó db/növény (8)	I_0	29,38c	32,95b	38,70a	40,63a	71,75a	67,88a	70,15a	58,95b
	I_{50}	37,25c*	43,25b*	44,70ab*	49,38a*	69,48ab	76,00a*	70,53a	62,28b
	I_{100}	39,10b*	35,20c	42,50ab	44,30a	61,55a*	66,75a	65,58a	51,30b*
Érett bogyó átlag tömege g/db (9)	I_0	54,03a	46,69b	57,44a	54,37a	52,66a	49,32a	43,16b	44,98b
	I_{50}	53,43b	55,03b*	61,49a	58,58ab	52,59a	53,18a	49,43a*	42,99b
	I_{100}	57,27a	54,28a*	55,28a	57,47a	41,03b*	54,10a	56,38a*	52,10a*
Zöld bogyó átlag tömege g/db (10)	I_0	22,77b	19,23c	29,31a	24,90b	27,08a	26,51a	22,95b	23,61b
	I_{50}	23,40b	29,49a*	30,02a	29,09a*	25,21a	27,81a	25,98a*	26,82a*
	I_{100}	31,36b*	30,95b*	31,79b	43,12a*	23,60c*	37,74a*	26,87b*	25,60b

Table 3. Effect of water supply (WS) and bacterial treatments (B) on yield and green mass of processing tomatoes in 2018 and 2019 years

Values in the rows following different letters are significantly different at $P < 0.05$ level between the bacterial (B) treatments using Duncan test in the year *notes the significant difference from the I_0 treatment in the year (1) yield (2) water supply (3) total yield (4) marketable yield $t\ ha^{-1}$ (5) green yield $t\ ha^{-1}$ (6) other diseased yield $t\ ha^{-1}$ (7) green mass $t\ ha^{-1}$ (8) number of fruits [piece plant-1] (9) average weight of matured fruit [g piece-1] (10) average weight of verdant fruits [g piece-1] *notes the significant difference from the I_0 treatment in the year

Ismert, hogy vízhiányos években, az öntözés nélkül termesztett paradicsomnak kevesebb a termése, de magasabb a termések vízdoldható szárazanyag tartalma, mint a rendszeresen öntözött növényeké (Pék és tsai 2015; Takács és tsai 2017; Helyes és tsai 2018). Vízhiányos környezetben (I_0 , I_{50}), függetlenül az évektől, baktériumkezelésekkel javítható a paradicsom bogyók oldható szárazanyag tartalma ($^{\circ}$ Brix). Az eredmények azt mutatják, hogy az öntözés nélkül termesztett növényeknél a B3 kezelés, míg vízhiányos „deficit” öntözés (50%) mellett a B2 és B3 kezelések jelentősen növelték a paradicsom bogyók vízdoldható szárazanyagtartalmát a kontrollhoz (B0) képest (1. ábra).

1. ábra. Baktériumos kezelések és az eltérő vízellátás hatása az ipari paradicsom termés oldható szárazanyag tartalmára (n=4)

Az eltérő betűk jelzik a szignifikáns különbséget a baktériumos (B) kezelések között az adott vízellátásban $P < 0,05$ szinten 0=nem öntözött, 50=deficités öntözés, 100= rendszeres öntözés

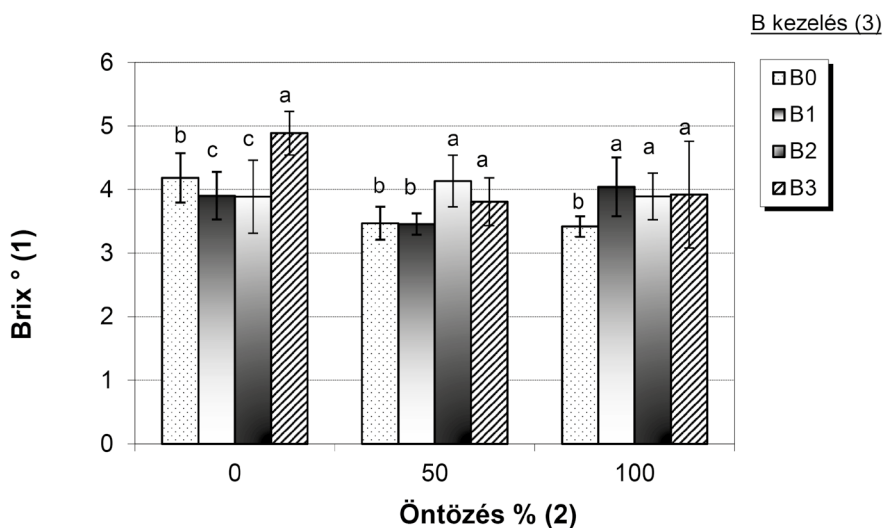


Figure 1. Effect of bacterial treatments on soluble solid content (Brix) of processing tomato under different water supply conditions (1) Brix (2) Irrigation (3) Bacterial treatments
Different letters indicate the significant difference between the bacterial treatments at $P < 0.05$ level under 0=non-irrigation 50=deficit irrigation 100=regular irrigation

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a növények fejlődési szakaszai alatt a vízellátás jelentősen befolyásolja a termékenyülést (bogyószám/növény), a baktériumkezelések pedig a vízfelvétel mértékét, hasznosulását a bogyók tömegére, az érett termésre és a Brix értékre. Ez lehet a magyarázata, hogy a két évben eltérő eredményt kaptunk a baktérium kezelések hatására vonatkozóan. Ha a növény számára sok felvehető víz áll rendelkezésre, az nem a termésképzésre, inkább a vegetatív részek fejlődésére fordítódik, azonban a baktériumok jelenléte fokozza a vízfelvételt, növeli az éretlen zöldtermés nagyságát, és csökkenti a piacképtelen termés mennyiségét (Horváth és tsai 2019).

Következtetés

A paradicsom vízellátottsága meghatározó a betakarítható bogyók számát, a piacképtelen termésátlagot és a termés vízdoldható szárazanyag-tartalmát (°Brix) tekintve. Az alkalmazott baktériumkezelések hatása, évtől függetlenül, a zöld egészséges termésre és a °Brix-ra hatott. A vízellátás és baktériumos kezelések együttes hatása a termésre az évek időjárásától függ. Kissé csapadékosabb évben (2018), öntözés nélkül a B2, B3 kezelésnek pozitív hatása volt az összes termés frakcióra (érett, zöld, piacképtelen), míg szárazabb évben negatív volt. Mérsékelt vízhiányban (I_{50}) „deficit” öntözést alkalmazva, a B2 és B3 baktériumos kezelés hatására jelentősen nagyobb zöldtermés képződött a B1 és kontroll (B0) növényekhez képest. Vízhiányos környezetben (I_0 , I_{50}), B3 baktériumkezelés alkalmazása nagyobb Brix értéket biztosított, mint a B1 vagy B2 kezelés. A termelést támogató eredmények és a technológiai fejlesztések eléréséhez, a témában további vizsgálatok szükségesek.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány alapjául szolgáló kutatást az Innovációs és Technológiai Minisztérium támogatta a Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Program (NKFIH-1159-6/2019; GINOP_2.2.1_15_2016_00003; EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008), a Szent István Egyetem vízzel kapcsolatos kutatások programja keretében.

Irodalomjegyzék

1. Battilani, A., Prieto, H., Argerich, C., Campillo, C. and Cantore, V. 2012. Tomato. 192-198. In: Steduto, P., Hsiao, T.C., Fereres, E. and Raes, D. (eds.), Crop yield response to water FAO irrigation and drainage paper 66. Food and Agriculture Organization of the United Nations
2. Berg, G. 2009. Plant-microbe interactions promoting plant growth and health: perspectives for controlled use of microorganisms in agriculture. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 84: 11-18.
3. Bona, E., Cantamessa, S., Massa, N., Manassero, P., Marsano, F., Copetta, A., Lingua, G., D'agostino, G., Gamalero, E. and Berta, G. 2017. Arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth-promoting pseudomonads improve yield, quality and nutritional value of tomato: a field study. *Mycorrhiza*, 27(1): 1-11.
4. Candido, V., Campanelli, G., D'addabbo, T., Castronuovo, D., Perniola, M. and Camele, I. 2015. Growth and yield promoting effect of artificial mycorrhization on field tomato at different irrigation regimes. *Sci. Hort.* 187: 35-43.
5. Helyes, L. and Varga, G. 1994. Irrigation demand of tomato according to the results of three decades. *Acta Hort.* 376: 323-328.
6. Helyes L. 1999. A paradicsom és termesztése. SYCA Szakkönyvszolgálat, Budapest. 233.
7. Helyes, L., Varga, Gy., Pék, Z. and Dimény, J. 1999. The simultaneous effect of variety, irrigation and weather on tomato yield. *Acta Hort.* 487: 499-505.
8. Helyes, L., Brandt, S., Réti, K., Barna, É. and Lugasi, A. 2003. Appreciation and analysis of lycopene content of tomato. *Acta Hort.* 604: 531-537.
9. Helyes, L., Dimény, J., Pék, Z. and Lugasi, A. 2006/a. Effect of the variety and growing methods as well as cultivation conditions on ingredient of tomato fruit. *Acta Horticulturae*, 712: 511-516.
10. Helyes, L., Dimény, J., Pék, Z. and Lugasi, A. 2006/b. Effect of maturity stage on content, color and quality of tomato (*Lycopersicon lycopersicum* (L.) Karsten) fruit. *Int. Journal of Horticultural Science*, 12(1): 41-44.

11. Helyes, L., Böcs, A. and Nemeskéri, E. 2018. Víztakarékos öntözés hatása az ipari paradicsom termésmennyiségére és minőségére. *Kertgazdaság*, 50(4): 3-9.
12. Horváth K.Zs., Helyes L. és Nemeskéri E. 2019. Növekedést segítő baktériumok hatása ipari paradicsom fotoszintézisére és termésére vízhiányban. In: *Növénynemesítés a 21. század elején: kihívások és válaszok szerk. Karsai Ildikó. XXV. Növénynemesítési Tudományos Nap 2019*. ISBN: 978-963-8351-45-6. Kiadó: MTA Agrártudományok Osztályának Növénynemesítési Tudományos Bizottsága, Budapest. 86-89.
13. Ledó F. 2019. Beszámoló – „Ipari paradicsom bemutató” című szakmai rendezvényről. *FruitVeb*. <https://fruitvub.hu/beszamolo-ipari-paradicsom-bemutato-cimu-szakmai-rendezvenyrol/>.
14. Lugasi A., Hóvári J., Bíró L., Brandt S. és Helyes L. 2004. Élelmiszereink likopin-tartalmát befolyásoló tényezők és a hazai lakosság likopinbevitel. *Magyar onkológia*, 48(2): 131-136.
15. Molnár K., Rácz Cs., Dövényi-Nagy T., Bakó K., Nemeskéri E., Nagy J. és Dobos A.Cs. 2015. A csemegekukorica (*Zea mays* L. *convar. saccharata*) termésének és vízhasznosításának változása eltérő vízellátottság mellett. *Növénytermelés*, 64(2): 73-90.
16. Molnár K., Víg R., Nemeskéri E. és Dobos A. 2012. A vízellátottság és az évjárat hatása eltérő genotípusú csemegekukorica (*Zea mays* L. *convar. saccharata* Koern.) hibridek termőképességére. *Agrártudományi Közlemények*, (50): 203-210.
17. Nemeskéri E., Molnár K. és Dobos A.Cs. 2015. Különböző tenyészidejű borsófajták (*Pisum sativum* L.) vízhasznosítása eltérő vízellátás alatt. *Növénytermelés*, 64(1): 57-76.
18. Nemeskéri, E., Molnár, K., Pék, Z. and Helyes, L. 2018a. Effect of water supply on water use related physiological traits and yield of snap beans in dry seasons. *Irrigation Science*, 36(3): 143-158.
19. Nemeskéri, E., Molnár, K. and Helyes, L. 2018b. Relationships of spectral traits with yield and nutritional quality of snap beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in dry seasons. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 64(9): 1222-1239.
20. Nemeskéri, E., Horváth, K.Zs., Pék, Z. and Helyes, L. 2019. Effect of mycorrhizal and bacterial products on the traits related to photosynthesis and fruit quality of tomato under water deficiency conditions. *Acta Hort.* 1233(1): 61-66.
21. O'callaghan, M. 2016. Microbial inoculation of seed for improved crop performance: Issues and opportunities. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 100: 5729-5746.
22. Pék, Z., Szuvandzsiev, P., Neményi, A. and Helyes, L. 2015. Effect of season and irrigation on yield parameters and soluble solids content of processing cherry tomato. *Acta Hort.* 1081: 197-202.
23. Pék, Z., Daood, H.G.H.G., Neményi, A., Helyes, L. and Szuvandzsiev, P. 2017. Seasonal and irrigation effect on yield parameters and soluble solids content of processing cherry tomato. *Acta Hort.* 1159: 45-49.
24. Pék, Z., Szuvandzsiev, P., Neményi, A., Tuan, L.A., Bakr, J., Nemeskéri, E. and Helyes, L. 2019. Comparison of a water supply model with six seasons of cherry type processing tomato. *Acta Hort.* 1233(1): 41-46.
25. Rocha, I., Duarte, I., Ma, Y., Souza-alonso, P., Aleš látr, A., Vosátka, M., Freitas, H. and Oliveira, R.S. 2019. Seed coating with arbuscular mycorrhizal fungi for improved field production of chickpea. *Agronomy*, 9(8): 471.
26. Subramanian, K.S., Santhanakrishnan, P. and Balasubramanian, P. 2006. Responses of field grown tomato plants to arbuscular mycorrhizal fungal colonization under varying intensities of drought stress. *Sci. Hort.* 107: 245-253.
27. Takács S., Máthé B., Katona B.L., Tuan L.A. és Pék Z. 2017. Ipari paradicsom modellezése Aquacrop szoftverrel. *Kertgazdaság*, 49(4): 31-38.
28. Yang, J., Kloepper, J.W. and Ryu, C.M. 2009. Rhizosphere bacteria help plants tolerate abiotic stress. *Plant Science*, 14(1): 1-4.

The effects of water supply and growth bacteria on the production and quality of processing tomato

HORVÁTH, K.ZS., BULGAN, A., RÁTH, SZ., ÉGEI, M.

Szent István University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences
Institute of Horticulture

E-mail: horvath.kitti.zsuzsanna@gmail.com

Summary

Effectiveness of bacterial application and the effect of these treatments with deficit irrigation on the yield and soluble solids content ($^{\circ}$ Brix) of early and mid-early H-1015 and UG812J F₁ processing tomato hybrids were investigated to reduce the water deficiency. In the two-year experiment, regular irrigation was used to replace plant evaporation (I_{100}), water-saving irrigation (I_{50}) was represented by 50% water irrigation, and control (I_0) was represented by plants that received only rainfall. Plants treated with bacterial strains (B1, B2, B3) and untreated plants (B0) were sown in a split-plot experiment. The combined effect of water supply and bacterial treatments on yield was influenced by the weather of the years. In slightly rainy years without irrigation, treatments B2 and B3 had a positive effect on yield fractions, while in drier years the effect was negative. In water scarcity (I_0 , I_{50}), B3 bacterial treatment provided a higher Brix value than B1 or B2 treatments. Further studies are needed to draw relevant conclusions.

Keywords: tomato, irrigation, rhizobacteria, yield, soluble solids content

Szerzők:

Horváth Kitti Zsuzsanna (kapcsolattartó szerző) – PhD hallgató, Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Kertészeti Intézet, 2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.
Bulgan Andryei – PhD hallgató, Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Kertészeti Intézet, 2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.
Ráth Szilvia – tudományos segédmunkatárs, Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Kertészeti Intézet, 2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.
Égei Márton – PhD hallgató, Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Kertészeti Intézet, 2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.