



**AZ ELTÉRŐ VÍZELLÁTOTTSÁG HATÁSA AZ IPARI PARADICSOM
TERMÉSKÉPZÉSÉRE ÉS SZTÓMAKONDUKTANCIÁJÁRA**

Doktori (PhD) értekezés tézisei

BŐCS ANDRÁS

Gödöllő

2018

A doktori iskola

megnevezése: SZIE Növénytudományi Doktori Iskola
tudományága: Növénytermesztési és kertészeti tudományok

vezetője: Dr. Helyes Lajos
egyetemi tanár, MTA doktora
SZIE, Mezőgazdasági- és Környezettudományi Kar
Kertészeti Intézet

Témavezető: Dr. Helyes Lajos
egyetemi tanár, MTA doktora
SZIE, Mezőgazdasági- és Környezettudományi Kar
Kertészeti Intézet

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

A MUNKA ELŐZMÉNYEI, KITŰZÖTT CÉLOK

A paradicsom (*Lycopersicon esculentum* Mill.) a világ egyik legnagyobb gazdasági jelentőséggel bíró zöldségnövénye, amelynek fogyasztási igényéhez óriási termőfelület és termésmennyiség párosul.

Magyarország természeti adottságai lehetővé teszik a jó minőségű, táplálkozás-élettani szempontból értékes összetételű paradicsom termesztését, amit a mérsékelt klíma, a kiváló termőföld és a mezőgazdaság számára rendelkezésre álló vízvagyon biztosít, ami a nemzeti örökség része (Terbe et al., 2010). Az ipari paradicsom, a pár évvel ezelőtti mélypontot követően újra egyre fontosabb növényévé vált a magyar zöldségtermesztésnek és a termelők az üzemméret növelésével, valamint korszerű, 80-100 t/ha termőképességű, intenzív technológiát igénylő, géppel betakarítható hibridek alkalmazásával, és precízen megtervezett öntözési technológiákkal stabil partnereivé váltak a feldolgozóiparnak (FruitVeb, 2017; KSH-STADAT, 2017).

A paradicsombogyónak alacsony kalóriatartalma (22 kcal/100g) mellett (Helyes, 1999a), magas a karotinoid tartalma, amik antioxidáns hatású biológiailag aktív vegyületek (Riahi és Hdider, 2013), és egészségmegőrző hatásukat számos klinikai vizsgálat bizonyította (Pernice et al., 2010; Li et al., 2013). Ezek közül is a legtöbbet kutatott vegyület a likopin, aminek a paradicsom a legfőbb forrása az emberi táplálkozásban (Clinton, 1998; Giovannucci et al., 2002; Lugasi et al., 2004). A paradicsom piros színét a likopintartalma határozza meg, ami az egyik legfontosabb belső értékmérő tulajdonsága, és a feldolgozóipar számára alapvető minőségi követelmény (Stevens és Rick, 1986; Helyes, 1999a).

A szárazanyag-tartalmat számos tényező befolyásolja, ami függ a fajtától, a bogyó érettségi állapotától, és a környezeti paraméterektől (hőmérséklet, besugárzás, tápanyag- és vízellátottság, évjáráthatás) (Helyes és Varga, 1994; Sass-Kiss et al., 2005).

Magyarországon az egyik legfontosabb termelést akadályozó tényező a vegetációs időszakban fellépő vízhiány. Az éghajlatváltozást tekintve rendkívül bizonytalanok az előrejelzések, de az szinte biztosra vehető, hogy több lesz az aszályosság térbeli és időbeli kiterjedése, nagyobb lesz az extrém csapadék valószínűsége. A növénytermesztés jövőbeni lehetőségeit a klimatikus változásokhoz való alkalmazkodás szintje fogja meghatározni, ami elsősorban a vízzel való hatékonyabb gazdálkodást jelenti (Láng et al. 2007; Jolánkai és Birkás, 2010; Birkás et al., 2015).

A növények vízigényét az általuk felhasznált víz mennyiségével, és a talaj nedvességtartalma iránti igényükkel lehet jellemezni, amit a kialakulásának folyamatában kell vizsgálni, hogy jobban megismerhessük és folyamatosan elősegíthessük a vízfelvétel és a

vízleadás termelési célnak megfelelő egyensúlyát (Cselőtei, 1993; Zegbe-Domínguez et al., 2003; Favati et al., 2009).

A paradicsom vízellátásának kritikus időszaka a tömeges kötődés kezdetétől a termésnövekedés végéig tart, tehát június közepétől, a teljes július hónapot átfedve augusztus elejéig (Balázs, 1985). Hazánk klimatikus adottságai között a korszerű, gazdaságos zöldségtermesztés elengedhetetlen eleme az öntözés, ami az egyik leginkább megtérülő aszályvédelmi beruházás.

Az öntözés hatása értékelhető a növény termésképzésével, a termés kialakulásával, érésdinamikájával, beltartalmi összetevőivel. A későn megkezdett öntözés és a túlöntözés is termés csökkenéssel jár (Helyes, 1999a).

Fontos azonban, hogy az öntözés objektív információk alapján megtervezve kerüljön kivitelezésre. Az optimális öntözési és időnorma megállapítása rendkívül fontos, mind a minél nagyobb termésátlag biztosítása, mind az elkerülhetetlennél nagyobb mértékű beltartalmi minőségcsökkenés elkerülése, mind pedig a termelés gazdaságossága szempontjából. Az előre tervezést azonban nehezíti az időjárás változékonysága, ezért fontos olyan, növényi paraméterek mérésén alapuló módszerek alkalmazása, melyekkel a termelési időszak közben is folyamatosan nyomon követhető az állomány vízellátottsága és melyek alapján optimalizálható az öntözés.

Kutatási tevékenységem az ipari paradicsom termésképzésére és a beltartalmi összetevőire ható fontosabb abiotikus és biotikus tényezők hatásmechanizmusának feltárására, számszerűsítésére irányult. A vízhiány stressz meghatározásának növényi jellemzőiből, roncsolásmentesen kapott információk közül a sztómakonduktanciát és a növényállomány felszínhőmérsékletét vizsgáltam.

Lényeges növényi alkalmazkodási reakció a vízvesztés hatására bekövetkező sztómazáródás, ami a nappali órákban a fotoszintézis korlátozásával jár együtt. A fotoszintézis intenzitásának hosszan tartó csökkenése lassítja a növény fejlődését, korlátozza a biomassza-termelést, ami kevesebb termést eredményez. A sztóma-tevékenység jellemzésével az optimális termelési feltételek, és a stresszhelyzetet kialakító környezeti tényezők jellemzése válik lehetővé. A levélfelszín hőmérséklet szintén jól meghatározza a növényállomány vízellátottságát (Cselőtei és Helyes, 1988; Helyes, 1999b). A sztómakonduktancia és levélfelület hőmérséklet ismeretében előre jelezhető az öntözés szükségessége (Böcs et al., 2010a; Helyes et al., 2010; Böcs és Pék, 2011; Böcs et al., 2011).

A tudományos kutatásom céljai az alábbi témakörökre terjedtek ki:

- Négy egymást követő évben, az eltérő vízellátottság hatásának értékelése az ipari paradicsom sztómakonduktanciájára és levélfelszín hőmérsékletére.
- A környezeti tényezők és az évjárat együttes hatásmechanizmusának vizsgálata, valamint a vízellátottság hatásának számszerűsítése a paradicsombogyó fontosabb termésparamétereire (termésmennyiség, hektáronkénti bogyószám, bogyó átlagtömeg és Brix^o) vonatkozóan.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérleti körülmények

Kísérleteimet 2008 és 2011 között végeztem Gödöllőn, a Szent István Egyetem Kertészeti Intézetének tanüzemében (47°35'N, 19°21'E), ahol szabadföldi síkműveléses körülmények között folytattam vizsgálatokat determinált fajtakörbe sorolható ipari paradicsom fajtákkal.

Kísérleti módszerek ismertetése

Az első 3 évben (2008-2010) ún. „cut off” rendszert alkalmaztunk, ahol az öntözetlen kontroll (K) növényállomány mellett egy optimális vízellátottságú (RÖ), és egy Cut off (CO) kezelést állítottunk be, ami a várható betakarítás előtt 30 nappal megszakított öntözésű állományt jelent.

A 4. évben (2011) vízdeficit öntözést alkalmaztunk 50-, 75-, és 100%-os vízádagú kezelésekkel, ahol az optimális vízellátottságú (100%) kezelés mellett, beállítottunk két olyan kezelést, ahol a növényállományok az optimális vízmennyiség 75-, illetve 50%-át kapták. A kontroll (K) növények itt is csak a természetes csapadékot kapták.

Az öntözési norma kiszámításához az Országos Meteorológiai Szolgálat léghőmérséklet előrejelzését vettem alapul, amiből következtettem a növényállomány potenciális evapotranszpirációjára (ET_{pot}), és az azt kielégítő vízádagra mm-ben, amit heti három alkalommal juttattam ki csepegtető öntözési móddal, a természetes csapadék mennyiségével korrigálva. A kijuttatott öntözővíz napi mennyiségének kiszámításához Helyes és Varga (1994) képletét alkalmaztam:

$$I_d = \left(\frac{T_{min} + T_{max}}{2} \right) / 5 ,$$

- I_d : napi vízigény (mm)
- T_{min} : napi minimum hőmérséklet (°C)
- T_{max} : napi maximum hőmérséklet (°C)

Az 5. táblázat az általam vizsgált 4 év termesztési időszakának főbb technológiai elemeit tartalmazza:

1. táblázat Az egyes évek termesztési időszakának főbb technológiai elemei

	2008	2009	2010	2011
Vizsgált fajták	Brigade F ₁	Brigade F ₁	Brixsol F ₁	Uno Rosso F ₁
Vetés időpontja	április 7.	március 25.	március 29.	április 1.
Kiültetés időpontja	május 12.	május 5.	május 12.	április 29.
Tenyészterület	Sortáv: 120+40cm Tőtáv: 30cm	Sortáv: 120+40cm Tőtáv: 30cm	Sortáv: 120+40cm Tőtáv: 30cm	Sortáv: 120+40cm Tőtáv: 30cm
Tápanyagellátás	Indítótrágya: NPK 18-8-16 + 2MgO Fejtrágya: NH ₄ NO ₃ + KNO ₃			Indítótrágya: NPK 15-15-15 Fejtrágya: NH ₄ NO ₃ + KNO ₃ + mikroelem kiegészítés
Vízellátás	K: 297 mm CO: 369 mm RÖ: 441 mm	K: 156 mm CO: 296 mm RÖ: 416 mm	K: 408 mm CO: 549 mm RÖ: 564 mm	K: 162 mm 50%: 330 mm 75%: 414 mm 100%: 498 mm
Szedési időpont	augusztus 12.	augusztus 17.	szeptember 1.	augusztus 22.

Megjegyzés: K = Kontroll, CO = Cut off kezelés (a várható betakarítás előtt 30 nappal megszakított öntözésű növényállomány), RÖ = Rendszeresen öntözött kezelés (optimális vízellátottságú állomány)

A vegetációs időszak során, illetve az azt megelőző művelési időben alkalmazott agrotechnika, beleértve a talajművelést, vetésforgót, előveteményt, tápanyaggazdálkodást és vízutánpótlást, valamint az alkalmazott okszerű, integrált növényvédelem a helyi viszonyokhoz kidolgozott, ipari paradicsomtermesztésre vonatkozó ajánlásokat követte (Helyes and Varga, 1994).

Kísérleti eredmények kiértékelése, statisztikai elemzések

Az eredményeket átlagban fejeztem ki, feltüntetve a szórásértékeket is (standard deviancia, \pm SD). A statisztikai vizsgálatok elvégzéséhez a Microsoft Excel 2010 Analysis Toolpak (Microsoft Corp., Redmond, USA) alkalmazás, adatelemzés modulját használtam.

A varianciaanalízis (ANOVA) elvégzése után, a statisztikailag értékelhető különbségeket $P=0,05$ szinten mutattam ki. Az összefüggés vizsgálatokat regresszió- és korreláció analízissel végeztem, a MicroSoft Excel 2010 alkalmazás regresszió-analízis moduljával.

A termésparaméterek elemzésénél, a kontrolltól való szignifikáns különbségeket a varianciaanalízist követően Duncan teszt alkalmazásával állapítottam meg. A Duncan teszt

alkalmazásakor a különböző betűvel jelölt oszlopok szignifikánsan különböznek egymástól $P \leq 0,05$ valószínűségi szinten.

- Kiszámítottam évente a levélfelület-léghőmérséklet indexeket,
- Összefüggést kerestem a levélfelület-léghőmérséklet index és a halmazott sztómakonduktancia között,
- Összehasonlítottam egymással az évente betakarított piacképes termést, bogyó darabszámot, bogyó átlagtömeget, Brix^o-ot és Brix hozamot.

EREDMÉNYEK

A vízellátottság és a piacképes termésmennyiség közötti összefüggések

A 4 év (2008-2011) adataiból számszerűsíteni lehet a növények vegetációs időszaka alatt lehullott csapadék és a kijuttatott vízmennyiség hatását, a betakarított termésmennyiség vonatkozásában. Az öntözésből és a természetes csapadékból származó 330-430 mm halmozott vízmennyiség adta a legtöbb termést, ennél több, illetve kevesebb víz már károsan hatott a termésre. A legerősebb összefüggést a 2009-es száraz év adta ($r^2=0,89$), de a szintén aszályos 2011-ben ($r^2=0,83$) is erős szignifikáns összefüggés volt. A csapadékosabb 2008-as évben ($r^2=0,57$) a lineáris egyenlet közepesen erős szignifikáns kapcsolatot mutatott.

A 2010-es év kilóg a többi adatsor közül, a tenyészidőszakban lehullott extrém mennyiségű csapadék miatt. Látható, hogy az öntözetlen kezelésnél is, nagyjából a többi kísérleti év öntözött kezeléseire hasonló vízádaggal lehetett számolni, azonban ebben az évben a halmozott csapadékmennyiség mellett súlyozottan figyelembe kell venni az eloszlás egyenetlenségét, ami hozzájárult az alacsony hozamokhoz. Ebből kifolyólag a 2010-es öntözött kezeléseknél káros vízbőség alakult ki, és torzította az összefüggéseket, ezért az adatsorok összegzésénél a termésmennyiség és a vízellátottság vonatkozásában nem volt szignifikáns az összefüggés a 4 év átlagában.

A vízellátottság és a Brix° közötti összefüggések

Az öntözésből és a természetes csapadékból származó vízmennyiség évjáráttól függően eltérő módon hatott a feldolgozóipar számára fontos beltartalmi paraméterre, a vízdoldható szárazanyag-tartalomra (Brix°). A Brix°, kezeléstől és évjáráttól függően 4,7 és 9,0 között változott. A jobb vízellátás magasabb hozamot eredményezett, de csökkentette a bogyók vízdoldható szárazanyag-tartalmát ($r^2=0,66$). A hektárra vetített szárazanyag hozamot viszont szignifikánsan növelte.

A négy év vonatkozásában, a 2010-es év kivételével, mindenhol szoros összefüggést találtunk. Az összesített adatokra illesztett lineáris regresszió egyenletéből ($y = -0,0084x + 9,1182$) arra lehet következtetni, hogy 119 mm víztöbblet 1 Brix° csökkenést okozott a 4 vizsgált év átlagában.

A vízellátottság és a sztómakonduktancia közötti összefüggések

A vízellátottság és a transzspiráció kapcsolata szoros volt 2008-ban ($r^2=0,94$), 2009-ben ($r^2=0,98$) és 2011-ben ($r^2=0,95$). Ellenben 2010-ben nem különültek el a kezelések egymástól szignifikáns mértékben az extrém csapadékos időjárás miatt, ettől függetlenül a négy év adatainak együttes értékelése során a lineáris regresszió szoros összefüggést mutatott ($r^2=0,47$), ami 95%-os valószínűségi szinten szignifikáns volt.

A vízellátottság és a levélfelület hőmérséklet közötti összefüggések

Aszályos évben mutatkozik meg az öntözés valódi szükségessége, hiszen a rendkívül száraz 2009-es ($r^2=0,99$) és 2011-es évben ($r^2=0,97$) volt a legerősebb a polinomiális egyenletből számolt determinációs együttható értéke.

Az összesített adatokra illesztett egyenletből ($y = -0,0113x + 4,5139$) leolvasható a szoros negatív kapcsolat a vízellátottság és a lombhőmérséklet között ($r^2=0,74$).

A sztómakonduktancia és a levélfelület-léghőmérséklet különbség közötti összefüggések

A sztómakonduktancia és lombfelszínhőmérséklet mérésével előre jelezhető a növény vízhiányos állapota. E két változót vizsgálva egymás vonatkozásában megállapítható, hogy a sztómakonduktancia 99%-ban határozta meg a levélfelület-léghőmérséklet különbséget 2009-ben, 98%-ban 2011-ben, de még a csapadékosabb 2008-as évben is 83%-ban.

2010-ben ez a viszonyszám csak 57% volt, mivel ebben az évben a kijuttatott öntözővíz mellett, a lehulló csapadék közvetlen hűtő hatása is érvényesült, magas páratartalom mellett.

Az évjáratok együttes értékelése esetén nagyfokú linearitást mutatnak az adatok ($r^2=0,61$), amiből leolvasható, hogy a sztómakonduktancia 61%-ban határozta meg a levélfelület-léghőmérséklet különbséget.

ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Négy év kísérleti eredményei alapján megállapítottam, hogy az ipari paradicsom termésmennyiségét és beltartalmi minőségét jelentősen befolyásolja az évjáráthatás (legfőképp a hőmérséklet és a csapadék).
2. Vizsgálataimmal igazoltam, hogy a vízellátottság szoros negatív ($R^2=0,66$; $n=52$) kapcsolatban van az ipari paradicsom terméseinek vízdoldható szárazanyag-tartalmával ($Brix^\circ$). A lineáris regresszió megmutatta, hogy 119 mm víztöbblet 1 $Brix^\circ$ csökkenést jelentett.
3. Vizsgálati eredményeim egyértelműen bizonyították, hogy a vízellátottság szoros pozitív ($R^2=0,47$; $n=58$) kapcsolatban van az ipari paradicsom növényállomány halmozott sztómakonduktanciájával.
4. Eredményeim alapján megállapítható, hogy a vízellátottság, szoros negatív ($R^2=0,74$; $n=58$) összefüggésben van az ipari paradicsom növényállomány levélfelület-léghőmérséklet különbségével.
5. Az előző kettő összefüggés eredőjeként, szoros negatív ($R^2=0,61$; $n=58$) összefüggést találtam, az ipari paradicsom halmozott sztómakonduktanciája és a növényállomány levélfelület-léghőmérséklet különbsége között.
6. A termésparaméterek összehasonlítása során, szoros pozitív összefüggést mutattam ki a piacképes bogyók termésátlaga és a Brix hozam ($R=0,95$; $R^2=0,9$; $n=52$), a hektáronként betakarított bogyók száma ($R=0,89$; $R^2=0,79$; $n=52$), valamint a bogyók átlagtömege között ($R=0,83$; $R^2=0,68$; $n=52$).
7. A négy vizsgálati év alapján arra a következtetésre jutottam, hogy a „cut-off” módszer olyan öntözés-technológiai elem, ami hazai körülmények között nem használható eredményesen a termesztési gyakorlatban.

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A 2008 és 2011 között elvégzett vízellátottsági kísérletek alapján a termésparaméterekre és Brix^o-ra vonatkozó eredmények több szempont szerint is elkülöníthetők.

Meteorológiai szempontból, a vizsgált négy évjárat jelentősen eltért egymástól. A 2008-as csapadékosabb évet a rendkívül aszályos 2009 követte, míg a 2010 egy extrém csapadékos, a természetes csapadék összmenyiségét tekintve, a szabadföldi ipari paradicsom vízigényét kielégítő, de mégis kedvezőtlen évjárat volt. Itt több stressztényező, az alacsony hőmérséklet és a túlzott vízbőség egyszerre érte a növényeket. E stresszorok hatása egymással szinergista viszonyban van, míg 2011-ben az állományok kritikus fejlődési szakaszában a csapadék a szükséges vízmennyiség felét sem biztosította, amihez szinte folyamatosan igen magas hőmérséklet párosult.

Ezek az eltérő időjárási feltételek nagymértékben befolyásolták a termés mennyiségét és minőségét. A rendelkezésre álló vízmennyiség az aszályos években 83% felett határozta meg a termésátlagot, és 73% felett az oldható szárazanyag-tartalmat, hasonlóan más szerzők eredményeihez (Patanè és Cosentino, 2010; Patané et al., 2011; Pék et al., 2015).

Vízoldható szárazanyag-tartalom (Brix^o) tekintetében, mind a négy kísérleti évben (2008–2011) az öntözetlen állományok adtak magasabb értékeket. Ez teljes mértékben megegyezik az elvárások, és a hazai, valamint nemzetközi tapasztalatok eredményeivel, ami szerint az öntözés időpontjától és az öntözővíz mennyiségétől függően a bogyók oldható szárazanyag-tartalma csökken, viszont az 1 ha-ra jutó szárazanyag hozam emelkedik (Cahn et al., 2001; Zegbe-Domínguez et al., 2003; Machado et al., 2005; Barbagallo et al., 2013; Pék et al., 2015).

A vizsgált négy évjáratból három (2008, 2009 és 2011) esetén a rendszeres öntözés feltétlenül szükséges volt a megfelelő terméshozam kialakulásához, míg a 2010-es évben a vízellátástól függetlenül alacsony lett a termésátlag, a hűvös időjárás és az egyenetlen csapadékeloszlás miatt. A csapadékos, hűvös időben az öntözés kifejezetten káros, melynek következtében a termés növekedése, érése lassul, a szárazanyag-tartalom és a szárazanyag hozam csökken, a növény diszpozíciós állapotba való kerülésének a lehetőségével és a betegségek fellépésével, a termés mennyisége is csökken.

Ez egyezik Helyes és Varga (1994) eredményeivel, akik több évtizedes tartamkísérlet összefüggése alapján megállapították, hogy az évek 75-80%-ában kell a paradicsom öntözésére számítani, megfelelő időzítés és öntözési norma mellett. Mivel az éghajlati előrejelzések a Kárpát-medence szárazodását vetítik előre (Jolánkai és Birkás, 2011), ezért nem képzelhető el sikeres ipari paradicsomtermesztés öntözés nélkül Magyarországon.

A 2008-2010-ig alkalmazott „cut off” öntözési rendszer az időjárás kiszámíthatatlansága miatt régiókban nem alkalmazható eredményesen, de a 2011-ben bevezetett szabályozott vízdeficit öntözéssel már megvalósítható egy tervezhető és hatékony vízutánpótlás, amivel maximalizálni lehet a termésmennyiséget, kedvező Brix^o mellett. Ezt úgy lehet elérni, hogy az optimális öntözési vízádagoktól eltérve, enyhe vízhiány stresszt indukálva, a sztómatevékenységet megfelelő szinten lehet tartani, így elkerülhető a transzspirációból eredő túlzott vízvesztés, ezáltal megfelelő lesz a fotoszintézis hatásfoka, vagyis a cukrok előállítása és bogyóba épülése.

A vízellátottság és a transzspiráció kapcsolatát sztómakonduktancia mérésével jól ki lehet fejezni, ami a négy vizsgált év értékelése során szoros összefüggést mutatott ($r^2=0,47$), ami 95%-os valószínűségi szinten szignifikáns volt. Ezzel kapcsolatban több szerző hasonló megállapításra jutott (Casson és Hetherington, 2010; Torres-Ruiz et al., 2013; Osakabe et al., 2014; Clauw et al., 2015; Nemeskéri et al., 2015).

A vízellátottság és a levélfelszín hőmérséklet vonatkozásában, az összesített adatokra illesztett egyenlet szoros negatív kapcsolatot mutatott a négy év átlagában ($r^2=0,74$), amivel más szerzők eredményei is hasonlóságot mutatnak (Helyes, 1991; 1999b; Wang et al., 2010; Helyes et al., 2015)

Az előző kettő összefüggés eredőjeként, szoros negatív ($r^2=0,61$) összefüggést találtam, az ipari paradicsom halmozott sztómakonduktanciája és a növényállomány levélfelület-léghőmérséklet különbsége között a 2008-2011-ig tartó időszakban, ami az aszályos években még szignifikánsabb kapcsolatot mutatott ($r^2=0,99$; $r^2=0,98$).

Mivel a sztómakonduktancia és levélfelület hőmérséklet ismeretében előre jelezhető az öntözés szükségessége, ezek az összefüggések az ipari paradicsom öntözéstervezésének gyakorlatában is jól hasznosíthatóak, melyeket számos nemzetközi publikáció is alátámaszt (Fererés és Soriano, 2007; Prichard et al., 2008; Papenfuss és Black, 2010; Navarro et al., 2015; Grilo et al., 2017).

Összegzésként megállapítható, hogy az évjárathatás jelentősen befolyásolja az ipari paradicsom mennyiségi és minőségi paramétereit; ahol a vízellátási fokozatok további optimalizálásával az évjárathatás jelentősen mérsékelhető, és termésátlag növekedés mellett javítható a szárazanyag-tartalom.

AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK

Tudományos cikkek (lektorált angol nyelvű):

HELYES L., DIMÉNY J., BÓCS A., SCHOBER GY., PÉK Z. (2009): The effect of water and potassium supplement on yield and lycopene content of processing tomato. *Acta Horticulturae* 832: 103-108.

HELYES L., BÓCS A., PÉK Z. (2010): Effect of water supply on canopy temperature, stomatal conductance and yield quantity of processing tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *International Journal of Horticultural Science*, 16 (5): 13-15.

PAKSI A., BÓCS A., HELYES L., DIMÉNY J., PÉK Z. (2010): Changes in colour and antioxidants during vine and postharvest ripening process of tomato fruits. *Acta Horticulturae*, 858: 239-242.

BÓCS A., PÉK Z., HELYES L. (2011): Simultaneous impact of the different water supply and year type on processing tomato yield. *International Journal of Horticultural Science*, 17 (1-2): 79-81.

HELYES L., BÓCS A., LUGASI A., PÉK Z. (2012): Tomato antioxidants and yield as affected by different water supply. *Acta Horticulturae*, 936: 213-218.

Tudományos cikkek (lektorált magyar nyelvű):

BÓCS A., PÉK Z., HELYES L. (2010): A vízellátottság hatása az ipari paradicsom sztómakonduktanciájára, levélfelület-hőmérsékletére és termésmennyiségére. *Kertgazdaság*, 42 (1): 3-9.

BÓCS A., PÉK Z. (2011): Az öntözés hatása az ipari paradicsom termésmennyiségére és minőségére. *Kertgazdaság*, 43 (2): 3-9.

Proceedings /Konferenciakiadványok:

Angol nyelvű:

BÓCS A., HELYES L., DIMÉNY J., PAKSI A., PÉK Z. (2008): Effect of ecological conditions on fruits colour and ingredients during the ripening process. *Cereal Research Communications*, 36: 519-522.

BÓCS A., PÉK Z., NEMÉNYI A., KOMJÁTHY L., HELYES L. (2009): Effect of water supply on canopy temperature and stomatal conductance of processing tomato. *Cereal Research Communications*, 37: 113-116.

BŐCS A., HELYES L., PÉK Z., LUGASI A. (2010): Spectrophotometrically measured colour and lycopene content of normal and high lycopene tomato varieties. *Pigments in Food*, 6: 136-139.

Magyar nyelvű:

OMBÓDI A., SAIGUSA M., **BŐCS A., HELYES L. (2009):** Szabályozott tápanyagleadású kálium műtrágya hatása ipari paradicsom termésmennyiségére és minőségére. Lippay János - Ormos Imre - Vas Károly Tudományos Ülésszak: Összefoglalók. *Kertészettudomány*, 330-331.

Tudományos nemzetközi konferencián való részvétel:

VII. Alps-Adria Scientific Workshop, Stara Lesna, Slovakia, 2008.04.28.-05.02.

Bőcs A., Helyes L., Dimény J., Paksi A., Pék Z.: Effect of ecological conditions on fruits colour and ingredients during the ripening process.

VIII. Alps-Adria Scientific Workshop, Neum, Bosnia-Herzegovina, 2009.04.29-05.02.

Bőcs A., Pék Z., Neményi A., Komjáthy L., Helyes L.: Effect of water supply on canopy temperature and stomatal conductance of processing tomato.

Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly Tudományos Ülésszak, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest, 2009.10.28-30.

Ombódi A., Masahiko S., Bőcs A., Helyes L.: Szabályozott tápanyagleadású kálium műtrágya hatása ipari paradicsom termésmennyiségére és minőségére.

6th International Congress on Pigments in Food: Chemical, Biological and Technological Aspects. Budapest, 2010.06.20-06.24.

Bőcs A., Helyes L., Pék Z.: Spectrophotometrically measured colour and lycopene content of normal and high lycopene tomato varieties.

28th International Horticultural Congress, Lisboa, 2010.08.22-27.

Helyes L., Bőcs A., Lugasi A., Pék Z. (2010): Tomato antioxidants and yield as affected by different water supply.

Bőcs A., Pék Z., Helyes L. (2010): Tomato yield as affected by different irrigation regime.