



Szent István Egyetem

**A TERMESZTÉSI KÖRÜLMÉNYEK ÉS A FAJTA HATÁSA A
PARADICSOM BELTARTALMI ÉRTÉKEIRE**

Doktori (PhD.) értekezés tézisei

Brandt Sára

Gödöllő

2007

A doktori iskola

megnevezése: Biológiai Doktori Iskola

tudományága: Biológia

vezetője: Dr. Tuba Zoltán
tanszékvezető, egyetemi tanár, D.Sc.
SZIE, Mezőgazdasági- és Környezettudományi Kar
Növénytani és Növényélettani Tanszék

témavezető: Dr. Helyes Lajos
egyetemi docens, Dr. habil.
SZIE, Mezőgazdasági- és Környezettudományi Kar
Kertészeti Technológiai Tanszék

Dr. Lugasi Andrea
főosztályvezető-helyettes, címzetes egyetemi docens, PhD
OÉTI, Élelmiszerkémiai-Analitikai Főosztály

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

ELŐZMÉNYEK, KITŪZOTT CÉLOK

A paradicsom az egyik legelterjedtebb zöldség a világon. Az utóbbi 45 évben a világ paradicsomtermesztése 450%-kal növekedett. 2005-ben 4,5 millió ha-on 124,7 millió t paradicsom termett (FAO, 2006 a). Magyarországon az elmúlt években jelentős változás ment végbe a paradicsomtermesztésben. 1990-ben még megközelítőleg 20.000 ha-on neveltek paradicsomot, melyről több mint 500.000 t termést takarítottak be. A konzervgyárak válságba kerülésével a vetésterület nagysága drasztikusan lecsökkent. 2005-ben mindösszesen 3.400 ha-on termesztettek paradicsomot, a termés mennyiség pedig csak 122.000 t-t ért el (FAO, 2006 b). Hajtatás kb. 900 ha-on folyt (Boldvai, 2006).

A világon a paradicsom egy főre jutó éves fogyasztása 16-17 kg körül alakul. Magyarországon a lakosság felhasználása: 23,8 kg/fő/év (FAO, 2003). A paradicsom táplálkozás-élettani szempontból értékes növény, ami kedvező kémiai összetételének köszönhető. Energiaszegény – 100 g friss paradicsom csupán 97 J energiát ad –, viszont annál gazdagabb az emberi szervezet számára hasznos ásványi anyagokban (kálium, foszfor, kalcium) és vitaminokban (C-vitamin).

Az emberi szervezet egészségének megőrzésében nélkülözhetetlenek az antioxidáns vegyületek, ezért manapság nagy erővel folyik a különböző táplálékok természetes antioxidánstartalmának vizsgálata. A paradicsom rendkívül gazdag antioxidáns vegyületekben, melyek közül a legfontosabbak: a karotinoidok (likopin, β -karotin), a polifenolok és a C-vitamin.

A karotinoidok csak növényekben, gombákban, egyes baktériumokban és algákban szintetizálódnak, az emberi és állati szervezetbe táplálékkal kerülnek be. Számos epidemiológiai tanulmány számol be a likopin lehetséges védőhatásáról bizonyos rákos és kardiovaszkuláris megbetegedéssel szemben (Clinton, 1998; George et al., 2001; Gerster, 1997). Ezen túlmenően elősegíti a sejtek közötti kommunikációt, hatást gyakorolhat a hormonális és immunrendszerre is és így részt vehet az emberi szervezet normál homeosztázisának fenntartásában (Stahl et al., 2000). Lugasi és munkacsoportja (2004) megvizsgálta a magyarországi lakosság likopin-bevitelét. Hazai ételmiszereink közül számottevő likopinforrásnak csak a nyers (5,0-16,0 mg likopin/100 g), illetve feldolgozott paradicsom és termékei (3,0-80 mg/100 g), valamint a görögdinnye (3,6-6,2 mg/100 g) tekinthető. A gyermekek (n=521) likopin-bevitelére 2,98 \pm 4,71 mg/fő/nap, a felnőtteké (n=205) 4,24 \pm 8,47 mg/fő/nap érték volt.

A β -karotin az A-vitamin prekursora, melynek hiánya xeroftalmiát, vakságot és korai elhalálást okozhat (Mayne, 1996). Egészség megőrzéséhez naponta 6-10 mg karotin fogyasztása ajánlott (National Research Council, 1989), mely elérhető a változatos, kiegyensúlyozott étrenddel.

A polifenolok hatékony védelmet jelentenek az oxidatív stresszel szemben. A polifenolok a reaktív oxigén fajták (ROS), a szabad gyökök képződését gyengítik. A polifenolok az erőteljesen oxidáló ROS-t kevésbé agresszív aroxil gyökké alakítják, csökkentve ezzel is a ROS mennyiségét és kedvezőtlen hatását az emberi szervezetre (Pietta, 1998).

Az aszkorbinsav fontos szerepet játszik az adrenalin termelésében, de a máj detoxikációjában is részt vesz (Smirnoff, 1996). Egészség megőrzése érdekében C-vitaminból az ajánlott napi bevitel egészséges felnőttek számára: 60-100 mg (National Research Council, 1989).

Kutatómunkám során arra kerestem a választ, hogy az érettségi állapot, a termesztési módok, és a környezeti paraméterek hogyan hatnak a különböző paradicsomfajták beltartalmi értékeire. Ennek érdekében Gödöllőn, a Szent István Egyetem Kertészeti Technológiai Tanszékének Oktatási, Bemutató és Kísérleti Telepén 2001-2004 között kísérleteket állítottam be.

Célkitűzéseim megvalósításához az üvegházi hajtatást, a szabadföldi támrendszeres és síkműveléses termesztést hasonlítottam össze. Összesen 16 fajtát tanulmányoztam.

Mivel a beltartalmi tényezők szintézise nemcsak genetikailag meghatározott, hanem az érettségi állapot és a környezeti paraméterek is befolyásolhatják, ezért szükségesnek tartottam a hőmérséklet és a fotoszintetikusan aktív sugárzás (PAR) mérését is.

A paradicsombogyó beltartalmi komponenseinek vizsgálatát az Országos Élelmiszerbiztonsági és Táplálkozástudományi Intézet Élelmiszerkémiai-Analitikai Főosztályán végeztem. Céljaimnak megfelelően elsőként a szárazanyag-tartalmat, valamint az íz kialakításában

meghatározó cukor- és savtartalmat vizsgáltam, majd a táplálkozás-élettani szempontból jelentős antioxidánsokat elemeztem az érettségi állapot, a fajta, a termesztési módok és a környezeti tényezők függvényében. Az antioxidáns vegyületek közül kiemelt hangsúlyt helyeztem a likopin kiértékelésére, de mellette a C-vitamin, az összes polifenoltartalom, és a totál antioxidáns státusz is meghatározásra került. Végül a likopintartalom és az 5-hidroximetil-2-furfurol tartalom közötti összefüggést értékeltem.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Kísérleti telep bemutatása

Kísérleteimet Gödöllőn, a Szent István Egyetem Kertészeti Technológiai Tanszékének Oktatási, Bemutató és Kísérleti Telepén végeztem 2001-2004 között. A négy hektáros kísérleti tér talaja enyhén lúgos (7,3 pH) barna erdőtalaj. Arany-féle kötöttségi értéke (K_a): 28-42 között alakul, humusztartalma 1,8-2%. A kísérleti telepen található 2 hajóból álló üvegház ÉK-DNy-i tájolású. A külön-külön szabályozható hajók egyenként bruttó 110 m²-es nagyságúak, hasznos termesztőfelületük pedig 80-80 m². A hajók hossza 18 m, fesztávolsága 6 m, vápamagassága 1,8 m. Az üvegház egyik hajója szaporítóházként, a másik pedig termesztőházként szolgál.

Kísérletekben szereplő fajták

2001-ben tavaszi hajtásban és szabadföldön támrendszer mellett a következő folytonnövő paradicsom hibrideket állítottam kísérletbe:

1. hajtás: Daniela, Mónika, Vitador,

2. szabadföldi támrendszeres: Fanny, Thomas, Delfine, Daniela, Cheresita.

Ugyanebben az évben szabadföldön öt determinált növekedési típusba tartozó ipari fajtát is megvizsgáltam, melyek név szerint: Early Fire, Bonus, Falcorosso, Korall és Nívó.

2002-ben új fajta, Lemance hibrid került az üvegházba. Szabadföldön támrendszer mellé egy szilva- (DRC 1035) és egy cseresznyeparadicsomot (Cherelino) tettem a már előző évben is termesztett Delfine és Daniela mellé. Új ipari fajtának Caspar-t választottam.

2003-ban és 2004-ben már csak üvegházban állítottam be kísérletet, ahol változatlanul a Lemance fajtát neveltem.

Kísérletek során alkalmazott agrotechnika

Szabadföldi paradicsomtermesztéshez hasonló agrotechnikát alkalmaztunk hajtásban is, mivel talajon neveltük a növényeket. Elsőként az előző kultúra maradványait távolítottuk el, majd az alap talajművelésnek megfelelően a forgatást feltöltő öntözés és a talajfelszín elmunkálása követte.

Hajtásban 2 növény került 1 m²-re, míg szabadföldön az ikersoros elrendezés miatt kisebb volt a tenyészterület. Ipari fajták esetében 2,8 db/m², támrendszeres étkezési fajtáknál 3,7 db/m² volt a növénytűrség. Palántázás után alaposan beöntöztük az állományt. Mivel 2001-ben több fajtát is tanulmányoztunk üvegházban, ezért kísérleti parcellákat hoztunk létre, melyeket véletlen blokkszerűen rendeztük el. A növények négy sorba lettek ültetve. Egy soron belül a fajták és ismétlések szerint öt parcellát különítettem el. Egy parcella nyolc növényből állt, amelyek közül véletlenszerűen kiválasztottam egyet, melyen a méréseket, ill. a megfigyeléseket folytattam. Szabadföldön a fajtákat sávosan helyeztük el.

Vízutánpótláshoz (és tápoldatozáshoz) csepegtető öntözőberendezést használtunk, amit két héttel a palántázás után állítottunk fel. A kijuttatott öntözővíz mennyiségét a növény növekedésének üteméhez igazítottuk. Átlagosan naponta 1,4 l vizet biztosítottunk a növényegyedek számára. A tenyészidő alatt körülbelül 150 l vizet juttattunk ki m²-ként.

A tápanyag-utánpótlás tápoldatozással valósult meg, ami kiültetés után egy hónappal indult be. Tápanyagként Kemira Ferticare I komplexet (KEMIRA Industrial Chemicals, Finnország) alkalmaztunk 2%-os koncentrációban, amit rendszeresen az öntözéssel egy menetben juttattunk ki.

A tenyészidőszak alatt a növényvédelmi és fitotechnikai ápolási munkákat a technológiai követelményeknek megfelelően végeztük.

Kísérletek során végzett mérések

A környezeti tényezők mérése és kiértékelése

A környezeti tényezők mérésére hajtásban a Skye Datahog típusú mikrometeorológiai állomást (SKYE Instruments, Llandrindrool Wells, UK) állítottuk fel, ami a hőmérsékletet (°C), a relatív páratartalmat (RH%) és a fotoszintetikusan aktív sugárzást (PAR, $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) rögzítette a növényállomány magasságában. Szabadföldön a hőmérséklet és a csapadék mérésére SIX típusú maximum-minimum hőmérőt és Hellmann ombrométert helyeztünk el meteorológiai házikóban, 2 m-es magasságban.

A hőmérsékleti adatok jobb összehasonlíthatósága érdekében meghatároztam a szedést megelőző 10 nap maximum és közepes hőmérsékleti összegét (MHÖ, KHÖ) (Perry et al., 1997). Ezen túl a csökkentett plafon módszer (Perry et al., 1986) segítségével kiszámítottam a hasznos hőmérsékleti összeget (HHÖ) is.

Bogyók színmérése

A kísérleti parcellákban véletlenszerűen kijelölt növényekről négy ismétlésben vettem mintákat. A paradicsom méretétől függően egy minta 3-8 darab bogyóból állt.

Sheen Micromatch Plus CIELab színmérő segítségével minden bogyónak meghatároztam a színét. A bogyó felületének három pontján végzett mérések alapján a készülék a színt L^* , a^* és b^* értékek formájában fejezi ki. Az a^* és b^* tényezőket együttesen használjuk a színárnyalat, illetve az érettség kifejezésére. Elterjedten alkalmazott színindexek az (a^*/b^*) , az $(a^*/b^*)^2$, a színtelítettség (chroma): $(a^{*2}+b^{*2})^{0.5}$ és a színárnyalat (hue): $H^\circ = \tan^{-1}(b^*/a^*)$ ha $a^* > 0$, $H^\circ = 180 + \tan^{-1}(b^*/a^*)$ ha $a^* < 0$, melyeket és is kiszámoltam a mért adatok segítségével.

Beltartalmi összetevők meghatározása

Refrakció meghatározása

A vízben oldható szárazanyag-tartalom (refrakció vagy Brix°) meghatározása 1230 típusú (A.S.T., Tokio, Japán) kézi refraktométerrel történt MSZ EN 12143 szabvány szerint. Az eredmények 20°C-on számított Brix°-ban vannak megadva.

Szénhidrát meghatározása

A szénhidráttartalmat Schoorl-Regenbogen módszerrel határoztuk meg (Sarudi, 1961). A módszer redukáló cukrok, illetve hidrolízissel redukáló cukrokká lebontható összetett szénhidrátok kimutatására alkalmas. A szénhidrátokhoz nem tartozó egyéb komponensek eltávolítása derítéssel történt. A minták szénhidráttartalmát %-ban adtuk meg.

Titrlható savtartalom meghatározása

A savtartalmat MSZ ISO 750 szabvány szerint mértük meg. A minta titrlását 0,25%-os NaOH-dal végeztük 8,2 pH-ig. A NaOH fogyásának mértékéből állapítottuk meg a savtartalmat. A minták savtartalmát %-ban adtuk meg. A citromsav faktorszám: 0,064.

Likopin meghatározása

A likopin mennyiségét hexános extrakciót követően spektrofotometriás eljárással értékeltük (Sadler et al., 1990). A mérést 502 nm-en végeztük. A likopintartalom kiszámításához 158500 molekuláris extinkciós koefficienszt használtunk (Merck & Co, 1989). A minták likopintartalmát mg/100g friss tömeg dimenzióban adtuk meg, valamint 6 Brix°-ra normalizáltuk (Barrett-Anthon, 2001).

Összes polifenoltartalom meghatározása

Az összes polifenoltartalmat Folin-Denis módszer szerint határoztuk meg (A.O.A.C., 1990). A spektrofotometriás mérést 760 nm-en végeztük. Standardként katechint használtunk. A minták összes polifenoltartalmát mg/100g friss tömeg dimenzióban adtuk meg.

C-vitamin meghatározása

A C-vitamin tartalom meghatározása nagyhatékonyságú folyadékkromatográfiás eljárással történt (LC-GC, 1996). A méréshez Perkin Elmer típusú HPLC UV/VIS készüléket használtunk (oszlop: C18-as 4,6 x 250m; áramlási sebesség: 0,5-1,5 cm^3/perc ; injektálási térfogat: 20 μl ;

retenciós idő: \approx 6 perc). Az aszkorbinsav-tartalmat 254 nm-es hullámhosszon határoztuk meg. A minták C-vitamin tartalmát mg/100g friss tömeg dimenzióban adtuk meg.

Totál antioxidáns státusz (TAS) meghatározása

A homogenizált paradicsommintákból centrifugálása után nyert felülúszóban határoztuk meg a teljes antioxidáns státuszt. A méréshez Randox TAS diagnosztikai készletet és Cobas Mira laboratóriumi analizátort használtunk (Miller et al., 1993). Standard vegyületként egy szintetikus E-vitamin származék, a Trolox szolgált. A minták TAS értékét mmol/L dimenzióban adtuk meg.

5-hidroximetil-2-furfurol (HMF) meghatározása

A HMF mennyiségét MSZ ISO 7466 szabvány szerint spektrofotometriásan vizsgáltuk. A minta oxálsavas feltárását követően triklórecetsav jelenlétében a HMF sárga színű komplex képződése közben reagál a tiobarbitursavval. A kialakult szín intenzitása 443 nm-en mérhető. A minták HMF-tartalmát mg/100g friss tömeg dimenzióban adtuk meg.

Kísérleti eredmények kiértékelése

A kísérleteket négy ismétlésben végeztem. Az eredményeket átlagban fejeztem ki feltüntetve a szórásértékeket is. A statisztikai vizsgálatokhoz a Microsoft Excel alkalmazás, adatelemzés modulját használtam. Az eredményeket Student-féle t-próbával értékeltem ki. Az összefüggés-vizsgálatokhoz regresszióanalízist alkalmaztam.

EREDMÉNYEK

Három éven keresztül vizsgáltam, hogyan változik a paradicsombogyó vízdoldható szárazanyag-tartalma az érés folyamán. Az érés első öt szakaszában a **Brix^o**-értéke alig tért el egymástól (átlag 4,8-5,1 %), egyedül az utolsó érettségi állapotban emelkedett szignifikánsan (átlag 5,4 %).

A két éven át vizsgált 16 fajta átlagos vízdoldható szárazanyag-tartalma jelentősen különbözött egymástól. A Brix^o szempontjából leggyengébb Caspar (4,7 %) és a legjobb Cheresita (8,1 %) között több mint 70 %-os volt az eltérés.

Az egyes termesztési módokból származó minták mérési eredményei szignifikánsan különböztek egymástól. Az üvegházban termesztett fajták átlagos Brix^o-a (6,8 %) volt a legnagyobb, azután az ipari feldolgozásra alkalmas fajták következtek 6,1 %-kal. Kísérletünkben a szabadföldön támrendszer mellett termesztett paradicsomfajták átlagos refrakciója volt a legkisebb (5,6 %).

Az érés kezdetén, zöld állapotban volt legkisebb a bogyók **szénhidráttartalma** (átlag 2,43 %). Ezt követő érettségi állapotokban némi ingadozás mellett megemelkedett a szintje (átlag 2,53-2,69 %). Legnagyobb átlagos redukáló cukortartalmat tejes érettségi fokban, sötétpiros bogyókban mértünk (3 %).

A Brix^o-hoz képest szénhidráttartalom esetében a hagyományos bogyóméretű fajták egységesebb képet mutattak. Két vizsgálati év alapján a cukortartalom tekintetében a leggyengébb Falcorosso (2,5 %) és a legjobb Vitador (3,4 %) között is csak 36 %-os volt a különbség. Egyedül a kis bogyóméretű Cheresita cseresznyeparadicsom (4,7 %) és a DRC1035 szilvaparadicsom (4,7 %) rendelkezett kiugró értékekkel. Összességében elmondható, hogy a fajták szénhidráttartalma között kialakult sorrend általában a refrakció sorrendjét követte.

Legnagyobb átlagos szénhidráttartalommal (3,3 %) az üvegházban termesztett fajták rendelkeztek. A szabadföldön nevelt asztali és ipari paradicsomfajtákban mért értékek közel álltak egymáshoz eredményt kaptunk (2,9 %, 2,8 %), ami kb. 15 %-kal maradt el az üvegházban termesztettől.

Az érés kezdetén mértük a legkisebb **savtartalmat** (átlag 0,37 %). Zöld bogyókhöz képest zsendült bogyókban (0,51 %) átlagosan 38 %-kal nagyobb savtartalmat mutattunk ki. Ezt követő érettségi fokokban szignifikáns változás már nem volt tapasztalható.

Kísérleti körülményeink mellett a 2001-ben és 2002-ben termesztett hagyományos bogyóméretű fajták általában igen szerény savtartalommal rendelkeztek (0,37-0,54 %). Kivételt egyedül a kis bogyóméretű fajták (0,53-0,64 %), valamint a 2001-ben, üvegházban termesztett fajták (0,65-0,75

%) jelentettek.

A termesztési módokat összevetve az üvegházban termesztett fajták bogyóiban termelődött a legnagyobb mennyiségű sav (átlag 0,69 %). A szabadföldön nevelt asztali (átlag 0,41 %) és ipari (átlag 0,43 %) fajták bogyói kb. 60-70 %-kal kevesebb savat tartalmaztak.

Az eddig tárgyalt beltartalmi összetevők egymáshoz viszonyított arányát is meghatároztam. A szénhidrát-tartalom 45-58 %-át tette ki a vízdoldható szárazanyag-tartalomnak.

A hagyományos bogyóméretű fajták közül a cukor-sav hányados értéke alapján legkarakteresebb, kissé savanykásabb ízzel az üvegházból származott paradicsomok rendelkeztek. Szerény cukor- és savtartalma miatt a többi fajta aromája kevésbé volt intenzív. A kis bogyóméretű fajták élvezeti érték tekintetében felülmúlhatatlanok.

A paradicsombogyók érettségi állapota és **likopintartalma** között szoros összefüggés van. Zöld bogyókban kimutatási határon volt a likopin koncentrációja ($0,01 \pm 0,01$ mg/100g). Az érés előrehaladtával felgyorsult a likopinfelhalmozódás üteme. A sötétpiros bogyók ($6,78 \pm 1,8$ mg/100g) három év átlagában 52 %-kal bizonyultak gazdagabbnak likopinban a piros bogyókhoz ($3,46 \pm 0,86$ mg/100g) képest.

Jelentős különbség van az egyes fajták likopintartalma között. A legkisebb érték $3,93$ mg/100g, a legnagyobb pedig $17,1$ mg/100g volt, ami közel 4,5-szeres eltérést jelent. Legjobb likopintermelőképességgel az ipari fajták rendelkeztek ($9,54$ - $12,6$ mg/100g).

A három termesztési mód közül a szabadföldi síkművelésből származó minták igen jelentős likopintartalmat produkáltak ($10,9 \pm 2,9$ mg/100g). Az üvegházban szedett minták átlagos likopintartalma $8,47 \pm 1,9$ mg/100g volt. A támrendszeres fajtákról gyűjtött bogyók likopintartalma ($6,68 \pm 1,6$ mg/100g) volt a legszerényebb.

A paradicsombogyó **színe** – amit az a^*/b^* , ill. az a^{*2}/b^{*2} színindexekkel fejeztünk ki – és érettsége között kimondottan szoros pozitív korreláció ($r^2=0,997$; $r^2=0,996$; $n=72$) állt fenn. A paradicsombogyó színe (a^*/b^* ; a^{*2}/b^{*2}) és likopintartalma között ugyancsak igen szoros összefüggést ($r^2=0,924$; $r^2=0,925$; $n=72$) kaptunk. Minél nagyobb volt az a^*/b^* , illetve az a^{*2}/b^{*2} színindex értéke, annál nagyobb volt a likopintartalom.

A **C-vitamin** tartalom alakulását az érés során, két éven keresztül tanulmányoztam. A két vizsgálati évben egymástól teljesen eltérő folyamatot figyelhettünk meg. Az irodalmi adatok sem mutatnak egységes képet. Cano et al. (2003) alapján a C-vitamin mennyisége viszonylag állandónak tekinthető minden egyes érettségi állapotban, egyedül a teljesen beérett bogyókban emelkedett meg valamelyest az aszkorbinsav szintje. A mi 2002-es kísérleti eredményeink is ezt az álláspontot támasztották alá. Ezzel szemben 2003-ban a C-vitamin tartalom töretlenül emelkedett rózsaszín állapotig, majd ezután fokozatosan lecsökkent a mennyisége. Hasonló tendenciáról számol be Abushita és munkacsoportja (1997).

A C-vitamin tekintetében az egyes fajták között óriási különbségek adódtak. Az aszkorbinsavban legszegényebb ($11,2$ mg/100g) és leggazdagabb (80 mg/100g) minta között több mint hétszeres volt az eltérés. 2001-ben a legnagyobb értékeket hajtásból kaptuk. 2002-ben az összes fajta közül legnagyobb aszkorbinsav-tartalommal rendelkező mintákat a szilva- és cseresznyeparadicsomról szedtük.

A nagy szórás miatt az egyes termesztési módok között szignifikáns különbséget nem sikerült kimutatni.

Az érés során az **összes polifenol** szintje zöld állapottól ($30,2 \pm 9,25$ mg/100g) szalma érettségi állapotig emelkedett ($46,16 \pm 14,63$ mg/100g), majd rózsaszín érettségi foktól csökkenni kezdett $39,69 \pm 6,88$ mg/100g-ig.

2002-ben kísérletbe állított fajták polifenoltartalma jelentősen különbözött egymástól. A leggyengébb fajtában $74 \pm 16,2$ mg/100g-ot, a legjobb fajtában, pedig $117,6 \pm 11,5$ mg/100g-ot mértünk. A kisméretű bogyók gazdagabbnak voltak polifenolban, mint a nagyobb méretűek.

A **totál antioxidáns státusz** (TAS) és az antioxidáns vegyületek között korreláció analízist végeztem. Mint ahogy az várható volt, a zsírdékony likopin és TAS között nem volt összefüggés $P < 0,05$ valószínűségi szinten ($r = -0,034$; $r^*_{0,05} = 0,232$). A C-vitamin és a TAS között pozitív lineáris

korreláció állt fenn $P < 0,01$ valószínűségi szinten ($r = 0,512$; $r^*_{0,01} = 0,302$). A két változó közötti kapcsolat közepesen szorosnak mondható. Esetünkben a legjobb lineáris összefüggést a TAS és az összes polifenoltartalom viszonyának elemzése adott ($r = 0,65$; $r^*_{0,01} = 0,302$).

Az érés során zöld állapothoz képest zsendült állapotban megkétszereződött a TAS ($0,49 \pm 0,17$ vs. $0,94 \pm 0,22$ mmol/L), ami ezután jelentősebben már nem változott.

A 2002-ben különböző termesztési módokban tanulmányozott fajták közül a szilva-, a cseresznyeparadicsom és az ipari fajták totál antioxidáns státusza volt a legjobb. Átlagértékük $1,75$ - $2,16$ mmol/L között alakult.

Toor és Savage (2006) tanulmányával ellentétben, friss paradicsomban a mi eredményeink **5-hidroximetil-2-furfurol** (HMF) jelenlétére utalnak. A mért koncentrációk még nem jelentenek veszélyt az emberi szervezet számára.

Az érés folyamán zöld állapothoz képest ($0,058 \pm 0,029$ mg/100g) zsendült állapotban szignifikánsan megemelkedett a HMF-szintje ($0,097 \pm 0,043$ mg/100g), majd az azt követő érettségi fokokban jelentősen már nem változott.

Végül megvizsgáltam a bogyók HMF- és likopintartalma közötti összefüggést. A kapott eredmények alapján friss paradicsom esetében a HMF és a likopin kapcsolatáról szóló feltételezést el kell vetnünk, mivel nincs összefüggés ($r = -0,231$; $r^*_{0,05} = 0,232$) a két tényező között.

Új tudományos eredmények:

1. Az érés előrehaladtával felgyorsul a likopinfelhalmozódás üteme. Táplálkozás-élettani szempontból kiemelten fontos, hogy a teljesen érett, sötétpiros bogyók ($6,78 \pm 1,61$ mg/100g) 52%-kal több likopint tartalmaznak, mint a világos piros bogyók ($3,3 \pm 1,09$ mg/100g).
2. A paradicsombogyó színe és érettsége között kimondottan szoros pozitív korreláció áll fenn. A legjobb összefüggést ($r^2 = 0,997$) polinomiális regresszióval ($y = -0,0204x^2 + 0,4594x - 0,6945$) a*/b* színindex esetében kaptuk.
3. A paradicsombogyó színe (a*/b*) és likopintartalma között rendkívül szoros összefüggés van ($r^2 = 0,924$; $y = 3,0655x^2 + 0,5023x + 0,0923$). Minél nagyobb volt az a*/b* színindex értéke, annál nagyobb volt a likopintartalom.
4. Az antioxidánsok és a TAS közötti viszony elemzésekor legszorosabb lineáris korrelációt ($r = 0,65$; $y = 0,0101x + 0,8412$) a TAS és az összes polifenoltartalom között mutattam ki $P < 0,01$ valószínűségi szinten. Valamivel gyengébb volt a kapcsolat a TAS és a C-vitamin tartalom között ($r = 0,512$; $y = 0,0306x + 0,8935$).
5. Az érés folyamán zöld állapothoz képest ($0,49 \pm 0,17$ mmol/L) zsendült állapotban ($0,94 \pm 0,22$ mmol/L) megkétszereződött a TAS. Ezt követő érettségi fázisokban szignifikánsan már nem változott ($P < 0,05$).
6. A TAS évszázadfüggő. Forró nyár esetén nagyobb a bogyók vízdoldékony antioxidáns tartalma. Ennek oka, hogy a TAS kialakításában a hidrophil polifenolok és a C-vitamin játsszák a döntő szerepet, melyek képződésének a magas hőmérséklet és az erős napsugárzás kedvez.
7. A friss paradicsom nagy valószínűséggel tartalmaz HMF-et. Értéke $0,03$ - $0,17$ mg/100g között alakult, ami még egyáltalán nem jelent veszélyt az emberi szervezetre.
8. Érett zöld bogyókban $0,058 \pm 0,029$ mg/100g HMF volt kimutatható. Zsendült állapotban szignifikánsan ($P < 0,05$) megemelkedett a HMF-szintje ($0,097 \pm 0,043$ mg/100g). Ezt követően a változások statisztikailag már nem voltak alátámaszthatók.

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A két éven át tanulmányozott 16 fajta átlagos **Brix**^o-értéke jelentősen különbözött egymástól. Irodalmi adatokból ismert, hogy a bogyó szárazanyag-tartalma és mérete között negatív korreláció áll fenn (Davies- Hobson, 1981). Ennek megfelelően esetünkben is a szilva- és cseresznyeparadicsomok refrakciója volt a legnagyobb. A termesztési mód hatásának elemzésénél a legnagyobb Brix^o-értéke az üvegházból származott mintáknak volt, amit a szabadföldön termesztett

ipari fajták követtek. A sort a szabadföldi támrendszeren termesztett étkezési fajták zárták.

A refrakcióhoz képest **szénhidrát-tartalom** vonatkozásában a hagyományos bogyméretű fajták egységesebb képet mutattak. Egyedül a kis bogyméretű cseresznye- és szilvaparadicsom rendelkezett kiugró értékekkel. Összességében elmondható, hogy a fajták szénhidrát-tartalma között kialakult sorrend általában a refrakció sorrendjét követte.

A környezeti tényezők közül a hőmérséklet és a fény rendkívüli módon befolyásolhatja a bogyók Brix^o-át és szénhidrát-tartalmát. A fényintenzitás meghatározza a termés által felvehető fotoasszimilátumok mennyiségét, ami kihat a bogyó szárazanyag-tartalmára. Az egyes termesztési módokban más volt a növények elrendezése. Valószínűleg a nagyobb növény-sűrűség esetén megnőtt az önárnyékolás, ami a kevesebb fotoasszimilátum felhalmozódásán keresztül hátrányosan érinthette a refrakciót és a cukortartalmat.

Ezen túl szabadföldön az érés időszakában többször jelentősebb mennyiségű csapadék hullott. A túlzott vízfelvétel a bogyók szárazanyag-tartalmának felhígulásához vezethetett.

Kísérleti körülményeink mellett termesztett fajták általában igen szerény **savtartalommal** rendelkeztek. A termesztési módokat összevetve jelentősen több savat tartalmaztak a hajtatási fajták, a szabadföldiekhez képest. A fényintenzitás nem hat a savtartalom alakulására, viszont a hőmérséklet igen erőteljesen befolyásolja. Magas hőmérsékleten a sav elbomlik. Hajtásban a maximum hőmérséklet általában 5-10 °C-kal meghaladta a szabadföldön rögzített hőmérsékleti értékeket, aminek alapján azt várhatnánk, hogy az üvegházból származó minták sokkal kisebb savtartalommal rendelkezzenek. Ehhez képest a kapott eredmények pont ellentétesen alakultak. Ennek oka egyrészt az lehet, hogy a léghőmérsékletet eltérő módon határoztuk meg hajtásban és szabadföldön. Előbbi esetben a mikrometeorológiai mérőműszert közvetlenül a növényállományba tettük ki és ott rögzítette a környezeti tényezőket. Ezzel szemben szabadföldön a maximum-minimum hőmérőt a 2 m-es magasságban kialakított zárt meteorológiai házikóban helyeztük el. Az árnyékolás és a talajfelszíntől való nagyobb távolság is hozzájárulhatott ahhoz, hogy szabadföldön lényegesen alacsonyabb hőmérsékletet mértünk. Másrészről köztudott, hogy a közvetlen erős napsütésnek kitett bogyók hőmérséklete több fokkal is meghaladhatja a léghőmérsékletet. Ez a veszély üvegházban az önárnyékolás miatt kevésbé állt fenn. Ezek alapján elképzelhető, hogy üvegházban az érés alatt e tekintetben kedvezőbben alakultak a környezeti feltételek, mint szabadföldön.

Vizsgálati eredményeink rávilágítottak arra, hogy a zárt termesztő-berendezésből származott paradicsom minősége is lehet kiváló, amennyiben a növény számára optimális termesztési feltételek állnak rendelkezésre. Szabadföldön a növények védtelenül ki vannak téve az időjárás szeszélyének (heves esőzések, erős lehülés, vagy épp ellenkezőleg égető forróság), ami a termés minőségét drasztikusan leronthatja. Hajtásban a szélsőséges környezeti tényezők kizárhatók és több eszköz áll rendelkezésre ahhoz, hogy a növény igényének megfelelően szabályozzuk a környezeti paramétereket. A paradicsom fényigényes növény. Hajtásban kisebb növény-sűrűség (2-3 db növény/ m²) javasolható, amivel a termesztő-berendezés önárnyékolását mérsékelhetjük, biztosítva ezzel a növények jobb fényellátását. A fotoszintézis szempontjából hajtásban a 3 levélfelület index (LAI) tekinthető optimálisnak, mert a növény ekkor köti meg a legtöbb fényt. Fontos, hogy a hőmérsékletet mindig a paradicsomnövény fenológiai fázisához igazítsuk. A bogyonnövekedés időszakában nappal 18-20 °C, éjszaka 16-18 °C az optimális. 21 °C felett már tanácsos szellőztetni. Szabadföldön kedvezőbbek a fényviszonyok, ezért ajánlatos a növényállományt 4-4,5 LAI-ig sűríteni, ami fajtától és termesztési módtól függően 60.000 db növényt is jelenthet hektáronként. Kisebb LAI esetén csökken a fényelnyelés, a fotoasszimilátumok képződése, és végeredményként a hozam. Ráadásul a napégés veszélye is fennáll. Közvetlen erős napsugárzás hatására a bogyó nagyobb mértékben felmelegszik, savtartalma pedig kicsi lesz. 4,5-nél nagyobb LAI esetén a levelek önárnyékolása miatt mérséklődik a fotoszintézis, az éréskezdet eltolódik és a növényvédelem hatékonysága is csökken.

A paradicsombogyók érettségi állapota és **likopintartalma** között szoros összefüggés van. Az érés előrehaladtával felgyorsult a likopin-felhalmozódás üteme. A sötétpiros bogyók három év átlagában 52 %-kal gazdagabbnak bizonyultak likopinban, mint a piros bogyók. Ezek alapján

táplálkozás-élettani szempontból a teljesen érett, sötétpiros bogyók fogyasztása javasolható, amivel több likopint juttathatunk a szervezetbe, csökkentve ezzel az esélyét különböző daganatos megbetegedések kialakulásának.

Jelentős különbség van az egyes fajták likopintartalma között. A szabadföldön kísérletbe állított paradicsomnövények esetében az ipari fajták voltak leggazdagabbak likopinban. Számos tanulmányban arról számolnak be, hogy a cseresznye- és a szilvaparadicsom likopintartalma lényegesen meghaladja a hagyományos bogyóméretű fajtákét (George et al., 2004; Muratore et al., 2005). 2001-ben a mi eredményeink is a cseresznyeparadicsom jobb genetikai képességét igazolták. 2002-ben a szilva- és a cseresznyeparadicsom alacsony likopintartalmára az adhat magyarázatot, hogy a 15-20 g-os apró méretű bogyók érzékenyebben reagálhattak a környezeti tényezőkre (hőmérséklet, fotoszintetikusán aktív sugárzás). A szilva- és cseresznyeparadicsom habitusa eltér a hagyományos fajtákétól. Kisebb levélfelülettel rendelkeznek, aminek következtében a termések jobban ki lehetnek téve a közvetlen sugárzásnak. A csekély tömegű termések esetében a túlzott felmelegedés veszélye fokozottabban áll fenn, hőmérsékletük könnyebben megemelkedhet, ami pedig kihathat a beltartalmi tényezőkre.

A likopin mennyisége nemcsak örökletes tulajdonság, hanem a termesztési mód és a környezeti tényezők is befolyásolhatják. A lakosság likopinbevitelére szempontjából érdekes kérdés lehet, hogy az egyes termesztési módokból származó paradicsomok likopintartalma milyen mértékben tér el egymástól. Az ipari fajták likopintartalma volt a legnagyobb. Ez jelentős eredménynek tekinthető, mivel az ipari paradicsomból előállított termékek, mint pl. az ivólevelek, sűrítvények, és ketchup a téli időszakban biztosíthatja az emberi szervezet számára szükséges likopin bevitelét. A mérési adataink rácafolnak a hajtattott paradicsomok rossz minőségéről szóló híresztelésekre, különösen táplálkozás-élettani szempontból. Üvegházban termesztett fajták képesek ugyanannyi, vagy még több hasznos anyagot előállítani, mint a szabadföldön neveltek, amennyiben a termesztési körülmények optimálisak a növények számára.

A likopin felhalmozódásának a 16-21 °C közötti hőmérséklet kedvez, 30 °C felett szintézise gátlódik. Ezért hajtásban nyáron gyakori szellőztetés, illetve ventilátoros hűtés ajánlatos. Szabadföldön a likopin képződése szempontjából a bogyók jobb takarását biztosító erősebb lombosított fajták előnyösek. Továbbá a sor- és tőtávolságot is úgy tanácsos kialakítani, hogy a bogyók lehetőség szerint árnyékban fejlődjenek.

A paradicsombogyó **színe** és érettségi állapota szorosan összefügg. A színindexek közül az L^* , a^* , a^*/b^* és a^{*2}/b^{*2} érzékeltette legjobban a színváltozást és vele együtt az érés folyamatát. A likopintartalom és a szín közötti kapcsolat feltárásánál az a^*/b^* színindex nagyon szoros kapcsolatról ($R^2=0,92$) árulkodott a termés likopintartalma és a színe között. Az a^{*2}/b^{*2} is hasonlóan szoros összefüggést ($R^2=0,93$) mutatott. Ezek alapján megállapítható, hogy a bogyó likopin-tartalmára roncsolás nélkül, egyszerű színméréssel is rendkívüli pontossággal következtethetünk. Gyakorlati jelentősége abban rejlik, hogy a hosszadalmas és költséges labormunkát felválthatjuk a színindexek meghatározásával.

A **C-vitamin** tartalom alakulását az érés során, két éven keresztül tanulmányoztam. A két vizsgálati évben egymástól teljesen eltérő folyamatot figyelhetünk meg az érés során. Az irodalmi adatok sem mutatnak egységes képet. 2003-ban a C-vitamin tartalom rózsaszín állapotól fokozatosan lecsökkent. A fogyás feltehetően az aszkorbinsav antioxidáns funkciójának következménye. Az érés során a két évből származó minták C-vitamin tartalma között éles különbség mutatkozott. Ezek alapján megállapítható, hogy a C-vitamin felhalmozódása nemcsak kizárólag genetikai úton szabályozott, hanem a környezeti tényezők módosító hatásának köszönhetően évszámrafüggő is.

2001-ben a három termesztési mód C-vitamin tartalmát is összehasonlítottam. Legnagyobb átlagos C-vitamin szinttel a hajtattási fajták rendelkeztek, majd az ipari fajták következtek. Harmadik helyen kis különbséggel lemaradva a szabadföldön támrendszer mellett termesztett fajták végeztek. Tudjuk, hogy a fénykitettség kedvez a C-vitamin felhalmozódásának (Dumas et al., 2003). A három termesztési módban más-más volt a tenyésztési terület. Valószínűleg a sűrűbb térállás miatt megnőtt az önárnyékolás, ami hátrányosan érinthette a C-vitamin szintézisét. Ezért a C-

vitamin képződése szempontjából a termesztésben ritkább növényállomány javasolható.

A C-vitamin szintézisére szezonális is jellemző, nyáron több C-vitamin termelődik, mint tavasszal vagy ősszel (Vanderslice et al., 1990). Ennek oka az lehet, hogy a nappalhossz csökkenésével a növények fényellátottsága is romlik. Bizonyára ez is szerepet játszhatott abban, hogy 2001-ben az üvegházban nevelt fajták gazdagabbak voltak C-vitaminban a szabadföldi fajtákhoz képest. Hajtatásban kora nyáron, júniusban és július első dekádjában történt a mintavétel, míg szabadföldön augusztusban és szeptember elején szedtük le a paradicsombogyókat.

Az érés során az **összes polifenol** szintje zöld állapotól szalma érettségi állapotig emelkedett, majd rózsaszín érettségi foktól csökkenni kezdett. Az összes polifenol fogyása feltehetően az érés előrehaladtával felerősödő oxidatív stressz következménye volt.

2002-ben kísérletbe állított fajták polifenoltartalma jelentősen különbözött egymástól, ami a termesztési körülményeknek is köszönhető. Mint ismeretes, magas hőmérséklet és intenzív napsugárzás esetén –különösen erős UV-B sugárzás által okozott stressz hatására–, fokozódik a polifenolok termelése (Dixon-Paiva, 1995). A nyári kánikula alatt az üvegházban a kora délutáni órákban igen magasra, gyakran 40°C fölé is felkúszott a hőmérséklet. Hajtatásban a magas hőmérsékletet a Lemance fajta alacsony likopin- és számottevő HMF-tartalma is igazolta. Mivel azonban a polifenol szintézise számottevően elmaradt a többi fajtától, ezért valószínűleg – a genetikai adottságokon túl – a mintavétel során olyan bogyókat választhattunk, melyek takarásban voltak. Ezt a feltételezést támasztja alá az a tény is, hogy a képződése szempontjából szintén fényigényes C-vitamin szintje is a Lemance fajtánál volt a legkisebb. Az üvegházból származott mintákhoz képest a szabadföldön termesztett fajták jóval gazdagabbak voltak polifenolos vegyületekben. A szintén támrendszer mellett termesztett étkezési szilva- és cseresznyeparadicsomban mutattuk ki a legnagyobb összes polifenoltartalmat. Az apró méret miatt magas hőmérsékleten a bogyók könnyebben felmelegedhettek. Ezen túlmenően ezeknek a növényeknek a levélfelülete is kisebb, a termések ezáltal a közvetlen napsugárzásnak is jobban ki lehettek téve. A hő és sugárzás okozta stresszre utal a bogyók alacsony likopin-, valamint jelentős HMF- és C-vitamin tartalma. Ezek alapján megállapíthatjuk, hogy –a C-vitaminhoz hasonlóan–, a polifenolok képződése szempontjából is ritkább növényállomány javasolható a termesztésben.

A 2002-ben különböző termesztési módban tanulmányozott fajták közül a szilva-, a cseresznyeparadicsom és az ipari fajta **totál antioxidáns státusza** (TAS) volt a legjobb. Mivel a bogyók ezen módszerrel mért antioxidáns kapacitásának döntő részét a C-vitamin és a hidrofíli polifenolok adják, ezért a magasabb hőmérséklet és az intenzívebb napfény hatására a TAS is megemelkedik. Ebből következik, hogy táplálkozás-élettani szempontból kedvezőbb beltartalmú paradicsomhoz juthatunk, ha a növények tenyészterületét növeljük. Igaz, ezzel a likopinvesztés kockázatát és vele együtt a gyengébb színeződés esélyét is fokozzuk.

Mérési eredményeink alapján a friss paradicsom nagy valószínűséggel tartalmaz **5-hidroximetil-2-furfurolt** (HMF). Ez feltételezhetően annak köszönhető, hogy a termesztés során a léghőmérséklet nemegyszer a 40 °C-ot is meghaladta. Az érés során zöld állapothoz képest zsendült állapotban szignifikánsan megemelkedett a HMF-szintje, majd az azt követő érettségi fokokban jelentősen már nem változott. A HMF magas hőmérséklet hatására Maillard reakció során keletkezik, ami redukáló cukrok és aminosavak között megy végbe. A zöld paradicsom kisebb HMF-tartalma feltehetően azzal lehet összefüggésben, hogy ebben az érettségi stádiumban legkisebb a szénhidrátartalma is.

A három vizsgálati évet összehasonlítva, minden érettségi fokban évről évre csökkent a HMF koncentrációja. A 2002-re jellemző kánikulai időjárás esetén mértük a legnagyobb HMF-tartalmat. 2003-ban a szerényebb hőmérsékleti összeg kisebb HMF-tartalommal párosult. 2004-ben a hűvös időjárás következtében jelentősen visszaesett a HMF-szintje. Eredményeink arra utalnak, hogy a HMF felhalmozódását befolyásolhatja az évjárat.

A kapott kutatási eredmények alapján megállapítható, hogy a HMF-tartalom csak közvetetten, a bogyóméreten és a levélfelületen keresztül függhet a fajtától, ugyanis a hasonló bogyóméretű ipari és étkezési fajták hasonló HMF-tartalommal rendelkeztek. A HMF képződésében a termesztési mód, illetve a termesztés alatt uralkodó környezeti tényezők lényeges

szerepet játszhatnak.

Friss paradicsom esetében a HMF és a likopin kapcsolatáról szóló feltételezést jelen vizsgálatok során nem sikerült igazolni, mivel nincs összefüggés a két tényező között.

Az 5-hidroximetil-2-furfurollal kapcsolatban fontosnak tartom leszögezni, hogy koncentrációja az általam vizsgált nyers paradicsomban a kimutatási határ közelében volt, ami az emberi szervezetre még semmilyen veszélyt sem jelent.

IRODALOMJEGYZÉK

1. Abushita, A. A., Hebshi, E. A., Daood, H. G., Biacs, P. A. (1997): Determination of antioxidant vitamins in tomatoes. *Food Chemistry*, 60, 207-212. p.
2. A.O.A.C. (1990): Official Methods of Analysis. 15th edition, Arlington USA 952.03/A-C.
3. Barrett, D. M., Anthon, G. (2001): Lycopene content of California-grown tomato varieties. *Acta Horticulturae*, 542, 165-173. p.
4. Boldvai B. (2006): A jövő legfontosabb területe a zöldség-gyümölcs ágazat. *Zöldség- és Gyümölcs piac*, 1, 10-11. p.
5. Cano, A., Acosta, M., Arnao, M. B. (2003): Hydrophilic and lipophilic antioxidant activity changes during on-vine ripening of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Postharvest Biology and Technology*, 28, 59-65. p.
6. Clinton, S. K. (1998): Lycopene: chemistry, biology, and implications for human health and disease. *Nutrition Reviews*, 56, 35-51 p.
7. Davies, J. N., Hobson, G. E. (1981): The constituents of tomato fruit- the influence of environment, nutrition and genotype. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 15, 205-280. p.
8. Dixon, R. A., Paiva, N. L. (1995): Stress-induced phenyl-propanoid metabolism. *The Plant Cell*, 7, 1085-1097. p.
9. Dumas, Y., Dadomo, M., Di Lucca, G., Grolier, P. (2003): Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83, 369-382. p.
10. FAO (2003): <http://www.fao.org/faostat/form?collection=FS.CropsAndProducts&Domain=FS&servlet=1&hasbulk=&version=ext&language=EN>
11. FAO (2006 a): <http://www.faostat.org/faostat/site/408/DesktopDefault.aspx?Page10=408>
12. FAO (2006 b): <http://www.faostat.org/faostat/site/412/DesktopDefault.aspx?Page10=412>
13. George, B., Kaur, C., Khurdiya, D. S., Kapoor, H. C. (2004): Antioxidants in tomato (*Lycopersium esculentum*) as a function of genotype. *Food Chemistry*, 84, 45-51 p.
14. George, J., Nuttall, S. L., Kendall, M. J. (2001): Prostate cancer and antioxidants. *Journal of Clinical Pharmacy and Therapeutics*, 26, 231-233. p.
15. Gerster, H. (1997): The potential role of lycopene for human health. *Journal of the American College of Nutrition*, 16, 109-126. p.
16. LC-GC. (1996): Vol. 14, 9, 794-803. p.
17. Lugasi A., Hóvári J., Bíró L., Brandt S., Helyes L. (2004): Élelmiszereink likopin tartalmát befolyásoló tényezők és a hazai lakosság likopin-bevitele. *Magyar Onkológia*, 48, 2, 131-136. p.
18. Mayne, S. T. (1996): β -Carotene, carotenoids and disease prevention in humans. *FASEB Journal*, 10, 690-701. p.
19. Merck & Co. (1989): Merck index, 11th edition, Rahway, NJ, USA, 884 p.
20. Miller, N. J., Rice-Evans, C., Davies, M. J., Gopinathan, V., Milner, A. (1993): A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clinical Science*, 84, 407-412. p.
21. MSZ EN 12143. Gyümölcs- és zöldséglevék. Az oldható szárazanyag-tartalom becslése. Refraktometriás módszer.
22. MSZ ISO 750. Gyümölcs- és zöldségtermékek titrálható savtartalmának meghatározása.

23. MSZ ISO 7466. Tartósított élelmiszerek 5-hidroxi-metil-furfurol tartalmának meghatározása.
24. Muratore, G., Licciardello, F., Maccarone, E. (2005): Evaluation of the chemical quality of a new type of small-sized tomato cultivar, the plum tomato (*Lycopersicon lycopersicum*). *Italian Journal of Food Science*, 17, 1, 75-81. p.
25. National Research Council (1989): *Recommended Dietary Allowance*. 10th edn, National Academy Press, Washington
26. Perry, K. B., Wu, Y., Sanders, D. C., Garrett, J. T., Decoteau, D. R., Nagata, R. T., Dufault, R. J., Batal, K. D., Granberry, D. M., McLaurin, W. J. (1997): Heat units to predict tomato harvest in the southeast USA. *Agricultural and Forest Meteorology*, 84, 249-254. p.
27. Perry, K. B., Wehner, T. C., Johnson, G. L. (1986): Comparison of 14 methods to determine heat unit requirements for cucumber harvest. *HortScience*, 21, 419-423. p.
28. Pietta, P.G. (1998): Flavonoids and antioxidants. *Journal of Natural Products*, 63, 1035-1042. p.
29. Sadler, G., Davies, J., Dezman, D. (1990): Rapid extraction of lycopene and β -carotene from reconstituted tomato paste and pink grapefruit homogenates. *Journal of Food Science*, 55, 1460-1461. p.
30. Sarudi I. (1961): Szénhidrátanalitikai módszerek. Mérnöki továbbképző jegyzet, Budapest.
31. Smirnoff, N. (1996): The function and metabolism of abscisic acid in plants. *Annals of Botany*, 78, 661-669. p.
32. Stahl, W., von Laar, J., Martin, H. D., Emmerich, T., Sies, H. (2000): Stimulation of gap junctional communication: comparison of acyclo-retinoic acid and lycopene. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 373, 271-274. p.
33. Toor, R. K., Savage, G. P. (2006): Effect of semi-drying on the antioxidant components of tomatoes. *Food Chemistry*, 94, 90-97. p.
34. Vanderslice, J. T., Higgs, D. J., Hayes, J. M., Block, G. (1990): Ascorbic acid and dehydroascorbic acid content of foods-as-eaten. *Journal of Food Composition and Analysis*, 3, 105-118. p.

PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE

Tudományos folyóiratcikk:

IF, SCI folyóiratbeli cikk:

Brandt S., Barna É., Hóvári J., Lugasi A., Pék Z., Helyes L. (2003): Effects of the growing methods and conditions on the lycopene content of tomato fruits. *Acta Alimentaria*, 32, 3, 269-278. p. IF=0,246

Brandt S., Pék Z., Barna É., Lugasi A., Helyes L. (2006): Lycopene content and colour of ripening tomatoes as affected by environmental conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86, 568-572. p.

Lugasi A., Bíró L., Hóvári J., Sági K. V., Brandt S., Barna É. (2003): Lycopene content of foods and lycopene intake in two groups of the Hungarian population. *Nutrition Research*, 23, 1035-1044. p. IF=0,638

Helyes L., Lugasi A., Pék Z., Brandt S. (2006): Analysis of antioxidant compounds and hydroxymethylfurfural in processing tomato cultivars. *HortTechnology*, 16, 4, 615-619. p.

SCI által nyilvántartott és/vagy SCI által jegyzett fórumok/orgánumok által referált folyóiratbeli cikk:

Helyes L., Brandt S., Réti K., Barna É., Lugasi A. (2003): Appreciation and analysis of lycopene

content of tomato. *Acta Horticulturae*, 604, 531-534. p.

Helyes L., Pék Z., Brandt S., Varga Gy., Barna É., Hóvári J., Lugasi A. (2003): Influence of harvest date on fruit technological traits of five processing tomato varieties. *Acta Horticulturae*, 613, 213-216. p.

Lektorált magyar folyóiratbeli cikk:

Brandt S., Lugasi A., Pék Z., Helyes L (2005): A friss paradicsom antioxidáns tulajdonságú vegyületeinek és hidroximetil-furfurol tartalmának értékelése. *Kertgazdaság*, 37, 1, 9-15. p.

Helyes L., Lugasi A., Brandt S., Varga Gy, Hóvári J, Barna É (2002): A paradicsom likopin tartalmát befolyásoló tényezők értékelése, elemzése. *Kertgazdaság*, 34, 2, 1-8. p.

Helyes L, Brandt S., Pék Z, Barna É, Hóvári J, Lugasi A (2002): Az oltás és a szedési időpont hatása a hajtott paradicsom beltartalmi összetevőire. *Kertgazdaság*, 34, 4, 30-36. p.

Lugasi A, Hóvári J, Bíró L, Brandt S., Helyes L (2004): Élelmiszereink likopintartalmát befolyásoló tényezők és a hazai lakosság likopin-bevitele. *Magyar Onkológia*, 48, 2, 131-136. p.

Konferencia kiadvány (proceeding):

Nemzetközi:

Brandt S., Barna É., Helyes L., Hóvári J., Pék Z., Lugasi A. (2003): Evaluation of the factors effecting on the lycopene content of tomato fruit. 4th International Conference of Ph.D. Students, University of Miskolc, Hungary, 11-17 August 2003, 19-24 p.

Magyar:

Lugasi A, Hóvári J, Brandt S., Blázovics A, Kontraszti M, Barna É, Helyes L (2003): Az oltás, az érettségi állapot és a szedési időpont hatása a paradicsom antioxidáns tulajdonságaira. SZAB Kertészeti Munkabizottságának Tudományos ülése „Integrált kertészeti termesztés”, Szarvas, proceeding 29-34 p.

Lugasi A., Hóvári J., Bíró L., Brandt S., Helyes L. (2004): Élelmiszereink likopin-tartalmát befolyásoló tényezők és a hazai lakosság likopin-bevitele. Széchenyi Szimpózium, Fodor József Országos Közegészségügyi Központ, Budapest, 2004.03.10., proceeding

Előadás, poszter bemutatása:

Nemzetközi:

4th International Conference of Ph.D. Students, University of Miskolc, Hungary, 11-17 August 2003, Evaluation of the factors effecting on the lycopene content of tomato fruit című előadással.

Lippay J.-Ormos I.-Vas K. Tudományos ülés, Budapest, 2003.11.6-7. A paradicsombogyó színének és likopintartalmának összefüggése című poszterrel.

Magyar:

IX. Primer Prevenció Fórum, Fodor József Országos Közegészségügyi Központ, Budapest, 2002.05.22. A termesztési mód és a termesztési körülmények hatása a paradicsom likopin tartalmának alakulására című poszterrel.

OÉTI Tudományos ülés, 2004.04.19. A paradicsom likopin-tartalmát befolyásoló tényezők

értékelése című előadással.

Egyéb értékelhető cikk:

Brandt S., Helyes L. (2001): Spárga szedésdinamikájának értékelése az első három termőév tükrében. Hajtás Korai Termesztés, 1, 10-16 p.

Helyes L., Brandt S. (2001): A halványított spárga termesztés-technológiájának kritikus pontjai. Gyakorlati Agrofórum, 3, 61-64 p.

Helyes L., Brandt S. (2001): A szélsőséges időjárás következményei a spárgatermesztésben. Kertészet és Szőlészet, 7, 16-17 p.