

Fűszerpaprikák színezéktartalom felhalmozódási dinamikája különböző termesztési körülmények között

KONCSEK ARNOLD¹, DAOOD G. HUSSEIN², HELYES LAJOS², VÉHA ANTAL³

¹ Rubin Szegedi Paprikafeldolgozó Kft.

² Szent-István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Kertészeti Intézet

³ Szegedi Tudományegyetem, Mérnök Kar

E-mail: labor@rubinpaprika.hu

Összefoglalás

Az ökológiai (vagy bio) feltételrendszer szerinti fűszerpaprika termesztés lehetőséget jelent a jövedelmezőség növelésére, a piaci pozíció és a magyar paprika hírnevének erősítésére. Jelenleg az ökológiai termesztéshez a konvencionális termesztés-technológiákra nemesített fajták állnak rendelkezésre. Két évjáratban négy fűszerpaprika fajta konvencionális és ökológiai termesztése során vizsgáltuk a színezéktartalom (ASTA érték) felhalmozódási dinamikát. A felhalmozódás az érés során szimmetrikus logisztikus függvényvel írható le. A függvények analízisével meghatározható a felhalmozódás maximális sebességének időszaka és becslhető az utóérlelés során elérhető maximális színezéktartalom. A felhalmozódási dinamikát elsődlegesen a fajta befolyásolta, ezt követte a termesztési eljárás és az évjárat hatása. A konvencionális termesztés technológia egyértelműen hozzájárult a kedvezőbb színezéktartalom értékek kialakulásához. Különösen a 2015-ös kedvező évjárat és az intenzívebb tápanyag utánpótlás növelte a konvencionális és bio termékek közötti különbségeket. A színezéktartalom alapján az utóérlelt paprikák alkalmasak kiváló minőségű őrlemények előállítására.

Kulcsszavak: fűszerpaprika, termesztési körülmények, érésdinamika, színezéktartalom

Bevezetés és irodalmi áttekintés

Az 1990-es évek végén - 2000-es évek elején jelent meg az ökológiai gazdálkodás feltételrendszere szerint termesztett fűszerpaprika. Az ökológiai termékek piacát dinamikus növekedés jellemzi (Hamzaoui-Essoussi és Zahaf 2012; Lernoud és Willer 2017), és ennek köszönhetően a magyar bio paprika iránti kereslet növekszik Nyugat-Európában.

Jelenleg az ökológiai termesztéshez a konvencionális technológiákra nemesített fajták állnak rendelkezésre, ezek közül is a rezisztens, vagy betegségekkel szemben toleráns fajtákat használják. A bio gazdaságokban alkalmazható növényvédelmi technológiák és tápanyag utánpótlási lehetőségek korlátozottak. Kutatási célunk, hogy két évjáratban négy fűszerpaprika fajta (Meteorit, Mihályteleki, Szegedi-20 és Kárminvörös) konvencionális és ökológiai termesztése során vizsgáljuk a színezék-tartalom felhalmozódási dinamikát.

A fűszerpaprikából előállított örlemények kereskedelmi minőségét és értékét meghatározó legfontosabb paraméter a kivonható összes színezék-tartalom (ASTA érték). A termésfalban halmozódnak fel legnagyobb mennyiségben a fűszerpaprika piros színét adó karotinoid vegyületek, 4,75-12,10 mg/g nagyságrendben fajtától, évjáratától, termesztéstől, és feldolgozási technológiától függően (Márkus et al. 1999; Daood et al. 2006; Schweiggert et al. 2006). A termésfal (*pericarpium*) külső rétegét (*exocarpium*) sűrű textúrájú cellulóz fal alkotja, a kutikula jelen van az epidermisz sejtek között is (Dias et al. 2013). A termésfal legvastagabb része a középső réteg (*mezocarpium*), az itt elhelyezkedő sejtekben a kloroplasztok az érés során átalakulnak kromoplasztokká (Bouvier et al. 1998; Márkus et al. 1999; Howard et al. 2000; Mateos et al. 2013). A paprika bogyók zöld színe a korai növekedési szakaszban a kloroplasztoknak tulajdonítható, majd ezek az organellumok az érési fázisokban alakulnak át (Camara és Brangeon 1981).

A növényi sejtekben klorofillok és karotinoidok is képződnek a kloroplasztokban, de a kromoplasztokban csak karotinoidok szintetizálódnak és raktározódnak (Britten 1979; Deli et al. 1992; Mínguez-Mosquera és Hornero-Méndez 1994a és 1994b). A paprika érése során a karotinoidok metabolizmusa két fő szakaszra osztható (1) a fotoszintetikus pigmentek transzformációjára, és (2) a *de novo* karotinoid szintézisre (Gómez-García és Ochoa-Alejo, 2013). A legtöbb karotinoid zsírsavakkal észtereződik, elősegítve a felhalmozódást és a stabilitást a kromoplasztokban, lipofil pigmentként (Mínguez-Mosquera és Hornero-Méndez, 1994b). A karotinoid összetételt több tényező befolyásolja: fajta, növényi rész, érési állapot, a földrajzi terület, meteorológiai feltételek, betakarítás, post-harvest kezelés, a feldolgozás, és a tárolási feltétel (Rodríguez-Amaya 1993, 2001; Márkus et al. 1999; Daood et al. 2006).

Anyag és módszer

A vizsgálatokhoz üzemi konvencionális és bio termesztési technológiákkal előállított Szegedi-20, Meteorit, Mihályteleki, és Kárminvörös csípősségmentes fajták terméseit gyűjtöttük be.

A konvencionális mintákat a Gorzai Mezőgazdasági Zrt. (Hódmezővásárhely) területein gyűjtöttük be. A bio fűszerpaprikák termesztése a Rubin Kft. balástyai, ökológiai gazdálkodásra minősített területein történt. A talajvizsgálat alapján (1. táblázat), a konvencionális területek jellemzői előnyösebben alakultak.

A kísérlet első éve, 2014. a kedvezőtlenebb adatokkal jellemezhető. Nagy mennyiségű csapadék hullott le. A havi átlaghőmérsékletek, a napfénytartam és a hőségnapok száma is elmaradt a termesztés szempontjából előnyösebb 2015-ös adatokhoz képest (2. táblázat).

A termesztés technológiák legfontosabb különbségeit a 3. táblázat foglalja össze. A konvencionális állományok telepítése helyretereléssel történt, a bio esetében palántázással. A konvencionális technológiában a paprika igényeihez tervezett nagyobb mértékű tápanyagellátás, és hatékony vegyszeres növényvédelmi kezelések valósultak meg.

1. táblázat. A termőhelyek jellemzői

Paraméterek (1)	Konvencionális (2)	Bio (3)
Talaj főtípusa	kötött réti talajok	homok
KA	62	26
pH	7,21	7,5
Humusz	2,6 %	1,29 %
Nitrogén (N-nitrit +nitrát)	14mg/kg (közepes)	7,8 mg/kg
Foszfor (P ₂ O ₅)	188mg/kg (igen jó)	241 mg/kg
Kálium (K ₂ O)	352 mg/kg (közepes)	203,7mg/kg

(*forrás: Gorzsai ZRt. és Rubin Kft. vizsgálatai, 2014)

Table 1. Characteristics of cultivation areas. (1) Parameters, (2) Conventional, (3) Organic

2. táblázat. Meteorológiai adatok

Paraméterek(1)	Év/terület(2)	Ápr.	Máj.	Jún.	Júl.	Aug.	Szept.	Össz./átlag(3)
	2014 Bio	45,5	128,4	50,5	182,0	42,4	136,3	585,1
*Csapadék-összeg (mm) (4)	2014 Konv.	48,0	139,0	63,0	200,5	46,0	125,2	621,7
	2015 Bio	9,0	94,0	28,5	26,0	65,5	53,5	276,5
	2015 Konv.	12,0	123,0	21,0	22,0	68,0	57,0	303,0
**Közép- hőmérséklet (°C) (5)	2014	13,5	16,5	19,9	22,6	21,1	18,5	18,7
	2015	10,5	16,4	20,2	23,4	23,7	18,9	18,8
**Napfény-tartam (óra) (6)	2014	217	276	312	303	293	166	1567
	2015	272	277	311	352	274	220	1706
**Hőségnapok (≥30°C) (7)	2014	0	0	7	12	8	1	28
	2015	0	0	8	18	19	9	54

* a termőterületeken kihelyezett csapadék mérőhengerrel mértük

**forrás: OMSZ (<http://www.met.hu/idojaras/agrometeorologia/>, szegedi mérőállomás)

Table 2. Meteorological data. (1) Parameters, (2) Field/Year, (3) Average/Sum, (4) Precipitation, (5) Temperature, (6) Hours of sunshine, (7) number of hot days

3. táblázat. A termesztéstechnológiák legfontosabb különbségei

	Konvencionális(1)	Bio(2)
Elővetemény (3)	őszi búza	rozs
Tápanyag ellátás (4)	Műtrágyák: foszfor (60 kg/ha) és kálium (92 kg/ha), MÉM-NAK Lombtrágyázás: Amalgerol (2 l/ha), Csöppmix 3 (5 l/ha)	rozs -zöldtrágyaként bedolgozás bio istállótrágya (25 t/ha)
Növényállomány telepítése (5)	helyrevetés (4,52-5,45 kg/ha), március végén, április elején	palántázás, május vége-június eleje, 60 cm sortáv, 20 cm tőtáv,
Növényvédelem (6)	Gyomirtás: Devrinol 45F (4 l/ha), Command 48EC (0,2 l/ha) Rovarölő: Teppeki (0,14 kg/ha), Steward (0,17 l/ha) Gombaölő: Cuproxat FW (2 l/ha)	Gombaölő: Cuproxat (2,5 l/ha)
Sorközművelés (7)	kultivátor, és kézi	kézi
Öntözés (8)	szárazművelés	mesterséges tóból, 5 alkalommal, 15mm/alkalom

Table 3. Main differences of cultivation technologies. (1) Conventional, (2) Organic, (3) Pre-crop, (4) fertilization, (5) Planting method, (6) Plant protection, (7) Cultivation, (8) Irrigation

A fűszerpaprika minták begyűjtési időszaka augusztustól szeptember első-második hetéig tartott (4. táblázat). A beérett (mély piros) minták jelentős részét raschel-zsákokba töltöttük, és 2,5 hétig a szabadban, de védett helyen biztosítottuk az utó érlelés feltételeit.

4. táblázat. A mintagyűjtési időpontok

Érés stádium (1)	2014 Konv./Bio	2015 Konv./Bio
Zöld (2)	Augusztus 4./5.	Augusztus 3./4.
Kormos (3)	Augusztus 13./14.	Augusztus 10./11.
Halványpiros (4)	Augusztus 28/29.	Augusztus 24/25.
Érett (piros) (5)	Szeptember 9./10.	Szeptember 4./5.
Utóérlelt (6)	Szeptember 26.	Szeptember 22.

Table 4. Sampling dates. (1) Ripening stages, (2) green, (3) break, (4) pale red, (5) red, (6) post-ripened

A frissen begyűjtött és az utóérlelt bogyókat felaprítottuk, majd lég-cirkulációs szárítószekrényben 50 °C-n, 24 óra alatt kíméletesen kiszárítottuk. A termésfal részeket (mag, és kocsány nélkül) őröltük, hogy 0,5 mm-es szitán átessenek. A színezék tartalom meghatározást 72 órán belül elvégeztük.

A színezékanyag tartalmat ASTA 20.1 módszer szerint határoztuk meg. 100 ml-es mérőlombikban 0,0700-0,0800g bemért paprikaőrleményhez acetont adtunk, majd sötét helyen állni hagytuk. Mérés előtt a lombikokat acetonnal jelre állítottuk, és fotométerrel 460 nm-en mértük az oldatok abszorbanciáját, a tiszta acetonnal szemben. Az ASTA színezékanyag tartalmat a 20.1 szabvány szerint kiszámítottuk:

$$ASTA = \frac{\text{Abszorbancia} \times 16,4 \times \text{faktor}}{a \text{ minta tömege (g)}}$$

ahol a faktor= 0,315/kalibráló oldat abszorbanciája.

A statisztikai értékelésekhez Statistica 8 szoftvert (Statsoft, Tulsa, OK, USA) használtunk. A vizsgálatok eredményeit többtényezős varianciaanalízissel, biometriai- és mezőgazdasági kísérletekhez ajánlott (Sváb 1981; Carmer és Walker 1985) Duncan-féle *post hoc* teszt segítségével értékeltük. Az egyes tényezők, és a kölcsönhatások hatáserősségének jellemzésére η^2 (eta-négyszet) értékeket számítottunk (Cohen 1973):

$$\eta^2 = \frac{SS_{\text{faktor}}}{SS_{\text{total}}}$$

ahol SS_{faktor} a tényező (vagy interakciók) varianciája, SS_{total} a varianciák összege (beleértve a hiba tényezőt is). Az η^2 kifejezi, hogy a tényező (vagy tényezők interakciója) mekkora hányadot magyaráz meg a függő változó összes varianciájából.

A kivonható összes színezéktartalom változása szimmetrikus logisztikus függvénnyel írható le, melynek képlete (Verhulst 1838; Sváb 1981):

$$y_t = A \times \left(\frac{1}{1 + e^{-z \cdot x}} \right)$$

ahol A telítettségi szint, amelyhez y tart, c a változás relatív sebessége, z a görbe helyzete az $x=0$ pontban. Az illesztés Levenberg-Marquardt algoritlussal történt, amely ötvözi más eljárások (a Gauss-Newton módszer és a gradiens módszer) előnyeit (Veres 2007).

Az egyes érési szakaszokban a vizsgált jellemzők változásának dinamikáját átlagos napi felhalmozódási ütemmel is jellemeztük:

$$D_y = \frac{Y_{t_2} - Y_{t_1}}{t_2 - t_1} \quad y \times \text{nap}^{-1}$$

ahol D_y a változás dinamikai mutatója, az Y_{t_1} és Y_{t_2} a vizsgált jellemző, két egymást követő érési állapot mintázási időpontjaiban (t_{t_1} , t_{t_2}).

Eredmények és következtetések

A fűszerpaprika érésének előrehaladását hagyományosan a vizuálisan érzékelhető színváltozással jellemzik. Így zöld, kormos, halványpiros és sötétpiros (betakarításra alkalmas állapotú) bogyókat különböztetünk meg. A betakarításra alkalmas állapot nem jelenti a technológiai érettséget, a termésnek 2-3 hetes utóérlelésére van szüksége. Ennek során a karotinoid bioszintézis tovább folytatódik, több piros színanyagot, xantofilket, és ezek zsírsavakkal képzett mono- és diészter stabil formáit eredményezve (Biacs et al. 1989; Mínguez-Mosquera és Hornero-Méndez 1994a, 1994b; Márkus et al. 1999; Daood et al. 2006).

A színezéktartalom (ASTA értékek) felhalmozódása az érés során szimmetrikus logisztikus függvénnyel írható le (1. ábra).

1. ábra. A színezéktartalom (ASTA értékek) felhalmozódása az érés során

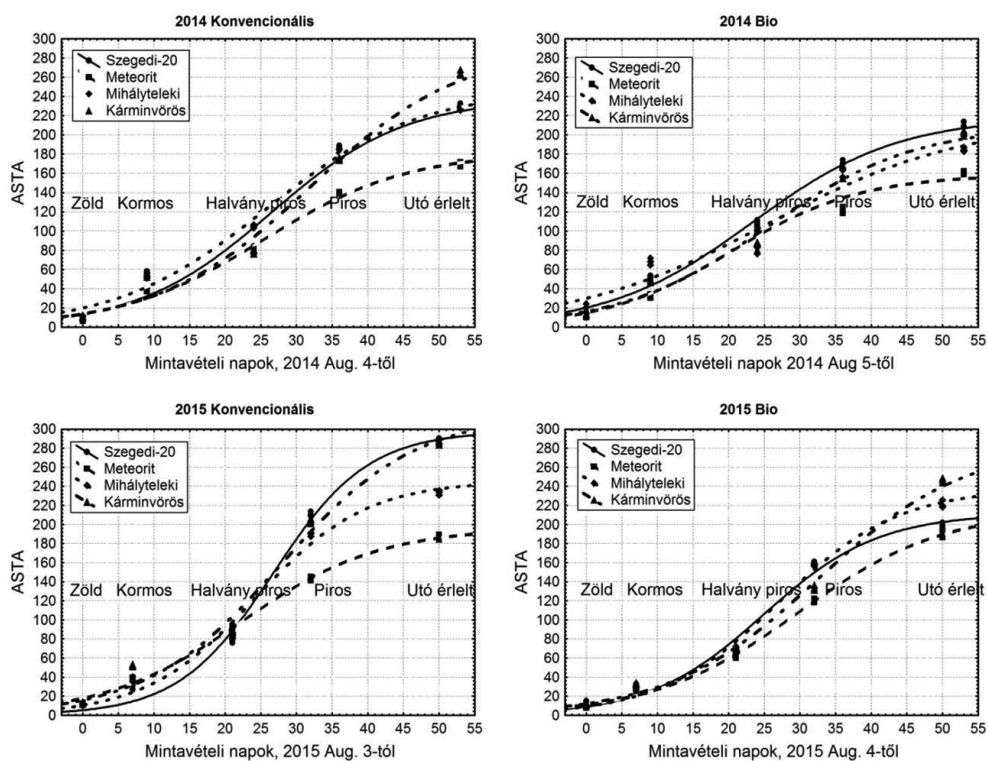


Figure 1. Colour content (ASTA) accumulation during the ripening

A függvény megfelelő illesztését a regressziós paraméterek t-próbái, és az F-próbák szignifikáns ($p < 0,001$) eredményei igazolták (5. táblázat). A halványpiros-piros színátmenet időszakában találhatóak a függvények inflexió pontjai, ezáltal a színanyag felhalmozódás maximális sebességei.

Utóérleléskor a felhalmozódás üteme drasztikusan csökkent, a változásokat jellemző trend-vonalak a maximális telítődési szint felé közelítenek. A modell c paramétere kifejezi a változás relatív sebességét (Verhulst 1838; Sváb 1981), nagyságrendje alapján következtethetünk a minták érésdinamikai különbségeire. Azonban részletesebb értékelési lehetőséget jelent az egyes érési szakaszokra kiszámított dinamikai mutatók elemzése (2. és 3. ábra).

Az érés előrehaladásával a dinamika varianciáját a fajta egyre nagyobb mértékben determinálta (2. ábra). A fő érési szakaszban (halványpiros-piros) dominánssá vált, de számottevő volt az évjárat és a termesztés hatása is. Az utóérlelési szakaszban növekedett az évjárat*termesztés*fajta hármas interakció magyarózó ereje.

5. táblázat. Logisztikus modell a színanyag változásra

Évj. (1)	Minták (2)	A*	z	c	ANOVA regr.*	Inf. pont x (nap) (3)	Inf. pont y (ASTA)(4)
2014	Konv. Szegedi-20	238,2	2,807	-0,106	F (3, 15)= 506,3	26	119,1
	Konv. Meteorit	182,2	2,507	-0,099	F (3, 15)= 1427,3	25	91,1
	Konv. Mihályteleki	246,8	2,436	-0,094	F (3, 15)= 1253,2	26	123,4
	Konv. Kárminv.	292,1	3,003	-0,094	F (3, 15)= 795,0	32	146,0
	Bio Szegedi-20	218,4	2,281	-0,098	F (3, 15)= 3284,1	23	109,2
	Bio Meteorit	158,5	2,256	-0,111	F (3, 15)= 585,3	20	79,3
	Bio Mihályteleki	215,3	1,825	-0,072	F (3, 15)= 259,9	25	107,7
	Bio Kárminv.	209,6	2,463	-0,097	F (3, 15)= 1120,5	25	104,8
2015	Konv. Szegedi-20	297,9	4,021	-0,150	F (3, 15)= 1247,2	26	143,0
	Konv. Meteorit	196,5	2,302	-0,103	F (3, 15)= 4626,3	23	89,4
	Konv. Mihályteleki	245,7	3,121	-0,129	F (3, 15)= 826,0	23	117,5
	Konv. Kárminv.	316,2	2,939	-0,106	F (3, 15)= 566,8	25	143,3
	Bio Szegedi-20	211,4	3,106	-0,125	F (3, 15)= 1196,4	24	98,2
	Bio Meteorit	215,3	2,924	-0,098	F (3, 15)= 7156,5	27	92,5
	Bio Mihályteleki	237,9	3,229	-0,119	F (3, 15)= 2847,9	25	109,1
	Bio Kárminv.	284,5	3,110	-0,096	F (3, 15)= 2914,0	31	129,1

*A regressziós paraméterek t-próbái és az F-próba eredményei is $p < 0,001$ szinten szignifikánsak voltak.

Table 5. Logistic model fitting on colour content accumulation. (1) Year, (2) Samples, (3) Inflection point x (day), (4) Inflection point y (ASTA)

2. ábra. A tényezők és a kölcsönhatások jelentősége (η^2) a dinamikai mutatók alakulásában (É: évjárat, T: termesztés, F: fajta, H: hiba)

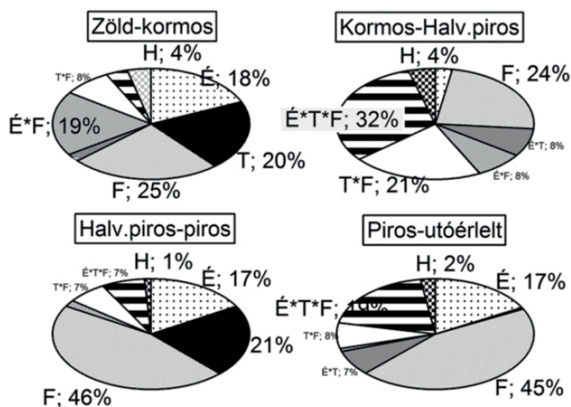


Figure 2. The importance (η^2) of factors and their interactions on the ripening dynamics. (É: year, T: production technology, F: variety, H: Error)

3. ábra. A színezéktartalom változási dinamika (D_y , ASTA \times nap $^{-1}$)

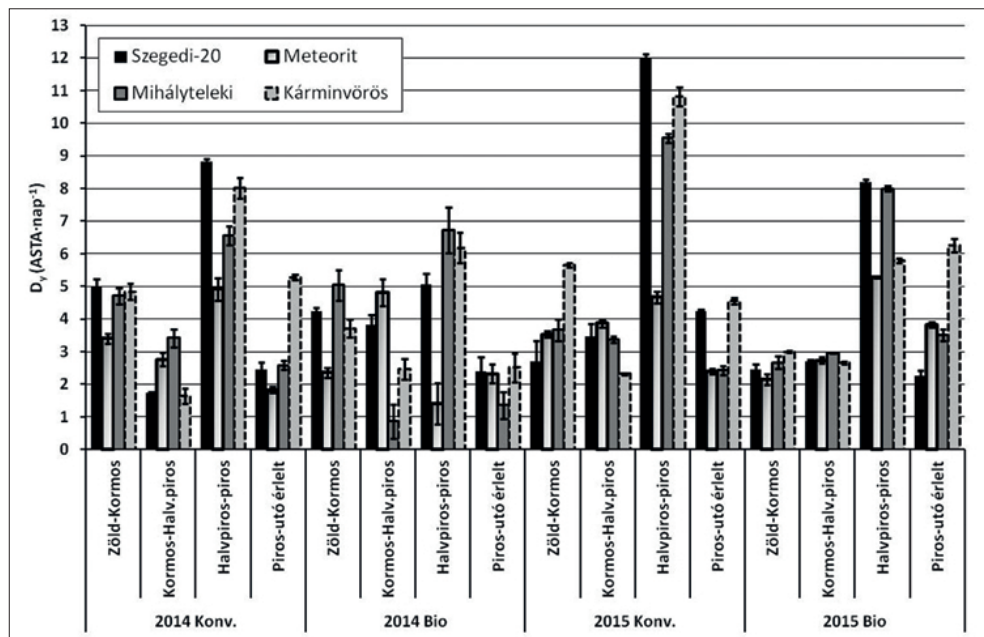


Figure 3. Colour content accumulation dynamics (D_y , ASTA \times nap $^{-1}$)

A **zöld-kormos és a kormos-halványpiros érési szakaszokban** a színezéktartalom lassan emelkedett, a változások üteme 0,86-5,65 ASTA·nap⁻¹ dinamikai mutatókkal jellemezhető. A bio termékek többségében ASTA színérték emelkedési üteme szignifikánsan kisebb volt, mint a konvencionális termékekben. A Meteorit terméseit a legkisebb felhalmozódási ütem jellemezte a két évjáratban, azonos termesztési eljárás mellett. A zöld-kormos-halványpiros változás alatt a 2015-ös mintákban mérsékeltőbb volt a színanyagok képződése, mint a 2014-es termékekben. Ennek oka, hogy a napi középhőmérsékletek összege a konvencionális területen 91,9 °C-al, a bio esetében 94,3 °C-al kedvezőbb volt 2014-ben. Márkus et al. (1999) eredményei alapján a csapadékosabb és hűvösebb évjárat hátráltatja a xantofillok, és a későbbiekben a diészterek képződését.

A **halványpiros-piros színátmenet** időszakában találhatók a függvények inflexiós pontjai, ezáltal a színanyag felhalmozódás maximális sebességei. Az évjárat és termesztés átlagában a legintenzívebb érési folyamat a Szegedi-20 (8,52 ASTA·nap⁻¹) termékekre volt jellemző. Ezt követi a Kárminvörös (7,70 ASTA·nap⁻¹) és a Mihályteleki (7,07 ASTA·nap⁻¹). A Meteorit termései szignifikánsan a legkisebb dinamikai mutatókkal rendelkeztek (4,06 ASTA·nap⁻¹). 2015-ben meteorológiai feltételek kedvezőbb hatással voltak a színanyag felhalmozódásra (főátlag: 8,04 ASTA·nap⁻¹), mint 2014-ben (5,96 ASTA·nap⁻¹). A bio termékek érése és a színanyagok felhalmozódási üteme szignifikánsan lassabb volt (főátlag: 5,83 ASTA·nap⁻¹), összehasonlítva a konvencionálissal (8,17 ASTA·nap⁻¹).

A halványpiros-piros szakaszban a bogycok betakarításra alkalmas állapotba kerülnek, ezért értékeltük a kivonható összes színezéktartalmat is. A termesztési eljárás szerint összehasonlítva a mintákat megállapítható, hogy 2014-ben a bio paprikák színezéktartalma a szedésre alkalmas állapotban 16-22 ASTA-val kevesebb volt a konvencionális termékekhez viszonyítva. 2015-ben a különbségek jelentősebbek, mivel a bio minták színezéktartalmai 22-69 ASTA-val maradtak el a konvencionálisaktól. A konvencionális termesztés során alkalmazott nagyobb mértékű tápanyagellátás és a vegyszeres növényvédelmi eljárások egyértelműen hozzájárultak a kedvezőbb értékekhez.

Utóérleléskor a főátlagok alapján a legintenzívebb felhalmozódás a Kárminvörös terméseiben zajlott le (4,66 ASTA·nap⁻¹). Ezt követi Szegedi-20 (2,83 ASTA·nap⁻¹). A Meteorit és Mihályteleki paprikákban a dinamikai mutatók hasonlóan alakultak (2,59-2,47 ASTA·nap⁻¹). 2014-ben a konvencionális termékek szignifikánsan gyorsabb ASTA érték emelkedést mutattak (főátlag: 3,03 ASTA·nap⁻¹), mint a bio paprikák (2,15 ASTA·nap⁻¹). 2015-ben eltérő tendenciák figyelhetők meg, így a bio termékekben mutatható ki intenzívebb utóérés (3,96 ASTA·nap⁻¹), mint a konvencionálisokban (3,40 ASTA·nap⁻¹). A 2015-ös kedvezőbb évjárat hatása, és konvencionális gazdaságban a nagyobb mértékű tápanyag utánpótlás eredményeként a színanyag-felhalmozódás leginkább a szedést megelőző érési szakaszokra koncentrált. Ezek alapján arra lehet következtetni, hogy a lassabb ütemű biológiai érés valamelyest kompenzálható az utóérlelés során.

4. ábra. Az utóérlelt termékek színezéktartalma, és a tényezők hatása
(É: évjárat, T: termesztés, F: fajta, H: hiba)

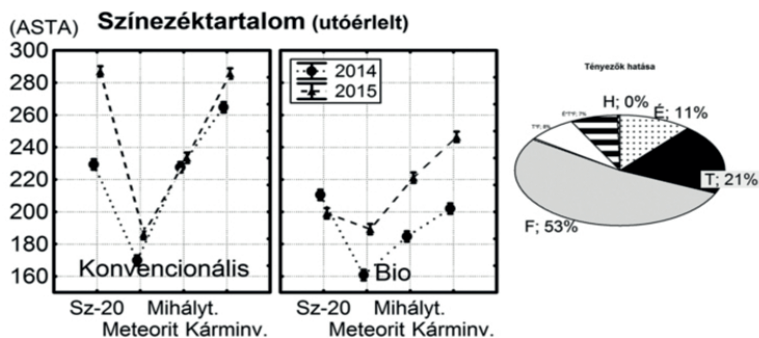


Figure 4. Colour content of post- ripened crops.
(É: year, T: production technology, F: variety, H: Error)

Az **utóérlelt termékek**ben a színezéktartalom varianciáját döntően a fajta determinálta (4. ábra), amelynek hatása növekedett az érés során. A termesztés hatása számottevő volt (21%), és ezt követte az évjárat (11%). Az évjáratok átlagában a konvencionális Kárminvörös színezéktartalma 275,3 ASTA, a Szegedi-20 258,2 ASTA, a Mihályteleki 230,5 ASTA, a Meteorit 178,1 ASTA. A bio paprikák esetében a Kárminvörös 224,2 ASTA, a Szegedi-20 204,8 ASTA, a Mihályteleki 202,9ASTA, a Meteorit 175,0 ASTA színezéktartalommal rendelkezett. Az utóérlelt minták színezéktartalmai is megerősítik, hogy a konvencionális termesztésű paprikákból jobb minőségű örlemények állíthatók elő. Különösen a Szegedi-20 és Kárminvörös fajtákkal. A kedvezőbb évjárat a Mihályteleki és Meteorit esetében mérsékelte a termesztéstechnológiákból adódó különbségeket. A színezéktartalom alapján az utóérlelt paprikák alkalmasak voltak kiváló minőségű örlemények előállítására.

A szárítás megállítja az utóérési folyamatokat, és az ASTA értékek további emelkedését. Azonban a logisztikus függvény „A” paramétere (5. táblázat) az utóérlelt színezéktartalomtól magasabb becsült telítettségi szinteket mutatott. Feltételezhető, hogy a termékek ezeket elérték volna, ha az utóérlelés folytatódik. Ez azt jelentheti, hogy a modell segítségével értékelhető, hogy post-harvest műveletek során mennyire közelítettük meg az elméletileg elérhető legjobb minőséget. A vizsgált minták színezéktartalma 3,6-14,2%-al maradt el az elméleti telítődési értéktől.

A **növényállományok megjelenése** alapján megállapítottuk, hogy a Meteorit és a Mihályteleki termesztése mindkét technológiával eredményes volt. A betegségekkel szembeni tolerancia és az alkalmazkodó képesség a bio területeken is egyértelműen megmutatkozott. A rezisztenciával, vagy betegség- toleranciával nem rendelkező, fogékony fajták (Szegedi-20 és Kárminvörös) bio termesztése a 2015-ös kedvező évjáratban sem volt eredményes. A kiterjedt betegség tünetek mellett a terméskötések jelentős elmaradása, bokrok pusztulása vagy fejlődésének visszamaradása jellemző.

Köszönetnyilvánítás

Vizsgálatainkat a Gorzai Mezőgazdasági Zrt. és a Rubin Szegedi Paprikafeldolgozó Kft. támogatta.

Irodalomjegyzék

1. American Spice Trade Association. 1997. 20.1. Extractable color in capsicums and their oleoresins. Official analytical methods of the American Spice Trade Association. Fourth edition, 89.
2. Biacs, P.A., Daood, H.G., Pavisa, A. and Hajdu, F. 1989. Studies on the carotenoid of paprika (*Capsicum annuum* L. var Sz-20). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 37(2): 279-574.
3. Bouvier, F., Backhaus, R.A. and Camara, B. 1998. Induction and control of chromoplast-specific carotenoid genes by oxidative stress. Journal of Biological Chemistry, 273: 30651-30659.
4. Britten, G. 1979. Carotenoid biosynthesis – a target for herbicide activity. Z. Naturforsch, 979-985.
5. Camara, B. and Brangeon, J. 1981. Carotenoid metabolism during chloroplast to chromoplast transformation in *Capsicum annuum* fruit. Planta, 151: 359-364.
6. Carmer, S.G. and Walker, W.M. 1985. Pairwise multiple comparisonso f treatment means in agronomic research. Journal of Agronomic Education, 14: 19-26.
7. Cohen, J. 1973. Eta-squared and partial eta-squared in fixed factor ANOVA design. Educational and Psychological Measurement, 33: 107-112.
8. Daood, H.G., Kapitány, J., Biacs, P. and Albrecht, K. 2006. Drying temperature, endogenous antioxidants and capsaicinoids affect carotenoid stability in paprika (red pepper spice). Journal of the Science of Food and Agriculture, 86: 2450-2457.
9. Deli, J., Matus, Z., Szabolcs, J. 1992. Carotenoid Composition in the Fruit Black Paprika (*Capsicum annuum* Variety *lingum nigrum*) during ripening. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 40: 2072-2076.
10. Dias, G.B., Gomes, V.M., Moraes, T.M.S., Zottich, U.P., Rabelo, G.R., Carvalho,A.O., Moulin,M., Gonçalves, L.S.A., Rodrigues, R., Dacunha, M. 2013. Characterization of *Capsicum* species using anatomical and molecular data. Genetics and Molecular Research, 12(4): 6488-6501.
11. Gómez-García, R.M. and Ochoa-Alejo, N. 2013. Biochemistry and Molecular Biology of Carotenoid Biosynthesis in Chili Peppers (*Capsicum* spp.). International Journal of Molecular Sciences, 14: 19025-19053.
12. Hamzaoui-Essoussi, L. and Zahaf, M. 2012. The Organic Food Market: Opportunities and Challenges. In: Reed M. (Ed.): Organic Food and Agriculture – New Trends and Developments in the Social Sciences. Intech, Winchester, UK. 63-88.
13. Howard, L.R., Talcott, S.T., Brenes, C.H. and Villalon, B. 2000. Changes in phytochemical and antioxidant activity of selected pepper cultivars (*Capsicum* sp.) an influenced by maturity. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48: 1713-1720.
14. Lernoud, J. and Willer, H. 2017. The organic and fairtrade market in 2015. In: Lernoud, J., Willer, H. (Ed.): The world of organic agricultural agriculture statistics and emerging trends, Version 1.3, FIBL and IFOAM – Organics International, Bonn. 143-148.
15. Márkus, F., Daood, H.G., Kapitany, J. and Biacs, P.A. 1999. Change in the carotenoid and antioxidant content of spice red pepper (paprika) as a function of ripening and some technological factors. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 47: 100-107.
16. Mateos, R.M., Jiménez, A. and Román, P. 2013. Antioxidant system from pepper (*Capsicum annuum* L.): involvement in the response to temperature changes in ripe fruits. International Journal of Molecular Science and Technology, 42: 1482-1488.
17. Mínguez-Mosquera, M.I. and Hornero-Méndez, D. 1994a. Formation and transformation of pigments during the fruit ripening of *Capsicum annuum* cv. Bola and Agridulce. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 42: 38-44.
18. Mínguez-Mosquera, M.I. and Hornero-Méndez, D. 1994b. Changes in Carotenoid Esterification during the Fruit Ripening of *Capsicum annuum* Cv. Bola. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 42(3): 640-644.
19. Rodríguez-Amaya, D.B. 1993. Nature and distribution of carotenoids in foods. Charalambous, G. (Ed.): Shelflife studies of foods and beverages. Chemical, biological, physical and nutritional aspects. Elsevier Science Publishers, Amsterdam. 547-589.
20. Rodríguez-Amaya, D.B. 2001. A guide to carotenoid analysis in foods. Ilsi Press, Washington, D. C., USA,

- 1-5., és 14-22.
21. Schweiggert, U., Kurz, K., Schieber, A. and Carle, R. 2006. Effects of processing and storage on the stability of free and esterified carotenoids of red peppers (*Capsicum annuum* L.) and hot chilli peppers (*Capsicum frutescens* L.). *European Food Research and Technology*, 225(2): 261-270.
22. Sváb, J. 1981. Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Könyvkiadó Vállalat, Budapest. 557.
23. Veress, K. 2007. A Newton és Gauss-Newton módszerek alkalmazása egyenletrendszerek megoldására és nemlineáris optimalizálásra. Egyetemi jegyzet, Szeged. 46.
24. Verhulst, P.F. 1838. Notice sur la loi que la population suit dans son accroissement. *Correspondance Mathematique et Physique*, 10: 113-121.

Accumulation dynamics of colour content in red spice paprika under different cultivation conditions

KONCSEK, A.¹, DAOOD, H.G.², HELYES, L.², VÉHA, A.³

¹ Rubin Spice Paprika Processing Szeged Ltd.

² Szent-István University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences

³ University of Szeged, Faculty of Engineering

E-mail: labor@rubinpaprika.hu

Summary

Organic production is an opportunity to increase the profitability of spice paprika cultivation, to strengthen the market position and reputation of Hungarian paprika. Currently, varieties developed for conventional cultivation are available for organic cultivation. The accumulation dynamics of colour content was studied in four varieties cultivated conventionally and organically, for two year. The accumulation was modeled with symmetric logistic function. Function analysis showed the maximum rate of accumulation and the maximum colour content that can be reached during post-harvest ripening. Accumulation dynamics were primarily influenced by the variety; the effect of cultivation and the vintage year was secondary. Conventional cultivation has clearly contributed to favorable colour content. In particular, the 2015 and the more intense nutrient supply have increased the differences between the conventional and organic cultivation. The post-harvest ripened spice paprika samples were suitable for the production of high quality milled products.

Keywords: spice paprika, cultivation conditions, ripening dynamics, colour content

Szerzők:

Koncsek Arnold - kapcsolattartó szerző - PhD, labor- és minőségirányítási vezető, Rubin Szegedi Paprika Feldolgozó Kft., 6771 Szeged-Szőreg, Szerb u. 173.

Helyes Lajos - DSC, intézetvezető, egyetemi tanár, Szent István Egyetem, 2100 Gödöllő, Páter K. u. 1.

Daood G. Hussein -CSc. egyetemi tanár, Szent István Egyetem, 2100 Gödöllő, Páter K. u. 1.

Véha Antal -CSc. egyetemi tanár, intézetvezető, Szegedi Tudományegyetem, Mérnök Kar, 6725 Szeged, Moszkvai krt. 5-7.