

A napégés hatása az Idared almafajta gyümölcsminőségére

Racsó József¹ – Szabó Zoltán¹ – Lakatos László² –
Lőrinczy Gábor³ – Nyéki József¹

¹Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum,
Szaktanácsadási és Fejlesztési Intézet, Debrecen

²Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum,
Mezőgazdaságtudományi Kar,
Erőforrásgazdálkodási Tanszék, Debrecen

³Kasz-Coop Kft., Derecske
racsko@helios.date.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők jelen tanulmányban a napégés hatását vizsgálták az almagyümölcs minőségi tulajdonságaira (fedőszín-borítottság, szövetkárosodási mélység, húskeménység, szárazanyag-tartalom).

A napégés-károsodás tünetek a fedőszíntől és egymástól is rendszerint eltérő színárnyalatú koncentrikus körök formájában mutatkoztak, melyek megjelenése kapcsolatba hozható a károsodás arányával. A napégett folt epicentrumától a gyümölcs felszínén a következő színárnyalatokat figyelték meg a szerzők: sötétbarna (erősen károsodott), világosbarna (közepesen károsodott), halványpiros (gyengén károsodott) és piros fedőszín (nem károsodott).

A napégés rendszerint felületi tünetek formájában jelentkezik, azonban az erős fény-, hőhatás, továbbá az alacsony relatív páratartalom következtében többnyire az epidermisz alatt található sejtek is károsodtak a megfigyelés során. A károsodás mélysége nem jelentős, általában 1,5-2,0 mm közötti. Mivel köztudottan nem homogén az alma szöveti felépítése, a károsodás erőssége ennek megfelelően szintén különbségeket mutat a gyümölcsfelület különböző részei alatt.

A napégés gyümölcshús-keményiségre gyakorolt hatásának vizsgálata alapján megállapítható, hogy a napégés hatására növekszik a károsodott gyümölcscrész húskeménysége. Ez azzal magyarázható, hogy a napégett növényi sejtek többnyire elpusztulnak, a szövet vizet veszít és megkeményedik. E vízvesztés azonban hozzájárul a szárazanyag-tartalom növekedéséhez.

Kulcsszavak: alma, gyümölcsminőség, húskeménység, napégés, szárazanyag-tartalom

SUMMARY

The aim of this study is to investigate the effect of sunburn injury on fruit quality parameters (colour-coverage, depth of affected tissue, fruit flesh firmness, soluble solids content) of apple.

The symptoms of sunburn injury appeared in concentric ring shape, differed from each other and surface colour-coverage. This can be due to the ratio of the injury. The authors observed the following colours on the fruit surface (from the epicentre of the blotch on the transversal diameter of the fruit) dark brown (strongly affected), light brown (moderately affected), pale red transition (poorly affected), red surface colour-coverage (not affected).

Sunburn of apple fruits is a surface injury caused by solar radiation, heat and low air relative humidity that in the initial phase results in a light corky layer, golden or bronze discolouration, and injuries to the epidermal tissue, in the surface exposed to radiation. Thus it detracts from its appearance, but in most cases, it would not cause serious damage to the epidermal

tissue. The depth of affected tissue is not considerable, its values are between 1.5-2.0 mm generally. It is commonly known that the tissue structure of apple fruit is not homogeneous. Accordingly, the degree of injury shows some differences under the different parts of the fruit surface.

On the basis of flesh firmness research, the authors established that the measure of flesh firmness of the affected part of apple fruit increases with the effect of sunburn. The consequence of this is the suffered plant cells will die, the water content of this tissue decreases and the fruit gets harder. This water-loss caused the increase of soluble solids content.

Keywords: apple, flesh firmness, fruit quality, soluble solids content, sunburn

BEVEZETÉS

A napégés a gyümölcsstermő növények fiziológiai károsodása. A tünetek többnyire arany-bronz elszíneződés formájában jelentkeznek a gyümölcsök napsütötte oldalán (Racsó et al., 2005b). Ezáltal rontják a külső megjelenést, de a legtöbb esetben nem okozzák a bórszövet nagy mértékű sérülését. A bórszövet alatti szövet sem mutat komolyabb elváltozást. A napsütötte rész keményebb állományú, de a tárolás során gyorsan megpuhul (Gurnsey és Lawes, 1999). Az igazi értelemben vett „napseb” akkor alakul ki, ha az árnyékban fejlődő gyümölcsöt hirtelen erős napsütés éri. Ennek hatására világos vagy sárgásbarna foltok jelennek meg az alma felületén, és külső megjelenésében is az előbbi esetenél súlyosabb felszíni szöveti sérülések alakulnak ki. A károsodás általában a fa déli, dél-nyugati részén lévő gyümölcsökön alakulhat ki nagy valószínűséggel. A tünetek megfigyelhetők a fa alatt lehullott, dobozokban tárolt almákon is, ha ezek hosszabb időn keresztül erős sugárzásnak vannak kitéve (Racsó et al., 2005c). Tárolás során, de néha már a fán barna kemény, fényes felületű, besüppedő foltok jelennek meg, melyek szivacsos szerkezetűek belülről. Ezt nevezük késleltetett „napsebnek”, ami támadási pontot jelent a gombák számára (pl. alternáriás rothadás) (Barber és Sharpe, 1971; Bergh et al., 1980; Simpson et al., 1988; Racsó, 2001, 2003). De a károsodás súlyosabb formája komoly változásokat idéz elő a kutikulában, az epidermális és a szubepidermális szövetben. A sejtek fala megvastagszik. Intracellulárisan pedig nő a fenolok mennyisége, illetve átrendeződik a plasztidok és tilakoidok szerkezete (Barber és Sharpe, 1971; Andrews és Johnson, 1996).

A károsodás kialakulásában a napsugárzás alapvető szerepén kívül más tényezők is szerepe van (Racskó et al., 2005a). Elsősorban az alma fajtája, fiziológiai állapota és az állomány szerkezete az, ami kulcsfaktor lehet a károsodás kialakulása során. Az almafajták eltérő mértékben érzékenyek a napsugárzásra és a hőmérsékletre (Tóth, 1998b, 2000). Ez a környezeti igény eltéréseiből is adódhat, de lényeges szerepe van a gyümölcs szöveti felépítésének is, a kutikula és a viasz vastagságának, és a fajtára jellemző pigmentáltságnak. Az érés egyes szakaszaiban változhat a napsugárzással és a hőmérséklettel szembeni érzékenység (Soltész, 2003a, 2003b). Ez is a gyümölcs húsának szöveti fejlődésével magyarázható (Racskó, 2005b).

Egyes fajták – mint például a Granny Smith – fényre érzékenyek, mivel a bőrszövetük vékony, így az könnyebben megsérülhet (Racskó et al., 2005d; Tóth, 1998a, Tóth et al., 2004; Soltész, 2005). A kalcium hiánya (kalciumhiányos talajok) növeli a fényvel szembeni érzékenységet, mivel hatással van a bőrszövet vastagságára. A növény fiziológiai állapota alatt értjük a víz- és tápanyag-ellátottságot. A gyümölcs túlhevülését csökkenti a transpirációs hővesztés, aminek a hatékonysága száraz periódusban (aszály), illetve kis hozzáférhető vízkészlet mellett (pl. homoktalajokon) leromlik. Ekkor növekszik a napégés kialakulásának kockázata. Nem megfelelően kijuttatott tápanyagok hatására a gyümölcs szöveti sérülékenyebbé válhatnak. A nitrogén növeli az új hajtások megjelenését, ami az árnyékolás miatt előnytelen az optimális szín elérése szempontjából (Meheriuk et al., 1994).

Brooks és Fisher (1926) és Meyer (1932) megállapították, hogy a piros gyümölcsű almafajták ellenállóbbak napéggel szemben.

Az alma intenzív színeinek kialakításához a szedés előtti hetekben napi 20-25°C nappali és 18°C körüli esti hőmérséklet mellett megfelelő megvilágítottság is szükséges. A megfelelő szín kialakulásához a felszínre lejutó sugárzás 50-70%-a szükséges (Gurnsey és Lawes, 1999). Ennek elérése céljából a fa koronáját ehhez is igazítják, sőt nyaranta metszéssel csökkentik az új hajtások egy részét (pl. a Royal Gala igényli ezt) (Soltész, 2000). Éppen azért, hogy a hajtás levelei ne árnyékolják le az érő almát. A színeképződés miatt optimális állomány- és faszkelet viszont megnövelheti a napégés kialakulásának kockázatát (Gurnsey és Lawes, 1999).

A napégés kialakulását pár nap időjárási állapota is eldöntheti, ha az a gyümölcs fejlődésének egy érzékeny szakaszában következtek be a változások (Piskolczi, 2003; Piskolczi et al., 2004). A napsugárzás összetevői mellett a másik lényeges változás, hogy a napsütötte oldal felszíne akár több, mint 18°C-kal is magasabb hőmérsékletű lehet a levegő hőmérsékleténél, és 8-9°C-kal az árnyékolt résztől (Meheriuk et al., 1994). Ha a hűvös éjszakát túl magas hőmérsékletű nappal követi az antocianin szintézis erősen visszaesik. Arndt (1992) szerint amennyiben júliusban, augusztusban és szeptemberben a levegő hőmérséklete meghaladja a

28-32°C-ot, a napégés kialakulása is gyakoribb. A levegő hőmérsékletének további hatásait különféle gyümölcsöknél Barber és Sharpe (1971) és Schroeder (1961) vizsgálta. Brooks és Fisher (1926) arról számolt be, hogy ha a napsütésnek kitett alma felülete 14°C-kal melegebb a levegő hőmérsékleténél, akkor már kialakul a sérülés. Ez pedig a hő, nem pedig a napsugárzás hatására jön létre. Rabinowitch et al. (1974) ezzel szemben megállapítja, hogy a napégés jelensége paradicsomnál a hő és a látható fény hatására jön létre.

Az alma gyümölcsének felszínén és testében a fény és a hőmérséklet egyenlőtlen eloszlása egy sor biokémiai folyamatot indít el, miközben megváltoztatja a lédús gyümölcs vízgazdálkodását is (Racskó et al., 2005a). A növény fényvel szembeni egyik védekező mechanizmusa, hogy a napsütötte oldalon növekszik a gyümölcs héjában a színanyagok (pl. flavonoidok, karotinoidok, antociánok) mennyisége. Ez a folyamat a növény természetes védelme a napsugárzással szemben. Ezek az anyagok felelősek az alma színéért, mintázataért is (Reay és Lancaster, 2001; Racskó et al., 2005e).

Smart és Sinclair (1976) a fenti megállapításokat szőlő esetében vizsgálta. Ekkor az abszorbeált napsugárzás energiájának meghatározásakor a következő értékeket vette figyelembe: a konvekciós energiavesztés, a hosszuhullámú sugárzás révén kialakuló nettó energiavesztés, a transpirációs hűtés energiavesztését, a gyümölcs belsejébe vezetett energiavesztés. Mindezt kis méretű, gömbfelületű, fürtös gyümölcsre (szőlő) alkalmazták. Az általuk alkalmazott összefüggés esetében két korlátozást is megemlítenek. Egyrészt az általuk használt modell a gyümölcs testében homogén állapotokat feltételez, ami igen nagy hővezető képességgel rendelkező, kis gyümölcsöknél (például egy szőlőszemnél), nem tekinthető hibának. Nagyobb átmérőjű vagy kis hővezetésű gyümölcsöknél viszont problémát jelenthet. Smart és Sinclair (1976) által alkalmazott modell másik kifogásolható része, hogy a gyümölcs felszíne felett egyenesnek veszi a hőtranszformációs koefficiens (Thorpe, 1974).

Schrader et al. (2001) vizsgálataiban kimutatta, hogy az UV-B sugárzás nem előfeltétele a napégés kialakulásának, és önmagában nem okoz napéggyszerű tüneteket.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Megfigyeléseinket Kelet-Dunántúlon, a hajdúsági alma-termőtáj egy intenzív művelési rendszerű ültetvényében végeztük. A termőterület figyelemreméltó adottsága a gyakori felhőzet és a globálsugárzás 4300-4400 MJ/m² évi összege. Ennek figyelembevétele nem elhanyagolható, hiszen a meteorológiai tényező a napégés kialakításában meghatározó szerepet tölt be.

Az ültetvény Derecskén, 1998 őszén, É-D irányú sortájolással létesült. A fákat 3,8×0,8 m térállásban telepítették. A kísérletben az ültetvényben szokásos műveléstechnológiát, integrált növényvédelmet, s a

karcsúorsó koronaformát alkalmazták. Az ültetvény sorköze füvesített, ahol a kaszálékot a fák alá a sorokba terítették a nedvesség megőrzése és a gyomosodás visszaszorítása céljából. A kísérletben az Idared fajtát választottuk ki vizsgálat céljából. A napégés tüneti bonitálását 2004. és 2005. évben szeptember végén, a gyümölcs biológiai érettségét követően végeztük (1. táblázat).

1. táblázat

A napégés jellemzésére alkalmas mutatók értékei
Idared fajtánál
(Derecske, 2004-2005)

Károsodási mutatók*(1)	Nagyság(6)
Napégés gyakorisága (%) (2)	4,4
Napégés mértéke (%) (3)	22,1
Napégett folt átmérője (mm) (4)	40,2
Napégés erőssége (5)	5,5

Table 1: Characteristics of sunburn injury for cv. Idared (Derecske, 2004-2005)

parameters of sunburn injury*(1), frequency of injury (%) (2), degree of injury (%) (3), diameter of affected blotch (mm) (4), strength of injury (5)

*Napégés gyakorisága: a napégéses tüneteket mutató gyümölcsök száma az összes megvizsgált gyümölcs százalékában kifejezve.

Napégés mértéke: egyedi gyümölcsönként a napégett gyümölcsrész területi kiterjedése a teljes gyümölcsfelület százalékában kifejezve.

Napégett folt átmérője: értékét kombinációnként határoztuk meg tolmérő segítségével, 0,1 mm pontossággal fejeztük ki.

Napégés erőssége: értékét vizuálisan állapítottuk meg, amely során figyelembe vettük a napégett folt gyümölcshöz viszonyított nagyságát, a fedőszíntől való színintenzitás-eltérést, valamint a károsodás gyümölcshúsban való mélységét (1-10).

A laboratóriumi vizsgálatok és a megfigyelt gyümölcsminőségi paraméterek az alábbiak voltak:

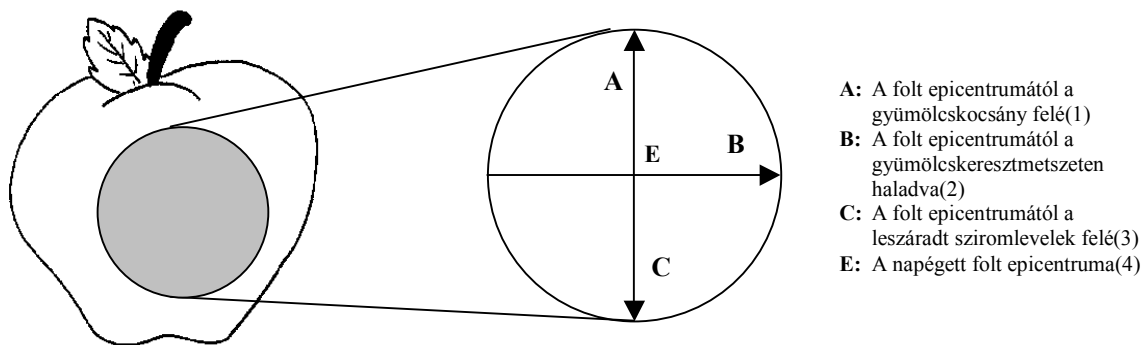
(1) Szöveti károsodás mélysége: A károsodás mélységét mikroszkóp segítségével állapítottuk meg, s két károsodási szintet különítettünk el. Az erősen károsodott szövet sötétbarna színeződésű volt, melyben a sejtek életképtelenek voltak. A gyenge károsodásnál enyhe világosbarna elszíneződést tapasztaltunk, ebben a szövetben a sejtek közel 50%-a elpusztult.

(2) Húskeménység: Mérése Bishop-típusú kézi penetrométerrel történt, értékét 0,01 kg/cm² pontossággal fejeztük ki az aktuális szövetrésze vonatkoztatva.

(3) Szárazanyag-tartalom: Mérése OG/101-A típusú kézi refraktométerrel történt, az aktuális szövetrésze vonatkoztatva. Értékét 0,01 ref% pontossággal állapítottuk meg.

Mivel a gyümölcs különböző részein (kocsány mellett, a gyümölcs keresztirányú átmérője, a leszáradt szíromlevelek közelében) eltérő a minőségi mutatók értéke, így célszerűnek találtuk a vizsgálatok folton belüli, eltérő keresztmetszetekben való értékelését is (1. ábra).

1. ábra: A vizsgálatok metszeti iránya a károsodott folton belül



- A: A folt epicentrumától a gyümölcskocsány felé(1)
- B: A folt epicentrumától a gyümölcskeresztmetszeten haladva(2)
- C: A folt epicentrumától a leszáradt szíromlevelek felé(3)
- E: A napégett folt epicentruma(4)

Figure 1: Direction of examination within the sunscald from epicentre of blotch to peduncle(1), from epicentre of blotch on transversal diameter of fruit(2), from epicentre to withered petals(3), epicentrum of sunburned blotch(4)

EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE

A napégés hatása a gyümölcsszíneződésre

A kísérleti eredmények azt mutatták, hogy a napégés-tünetek elsősorban a gyümölcsök magas fedőszín-borítottságú részein jelentkeznek. Ez adódik abból, hogy a magas fedőszín-borítottság, a magas antocianin-tartalom kizárólag magas fényellátottság mellett alakul ki. Ez egyrészt fajtatulajdonság, másrészt természetes védekezési reakciója a gyümölcsnek.

Azonban a túlzottan erős megvilágítás a gyümölcs esetében negatív következményekkel is járhat, a károsodás elsősorban „napseb” és „napégéses folt” tünetek formájában jelentkezik. A tünetek a fedőszíntől és egymástól is rendszerint eltérő színárnyalatú koncentrikus körök formájában mutatkoznak, melyek az eltérő szöveti károsodás miatt alakulnak ki. A gyűrűk közel koncentrikusak, és nem teljesen pontosan kör alakúak, de jó közelítéssel annak vehetők (2. ábra). A színek megjelenése tehát kapcsolatba hozható a károsodás arányával.

2. ábra: A napégett gyümölcsfolt színeződése

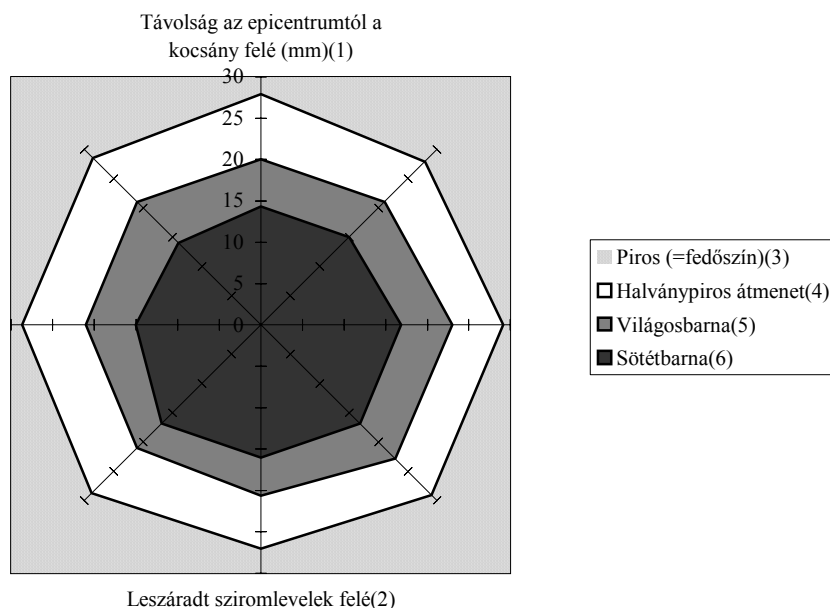


Figure 2: Colorization of sunburn on fruit surface distance from the epicentre to the peduncle (mm)(1), to withered petals(2), red (=surface colour)(3), pale red transition(4), light brown(5), dark brown(6)

A napégett folt epicentrumától, azaz a legerősebb károsodási ponttól kifelé haladva a gyümölcs felületén a következő színárnyalatokat figyeltük meg:

- sötétbarna (erősen károsodott),
- világosbarna (közepesen károsodott),
- halványpiros (elfehéredő fedőszín mellett gyengén károsodott) és
- piros fedőszín (nem károsodott).

A napégés hatása a gyümölcshús károsodási mélységére

A napégés rendszerint felületi tünetek formájában jelentkezik, azonban az erős fény-, hőhatás, továbbá az alacsony relatív páratartalom következtében többnyire az epidermisz alatt található sejtek is károsodtak a megfigyelés során. A károsodás mélysége nem jelentős, általában 1,5-2,0 mm közötti (3-5. ábra).

Mivel köztudottan nem homogén az alma szöveti felépítése, a károsodás erőssége ennek megfelelően szintén különbségeket mutat a gyümölcsfelület különböző részei alatt. A károsodás inhomogenitását fokozza a gyümölcsök fánkenti pozíciója, mely az eltérő árnyékoltság esetében jut kifejezésre.

A gyümölcs keresztirányú átmérője mentén haladva azt tapasztaltuk, hogy a károsodott folt epicentrumától távolodva egyre csökken a károsodás mélysége. A károsodás rendszerint addig a távolságig mutatható ki, ameddig még – a fedőszínhez képest – színváltozás tapasztalható a gyümölcs felületén. A legerősebb (legmélyebb) károsodást a napégett folt epicentrumában, 0-5 mm-es sugarú körben figyeltük meg. A károsodás igen gyenge csökkenő tendenciát mutatott, egyre távolodva az epicentrumtól. Ugyanis még 15 mm-re a károsodott folt középpontjától,

közel 1,5 mm volt az erősen károsodott szövet mélysége, és 0,9 mm a gyenge károsodást mutatóé. Megfigyelhető volt továbbá az is, hogy a gyengén károsodott szövetréteg 15 mm távolságig közel azonos volt, s ezen távolságon felül mutatott csökkenést. Azt tapasztaltuk, hogy az erős és gyenge szövetkárosodás minden esetben együtt járt, nem fordult elő olyan eset, amikor kizárólag erős vagy gyenge károsodás önmagában forduljon elő (a vizsgált 30 mm sugarú körön belül). Itt tehát a károsodás mélysége jelentős volt a napégett gyümölcsfelület alatt (3. ábra).

Némi különbség mutatkozott a szövetkárosodás mélységében, amikor a napégett folton belül az epicentrumtól a gyümölcscsocsány felé haladtunk. Ebben az irányban kissé intenzívebb károsodás-csökkenés tapasztalható. Ez elsősorban a gyümölcs formájából adódik, de befolyásolja az is, hogy a gyümölcshús itt keményebb és jobban érvényesülhet a levelek árnyékoló hatása. Az előbbi esettel összehasonlítva tehát azt látjuk, hogy intenzív károsodás a folt epicentrumától csak kb. 10 mm távolságban jelentkezett és a károsodott szövet mélysége 25-30 mm távolságban már szinte jelentéktelen volt (4. ábra).

Mind a 2. ábrán, mind pedig a 3. ábrán tapasztaltakhoz képest jelentős különbség mutatkozott abban az esetben, amikor a károsodás mélységét a leszáradt szirmlevelek irányában vizsgáltuk. Megállapítottuk, hogy a napégett folt középpontjától itt mindössze 10 mm távolságon belül volt számottevő a szövetkárosodás (1,6-1,7 mm). Ezután, 15 mm és e feletti távolság esetén már 0,5 mm alatt maradt a károsodás mélysége, igen erős tendencia-törés mellett (5. ábra).

3. ábra: A napégés-károsodás mélysége a gyümölcshúsban, a károsodott folt epicentrumától a gyümölcs keresztirányú átmérője mentén

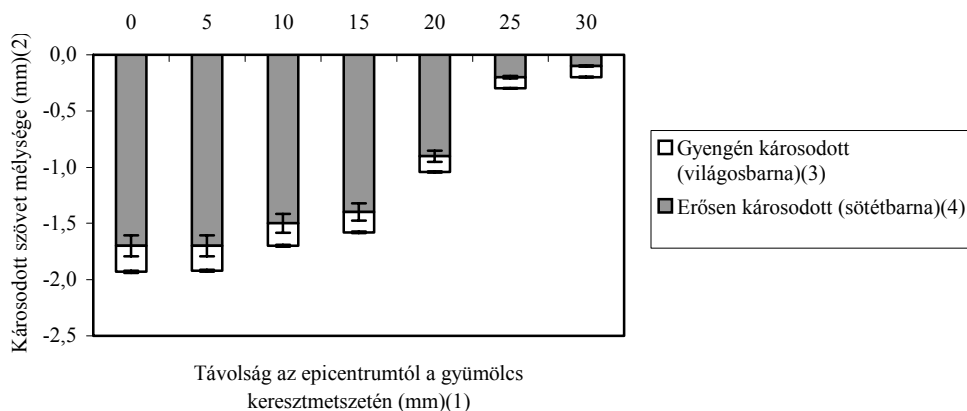


Figure 3: The deep of sunburn injury in the fruit flesh, from the epicentre of affected blotch along the transversal diameter of fruit distance from the epicentre along the transversal diameter (mm)(1), deep of affected tissue (mm)(2), poorly affected (light brown)(3), hardly affected (dark brown)(4)

4. ábra: A napégés-károsodás mélysége a gyümölcshúsban, a károsodott folt epicentrumától a kocsány felé

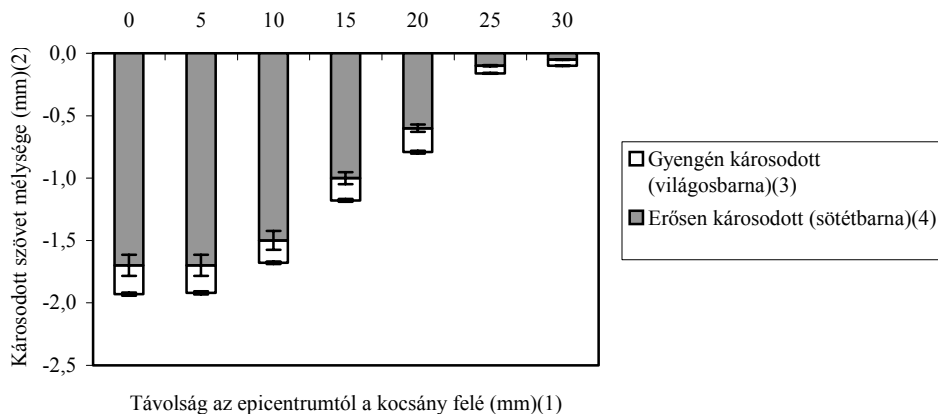


Figure 4: The deep of sunburn injury in the fruit flesh, from the epicentre of affected blotch to the peduncle distance from the epicentre to the peduncle (mm)(1), deep of affected tissue (mm)(2), poorly affected (light brown)(3), hardly affected (dark brown)(4)

5. ábra: A napégés-károsodás mélysége a gyümölcshúsban, a károsodott folt epicentrumától a leszáradt szirmlevelek felé

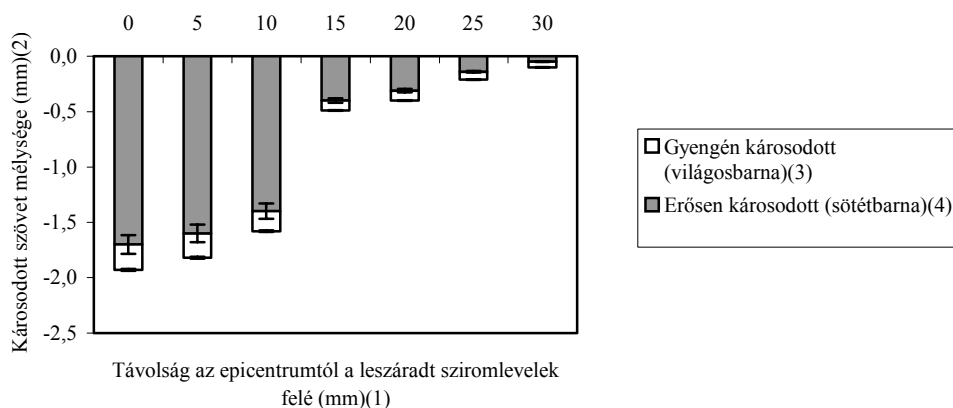


Figure 5: The deep of sunburn injury in the fruit flesh, from the epicentre of affected blotch to the withered petals distance from the epicentre to the withered petals (mm)(1), deep of affected tissue (mm)(2), poorly affected (light brown)(3), hardly affected (dark brown)(4)

A napégés hatása a gyümölcshús keménységére

A napégés gyümölcshús-keménységre gyakorolt hatását a 6-8. ábrák szemléltetik. Az ábrák alapján megállapítható, hogy a napégés hatására növekszik a károsodott gyümölcsrész hús keménysége. Ez azzal magyarázható, hogy a napégett növényi sejtek többnyire elpusztulnak, a szövet vizet veszít és megkeményedik.

A hús keménységet a gyümölcs keresztmetszeti átmérője mentén vizsgálva megállapítható, hogy az jelentősen, de nem lineárisan csökken, egyre távolodva a károsodott folt középpontjától. A folt középpontjában kimutathatóan nagyobb a hús keménység értéke ($8,50 \text{ kg/cm}^2$) és igen alacsony a mutató szórása ($\pm 0,3 \text{ kg/cm}^2$). Ahogyan távolodunk a folt epicentrumától, egyre csökken a hús keménység (közelít az egészséges szövetéhez) és egyre nő a szórás (6. ábra).

6. ábra: A hús keménység változása a napégett folton belül, az epicentrumtól a gyümölcs keresztmetszeti átmérője mentén

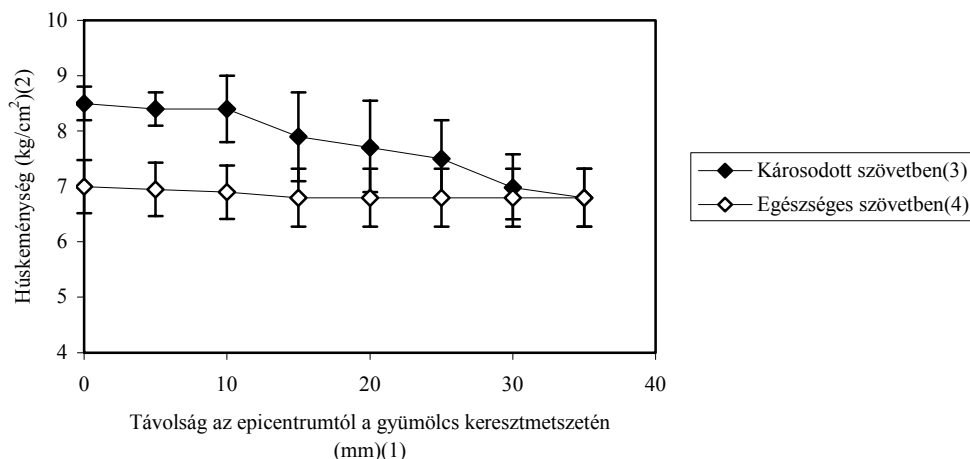


Figure 6: Changes of fruit flesh firmness from the epicentre of affected blotch along the transversal diameter of fruit distance from the epicentre along the transversal diameter (mm)(1), fruit flesh firmness (kg/cm^2)(2), in affected tissue(3), in healthy tissue(4)

A „képzelt napégett folt” középpontjától távolodva egy igen csekély mértékű hús keménység-csökkenés az egészséges szövet (gyümölcs) esetében is kimutatható. Ez azzal magyarázható, hogy az egészséges gyümölcs fedőszínnel erősebben borított felülete alatt a hús keménység magasabb, s közeledve a kevésbé intenzív fedőszínű gyümölcscrészek felé, csökken a hús keménység. Az egészséges szövetben a legmagasabb hús keménységi érték $6,98 \text{ kg/cm}^2$ volt. Az eltérő állapotú szövetek hús keménységeinek kiegyenlítődését 35 mm távolságnál tapasztaltuk, $6,82 \text{ kg/cm}^2$ érték mellett, azaz ebben a távolságban már nem mutatható ki a napégés hatása a gyümölcs hús keménységére.

A 7. ábrán látható, hogy a kocsány felé haladva kevésbé csökken olyan mértékben a hús keménység, mint az előbbi esetben. Ez abból adódik, hogy a kocsány-közeli szövetek hús keménysége az egészséges gyümölcs esetében is magasabb a gyümölcs keresztirányú átmérője mentén tapasztaltaknál. Az egészséges gyümölcs esetében a kocsány felé haladva nő a hús keménység, maximumát 25 mm távolságban éri el, s utána némi visszaesés tapasztalható. Ez abból adódik, hogy az ún. gyümölcsváll alatti szövet igen magas hús keménységi értéket mutat. A károsodás hatása a hús keménységre ebben az esetben az epicentrumtól mért 40 mm távolságban szűnik meg.

7. ábra: A hús keménység változása a napégett folton belül, az epicentrumtól a kocsány felé

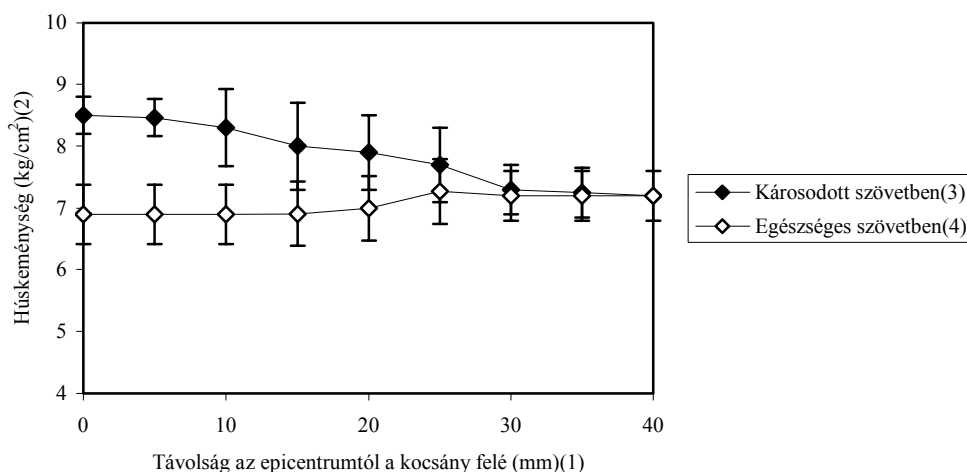


Figure 7: Changes of fruit flesh firmness from the epicentre of affected blotch to the peduncle distance from the epicentre to the peduncle (mm)(1), fruit flesh firmness (kg/cm^2)(2), in affected tissue(3), in healthy tissue(4)

A napégett folt epicentrumától a leszáradt szíromlevelek irányában haladva szintén kimutatható a húskeménység csökkenése (8. ábra). Azonban ugyanezen értéket a keresztirányú gyümölcstámrótól mérve, növekedés tapasztalható. A növekedés és a csökkenés tendenciája közel azonos, de ellentétes előjelű. A húskeménység

értékeinek szórása a legkisebb ($\pm 0,3 \text{ kg/cm}^2$) az epicentrumtól mért 5 mm távolságon belül, s legnagyobb 15 mm távolságnál ($\pm 0,6 \text{ kg/cm}^2$). Ebben az esetben érzékelhető a napégett folt középpontjától a legkisebb távolságra a napégés hatása (30 mm), a húskeménység értéke itt $7,51 \text{ kg/cm}^2$.

8. ábra: A húskeménység változása a napégett folton belül, az epicentrumtól a leszáradt szíromlevelek felé

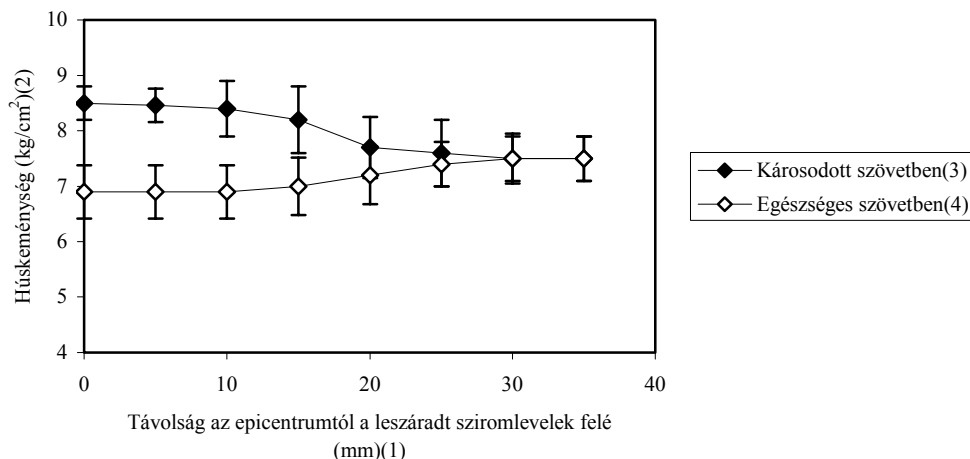


Figure 8: Changes of fruit flesh firmness from the epicentre of affected blotch to the withered petals distance from the epicentre to the withered petals (mm)(1), fruit flesh firmness (kg/cm^2)(2), in affected tissue(3), in healthy tissue(4)

A napégés hatása a gyümölcshús szárazanyag-tartalmára

A napégés hatására a gyümölcshúsban a szárazanyag-tartalomban bekövetkező változást a 9-11. ábrák szemléltetik. Az ábrák alapján megállapítható, hogy a napégés hatására jelentősen növekedett a károsodott gyümölcsrész szárazanyag-tartalma. Ennek oka, hogy az erős napégés (+ a magas hőmérséklettel párosuló alacsony relatív páratartalom) hatására a növényi sejtek elpusztulnak, a szövet vizet veszít és relatíve megnövekszik a víztartalom kívüli szárazanyagok aránya.

A gyümölcs keresztmetszeti átmérője mentén vizsgálva a szárazanyag-tartalmat megállapítható, hogy az – egyre távolodva a károsodott folt középpontjától – erősen csökkenő tendenciát mutat

(9. ábra). A folt középpontjában 14,84%-ot mértünk, melyhez igen alacsony szórás ($\pm 0,15\%$) társult. A csökkenés a károsodás egyre alacsonyabb szintje mellett kifejezett, a szárazanyag-tartalom 13,31%-ra csökkent a károsodott folton kívüli egészséges szövetben.

Azonban ha az egészséges gyümölcs esetében vizsgáljuk a „képzelt napégett folt” helyét, azt tapasztaljuk, hogy közel 0,2%-kal magasabb a folt közepén a szárazanyag-tartalom. Ez abból adódik, hogy ezen a területen magasabb a fedőszínborítottság, ami magasabb szárazanyag-tartalommal párosul. Egyébként jelentős változás nem tapasztalható az egészséges gyümölcshús keresztirányú átmérője mentén a szárazanyag-tartalommal illetően.

9. ábra: A szárazanyag-tartalom változása a napégett folton belül, az epicentrumtól a gyümölcs keresztmetszeti átmérője mentén

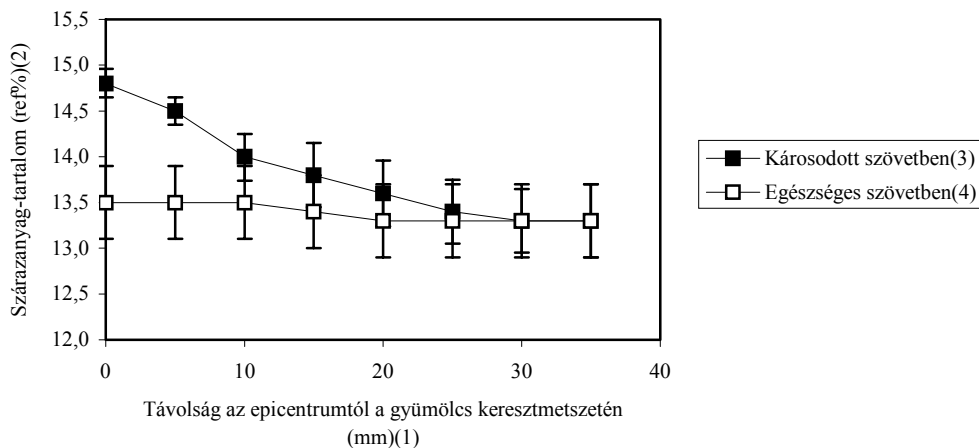


Figure 9: Changes of fruit soluble solids content from the epicentre of affected blotch along the transversal diameter of fruit distance from the epicentre along the transversal diameter (mm)(1), soluble solids content (%) (2), in affected tissue(3), in healthy tissue(4)

A 10. ábra mutatja a napégés hatására a szárazanyag-tartalom változását a károsodott folt epicentrumától a kocsány felé haladva. Ebben az irányban szintén csökkenő tendenciát figyeltünk meg. A csökkenés még kifejezettebb, mint a gyümölcs keresztirányú átmérője mentén, azonban itt sem lineáris. Gyenge károsodás (a tünetek nem jelentkeznek olyan erőteljesen) és a szárazanyag-tartalom alacsony szintje (12,82%) tapasztalható a

gyümölcskocsány mentén. A szórás értéke ebben az esetben is a legerősebben károsodott, epicentrum-közeli szövetekben a legalacsonyabb.

Az egészséges szövetben is megfigyeltünk szárazanyag-tartalom visszaesést, nevezetesen 13,51%-ról 12,82%-ra. Az értékek azt mutatják, hogy a nem károsodott gyümölcsök esetében a kocsány felé haladva (a gyümölcsvállnál) általában alacsony a szárazanyag-tartalom.

10. ábra: A szárazanyag-tartalom változása a napégett folton belül, az epicentrumtól a kocsány felé

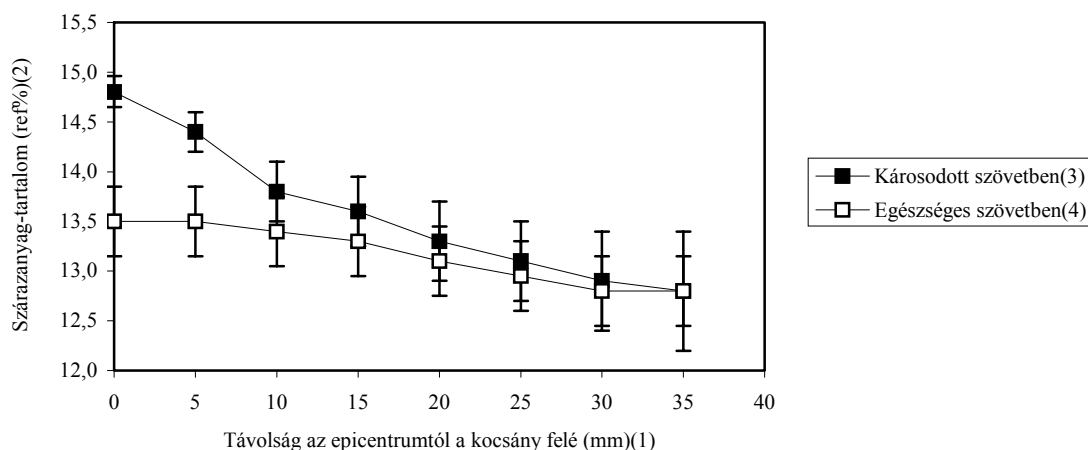


Figure 10: Changes of fruit soluble solids content from the epicentre of affected blotch to the peduncle distance from the epicentre to the peduncle (mm)(1), soluble solids content (%) (2), in affected tissue (3), in healthy tissue (4)

A napégett folt középpontjától a leszáradt szíromlevelek felé haladva szintén csökkenés figyelhető meg, azonban a csökkenés nem egyértelmű. Ugyanis míg az epicentrumtól 15 mm távolságra 13,91%-ot, addig 25 mm-re pedig már 13,99%-ot mértünk. A folt középpontjától a leszáradt szíromlevelek felé 15 mm távolságig lineáris csökkenést tapasztaltunk. A szórás értéke ($\pm 0,16\%$) pedig a károsodás közvetlen közelében (0-5 mm)

a legalacsonyabb (11. ábra).

Az előbbieken tapasztalt átmeneti, gyenge szárazanyag-növekedés az egészséges szövet esetében is kimutatható, itt a mutató értéke 13,54%-ról 13,85%-ra nőtt. A szórás ebben az esetben nem mutatott jelentős változást ($\pm 0,41\%$), némi csökkenést ($\pm 0,31\%$) 20 mm-re a napégett folt középpontjától mértünk.

11. ábra: A szárazanyag-tartalom változása a napégett folton belül, az epicentrumtól a leszáradt szíromlevelek felé

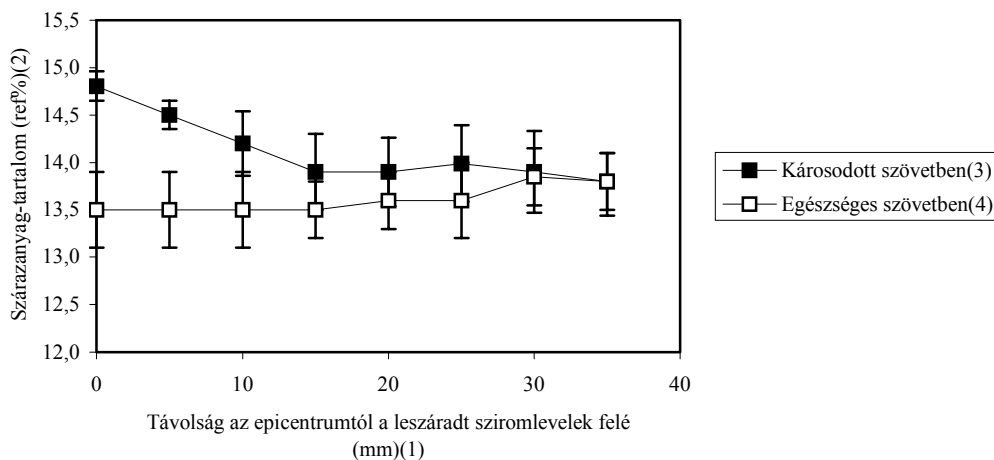


Figure 11: Changes of fruit soluble solids content from the epicentre of affected blotch to the withered petals distance from the epicentre to the withered petals (mm)(1), soluble solids content (%) (2), in affected tissue (3), in healthy tissue (4)

IRODALOM

- Andrews, P. K.-Johnson, J. R. (1996): Physiology of sunburn development in apples. *Good Fruit Grower*, 47. 12. 32-36.
- Arndt, H. (1992): Apple shading to reduce heat damage. *Tree Fruit Leader*, 1.
- Barber, H. N.-Sharpe, P. J. H. (1971): Genetics and physiology of sunscald fruits. *Agric. Meteorol.*, 8. 175-192.
- Bergh, O.-Fanken, J.-Zyl, E. J.-Van Kloppers, F.-Dempers, A. (1980): Sunburn on apples – Preliminary results of an investigation conducted during the 1978/79 season. *Deciduous Fruit Grower*, 30. 1. 8-22.
- Brooks, C.-Fisher, D. F. (1926): Some high-temperature effects in apples: contrasts in the two sides of an apple. *J. of Agr. Research*, 32. 1. 1-23.
- Gurnsey, S.-Lawes, G. S. (1999): Improving apple color. In: *The Orchardist of New-Zealand*
- Meheriuk, M.-Prange, R. K.-Lidster, P. D.-Porritt, S. W. (1994): Postharvested disorders of apples and pears. *Communications Branch, Agriculture Canada, Ottawa, Ont K1A 0C7*. 31-32.
- Meyer, A. (1932): Comparative temperatures of apples. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 28. 566-567.
- Piskolczi, M. (2003): Tissue deformations of sunscald injury on the surface of apple fruit (*Malus domestica* Borkh.) and its meteorological causes. 3th International Plant Protection Symposium, Proceedings, 207-214.
- Piskolczi, M.-Varga, Cs.-Racsó, J. (2004): The meteorological causes of the sunburn injury on the surface of apple fruit (*Malus domestica* Borkh.). Workshop on Orchard Management in Sustainable Fruit Production, Poland, Skierniewice, Abstracts, 56.
- Rabinowitch, H. D.-Kedar, N.-Budowski, P. (1974): Induction of sunscald damage in tomatoes under natural and controlled condition. *Scientia Hort.*, 2. 265-272.
- Racsó J. (2001): Az almatárolás során előforduló veszteségek. *Nyír-Gazda*, 10. 7-9.
- Racsó J. (2003): Almatárolás, a tárolás eredményességét meghatározó tényezők. *Mezőhír*, 10. 34-36.
- Racsó, J. (2005a): Sonnenbrandempfindlichkeit der Apfelsorten, der Zusammenhang zwischen der Häufigkeit des Sonnenbrandfleckes und der Fruchtqualität. *Erdei Ferenc III. Tudományos Konferencia, Kecskemét, 2005. augusztus 23-24.*
- Racsó, J. (2005b): The effect of sunburn injury on fruit quality of apple (*Malus domestica* Borkh.). 5th International Conference of PhD-students. Hungary, Miskolc, 2005. August 14-20. Proceedings, 215-220.
- Racsó J.-Kovács J.-Szabó Z.-Nyéki J. (2005a): Almagyümölcsök napégési károsodása az alanyok függvényében, valamint a napégési kár és gyümölcsminőség kapcsolata. 51. Növényvédelmi Tudományos Napok, Budapest, 2005. február 22.
- Racsó, J.-Nagy, J.-Szabó, Z.-Major, M.-Nyéki, J. (2005b): The impact of location, row direction, plant density and rootstock on the sunburn damage of apple cultivars. *International Journal of Horticultural Science*, 11. 1. 19-30.
- Racsó J.-Soltész M.-Holb I.-Budai L.-Drén G.-Thurzó S.-Szabó Z.-Nyéki J. (2005c): Almafajták napégés-érzékenysége, a napégés-károsodás és a gyümölcsminőség összefüggése. 11. Növénynevelési Tudományos Napok, Budapest, 2005. március 3-4. Összefoglalók, 121.
- Racsó J.-Szabó Z.-Nyéki J. (2005d): A szupraoptimális fényellátottság jelentősége és a napégés hatása az alma gyümölcsminőségére. 8. Magyar Növényélettani Kongresszus és VI. Magyarországi Fotoszintézis Konferencia, Szeged, 2005. augusztus 22-25.
- Racsó J.-Szabó Z.-Nyéki J.-Piskolczi M.-Soltész M.-Farkas E. (2005e): Almafajták napégés-érzékenysége, a napégés gyakorisága és a gyümölcsminőség összefüggése. „AGRO-21” Füzetek, 39. 35-54.
- Reay, P. F.-Lancaster, J. E. (2001): Accumulation of anthocyanins and quercetin glycosides in Gala and Royal Gala apple fruit skin with UV-B-Visible irradiation: modifying effects of fruit maturity, fruit side, and temperature. *Scientia Horticulturae*, 90. 57-68.
- Schrader, L. A.-Zhang, J.-Duplaga, W. K. (2001): Two types of sunburn in apple caused by high fruit surface (peel) temperature. In: *Plant Health Progress*
- Schroeder, C. A. (1961): Temperature relationships in fruit tissues under extrem conditions. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 87. 199-203.
- Simpson, J.-Rom, C. R.-Patterson, M. (1988): Causes and possible controls of sunburn on apples. *The Good Fruit Grower*, 39. 2. 16-17.
- Smart, R. E.-Sinclair, T. R. (1976): Solar heating of grape berries and other spherical fruits. *Agricultural Meteorology*, 17. 241-256.
- Soltész, M. (2000): Development and trends in fruits growing. *Int. J. Hort. Sci.*, 6. 2. 29-44.
- Soltész M. (2003a): Gyümölcsminőség és befolyásoló tényezői. In: Papp J. (szerk.), *Gyümölcstermesztési alapismeretek. Mezőgazda Kiadó, Budapest*, 210-216.
- Soltész M. (2003b): Gyümölcsök. In: Láng I.-Bedő Z.-Csete L. (szerk.), *Magyar Tudománytár 3. Növény, állat, élőhely. MTA Társadalomkutató Központ, Kossuth Kiadó, Budapest*, 379-386.
- Soltész M. (2005): A gyümölcsök nagysága, alakja és felületi jellemzői. In: Soltész M. (szerk.), *Integrált gyümölcstermesztés. Elektronikus felsőoktatási Tankönyv- és Szakkönyvtár* (<http://www.tankonyvtar.hu>), Budapest, 57-70.
- Thorpe, M. R. (1974): Radiant heating of apples. *J. Appl. Ecol.*, 11. 755-760.
- Tóth M. (1998a): Fajtahasználat a gyümölcstermesztésben. In: Nyíri L. (szerk.), *Az aszálykárok mérséklésének lehetőségei a kertészetben. Mezőgazda Kiadó, Budapest*, 45-60.
- Tóth, M. (1998b): Results and perspectives of apple breeding activities in Hungary. *Hungarian Agricultural Research*, 7. 3. 4-8.
- Tóth M. (2000): Fajtahasználat, fajtaértékelés. In: Gonda I. (szerk.), *Minőségi almatermesztés. Primom Kiadó, Nyíregyháza*, 43-95.
- Tóth, M.-Kovács, Sz.-Kása, K.-Rozsnyay, Zs.-Hevesi, M. (2004): First selections of the Hungarian apple breeding program for multiple resistance. *Int. J. Hort. Sci.*, 10. 3. 9-13.