

A napégés hatása az alma (*Malus domestica* cv. Idared) gyümölcsminőségi tulajdonságaira

Budai Lejla¹ – Racskó József¹ – Szabó Zoltán¹ – Soltész Miklós² – Farkas Ervin³ – Thurzó Sándor¹ – Drén Gábor¹ – Nagy János⁴ – Dani Mária¹ – Nyéki József¹

¹Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, Szaktanácsadási és Fejlesztési Intézet, Debrecen
racsko@agr.unideb.hu

²Kecskeméti Főiskola, Kertészeti Főiskolai Kar, Gyümölcsstermesztési Tanszék, Kecskemét

³Alma 2000 Kft, Nagykutas

⁴Debreceni Egyetem, Agrártudományi Centrum, MTA-DE Földműveléstani és Területfejlesztési Kutatócsoport, Debrecen

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

Keywords: apple, flesh firmness, fruit quality, dry matter content, sunburn

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők jelen tanulmányban a napégés hatását vizsgálták az almagyümölcs minőségi tulajdonságaira (fedőszín-borítottág, szövethárosodási 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.

SUMMARY

In the present study the authors investigated the effect of sunburn injury on fruit quality parameters (cover colour, depth of tissue damage, fruit flesh firmness, dry matter content) of apple.

The symptoms of sunburn injury appeared as concentric rings, differing in colour from each other and the cover colour. This can be connected with the ratio of the injury. The authors observed the following colours on the fruit surface (from the epicentre of spots on the surface of the fruit) dark brown (strongly damaged), light brown (moderately damaged), pale red transition (weakly damaged), red surface cover colour (not damaged).

Sunburn of apple fruits is a surface injury caused by solar radiation, heat and low relative humidity. In the initial phase, a light corky layer, golden or bronze discolouration and injuries of the epidermal tissue appear on the surface exposed to radiation. Thus, it detracts from the fruit's appearance, but in most of the cases it would not cause serious damages in the epidermal tissue. The depth of tissue damage is not considerable, its values are between 1.5-2.0 mm in general. It is commonly known, that tissue structure of the 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 the flesh firmness studies, it can be stated that the flesh firmness of the damaged parts increases due to the sunburn effect. This is due to the fact that the damaged plant cells die, the water content of the tissue decreases and it hardens. However, due to this reduction in the water content the dry matter content will increase.

BEVEZETÉS

A napégés a gyümölcsstermő növények fiziológiai károsodása. A tünetek többnyire arany-bronz elszíneződés formájában jelentkeznek a gyümölcsök napsütötte oldalán (Racskó et al., 2005b). Ezáltal rontják a külső megjelenést, de a legtöbb esetben nem okozzák a bőrszövet nagy mértékű sérülését. A bőrszövet 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 (Racskó et al., 2005c). Tárolás során, de néha már a fán barna kemény, fényes felületű, besüppedő foltok jelennek meg, melyek szivacsos szerkezetűek belülről. Ezt nevezzük késleltetett „napsebnek”, ami támadási pontot jelent a gombák számára (pl. alternáriás rothadás) (Barber és Sharpe, 1971; Bergh et al., 1980; Simpson et al., 1988; Racskó, 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 Scharpe, 1971; Andrews és Johnson, 1996).

A károsodás kialakulásában a napsugárzás alapvető szerepén kívül más tényezők is szerepe van (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, 1997; 2001). 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 pigmentáltásának. Az érés egyes szakaszaiban változhat a napsugárzással és a hőmérséklettel szembeni érzékenység. 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, 1998, 2000). 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 szövetei sérülékenyebbeké 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 napégéssel szemben.

Az alma intenzív színeinek kialakításához, a szedés előtti hetekben napi 20-25 °C nappali és 18 °C körüli esti hőmérséklet, mellet 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 a új hajtások egy részét (pl. a Royal Gala igényli ezt). Éppen azért, hogy a hajtás levelei ne árnyékolják le az érő almát. A színképződés miatt optimális állomány- és faszkezet 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 Fischer (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 egyenlően 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 színyanyagok (pl. flavonoidok, karotinoidok, antociánok) mennyisége. Ez a folyamat a növény természetes védelme a napsugárzással szemben. Ezek az anyagok felelősek az alma színéért, mintázatáért is (Reay és Lancaster, 2001; Merzlyak et al., 2002; 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, fűtős 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 egységesnek 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 napégésszerű tüneteket.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Megfigyeléseinket Kelet-Dunántúlon, a hajdúsági alma-termőtáj egy intenzív művelési rendszerű ültetvényében végeztük. A termőterület figyelemre méltó adottsága a gyakori felhőzet és a globálsugárzás 4300-4400 MJ/m² évi összege. Ennek figyelembe vétele nem elhanyagolható, hiszen e 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: Parameters of sunburn injury on cv. Idared (Derecske, 2004-2005)

Parameters of sunburn injury*(1), incidence of injury (%) (2), severity of injury (%) (3), diameter of the damaged spot (mm) (4), degree of injury (5) values (6)

**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 gyümölchöz viszonyított nagyságát, a fedőszintől való színintenzitás-eltérést, valamint a károsodás gyümölchúsban 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).

EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE

A napégés hatása a gyümölcsszíneződésre

A kísérleti eredmények azt mutatták, hogy a napégés-tünetek elsősorban a gyümölcsök magas fedőszin-borítottságú részein jelentkeznek. Ez adódik abból, hogy a magas fedőszin-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 fedőszintől 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.

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).

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

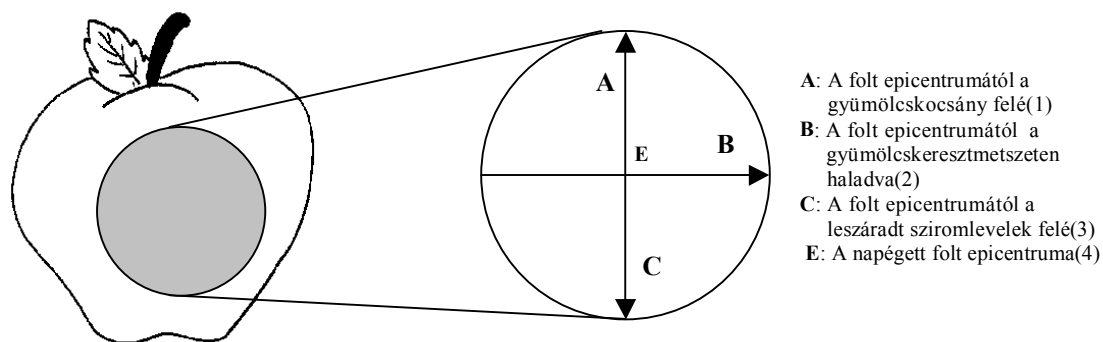


Figure 1: Directions of examination within the sunscald lesion

From the epicentre of the spot to peduncle(1), from the epicentre of the spot through the cross-section of the fruit(2), from epicentre to withered petals(3), epicentre of the sunburnt spot

2. ábra: A napégett gyümölcsfolt színeződése

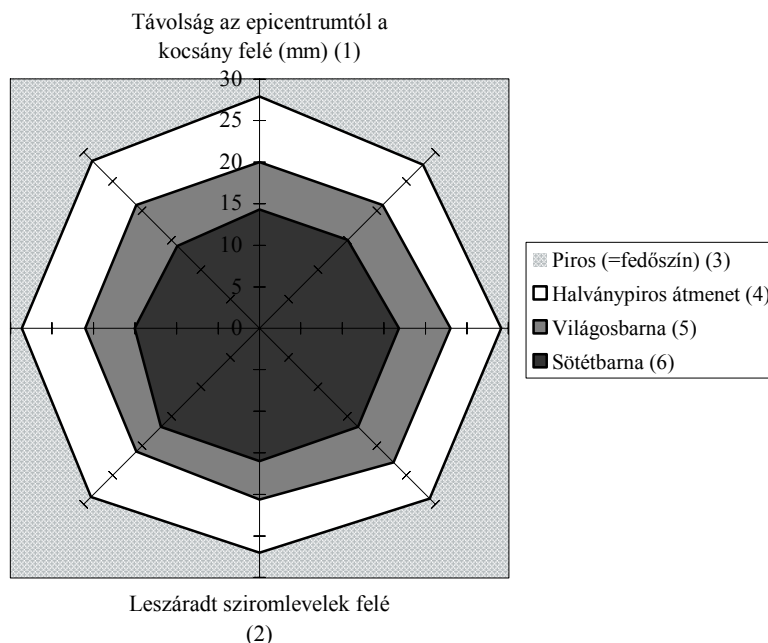


Figure 2: Colouration of the sunburnt spot on the fruit surface

Distance from the epicentre to the peduncle (mm)(1), to withered petals(2), red (=cover colour)(3), pale red transition(4), light brown(5), dark brown(6)

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 fedőszinhez 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).

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

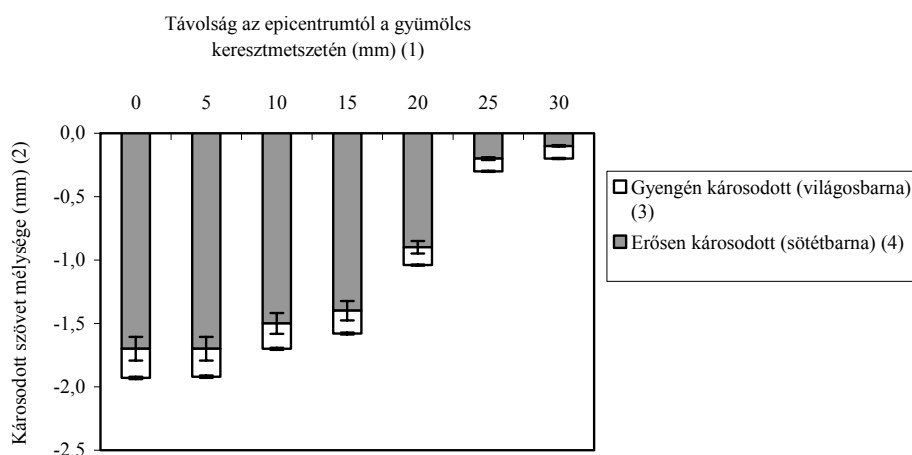


Figure 3: The depth of sunburn injury in the fruit flesh, from the epicentre of the damaged spot along the transversal diameter of the fruit distance from the epicentre along the transversal diameter (mm)(1), depth of tissue damage (mm)(2), weakly damaged (light brown)(3), strongly damaged (dark brown)(4)

Némi különbség mutatkozott a szövetkárosodás mélységében, amikor a napégett folton belül az epicentrumtól a gyümölcskocsány 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).

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

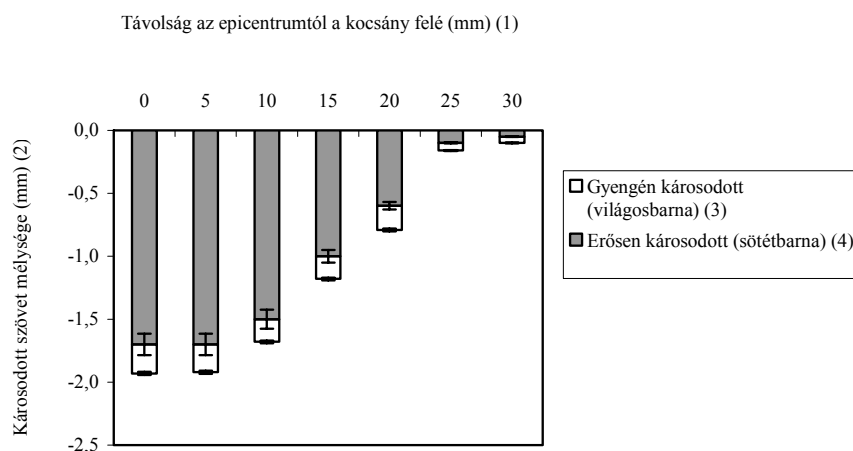


Figure 4: The depth of sunburn injury in the fruit flesh, from the epicentre of the damaged spot to the peduncle distance from the epicentre to the peduncle (mm) (1), depth of tissue damage (mm)(2), weakly damaged (light brown)(3), strongly damaged (dark brown)(4)

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).

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

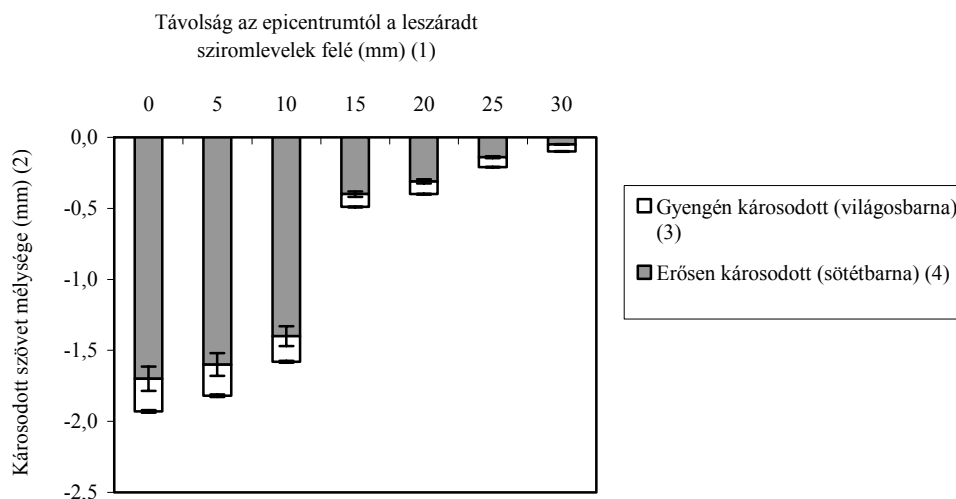


Figure 5: The depth of sunburn injury in the fruit flesh, from the epicentre of the damaged spot to the withered petals distance from the epicentre to the withered petals (mm) (1), depth of tissue damage (mm)(2), weakly damaged (light brown)(3), strongly damaged (dark brown)(4)

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.

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

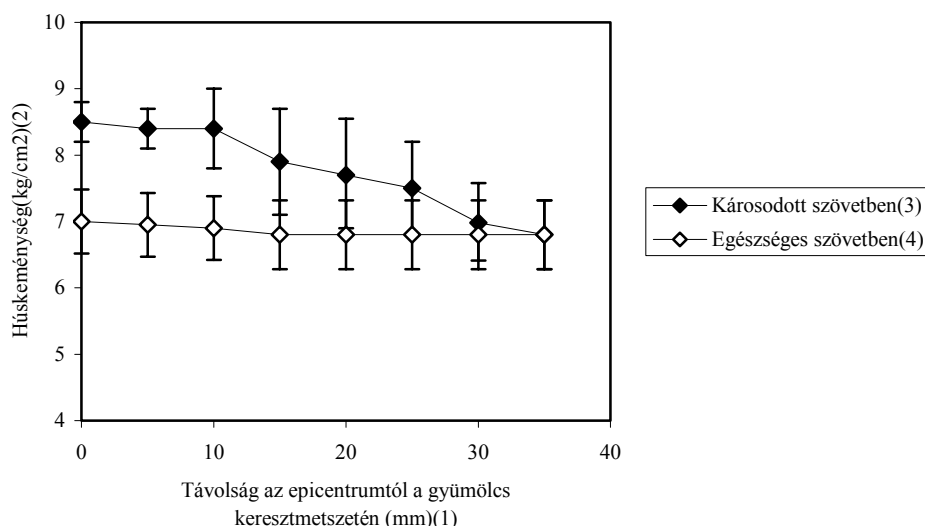


Figure 6: Changes in the fruit flesh firmness from the epicentre of the damaged spot along the transversal diameter of the fruit distance from the epicentre along the transversal diameter (mm)(1), fruit flesh firmness (kg/cm²)(2), in the damaged tissue(3), in the healthy tissue(4)

A húskeménységet 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 húskeménység értéke ($8,50 \text{ kg/cm}^2$) és igen alacsony e mutató szórása ($\pm 0,3 \text{ kg/cm}^2$). Ahogyan távolodunk a folt epicentrumától, egyre csökken a húskeménység (közelít az egészséges szövetéhez) és egyre nő a szórás (6. ábra).

A „képzületbeli napégett folt” középpontjától távolodva egy igen csekély mértékű húskeménység-csökkenés az egészséges szövet (gyümölcs) esetében is kimutatható. Ez azzal magyarázható, hogy az egészséges gyümölcs fedőszínnel erősebben borított felülete alatt a húskeménység magasabb, s közeledve a kevésbé intenzív fedőszíni gyümölcscrészek felé, csökken a húskeménység. Az egészséges szövetben a legmagasabb húskeménységi érték $6,98 \text{ kg/cm}^2$ volt. Az eltérő állapotú szövetek húskeménységeinek kiegyenlítését 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 húskeménységére.

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

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

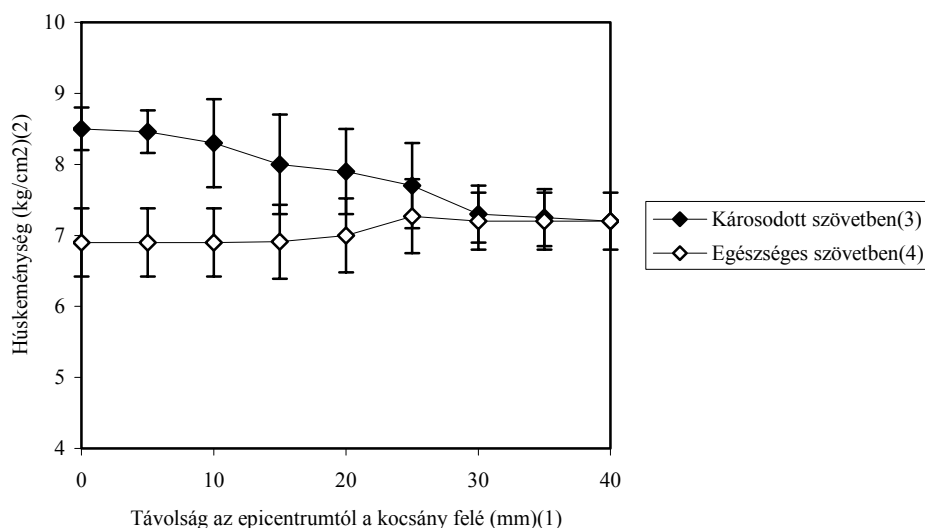


Figure 7: Changes in the fruit flesh firmness from the epicentre of the damaged spot to the peduncle distance from the epicentre to the peduncle (mm)(1), fruit flesh firmness (kg/cm^2)(2), in the damaged tissue(3), in the healthy tissue(4)

A napégett folt epicentrumától a leszáradt szíromlevelek irányában haladva szintén kimutatható a húskeménység csökkenése (8. ábra). Azonban ugyanezen értéket a keresztirányú gyümölcsméretől 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 hűskeménység változása a napégett folton belül, az epicentrumtól a leszáradt szíromlevelek felé

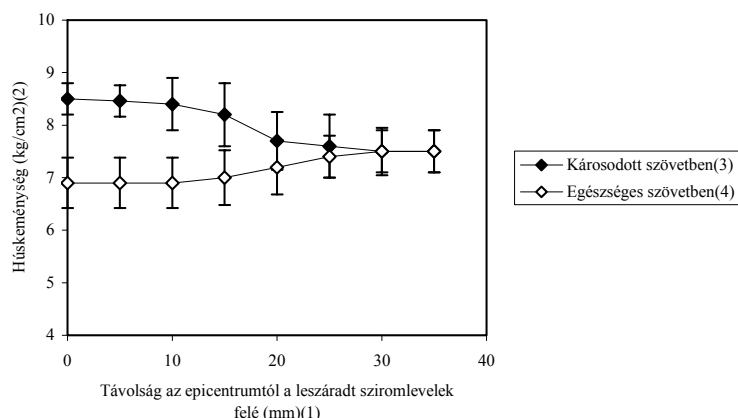


Figure 8: Changes in the fruit flesh firmness from the epicentre of the damaged spot to the withered petals distance from the epicentre to the withered petals (mm)(1), fruit flesh firmness (kg/cm²)(2), in the damaged tissue(3), in the healthy tissue(4)

A napégés hatása a gyümölcs hús 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 gyümölcscrész 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 „képzeltbeli 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 fedőszín-borítottság, ami magasabb szárazanyag-tartalommal párosul. Egyébként jelentős változás nem tapasztalható az egészséges gyümölcshús keresztirányú átmérője mentén a szárazanyag-tartalmat illetően.

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

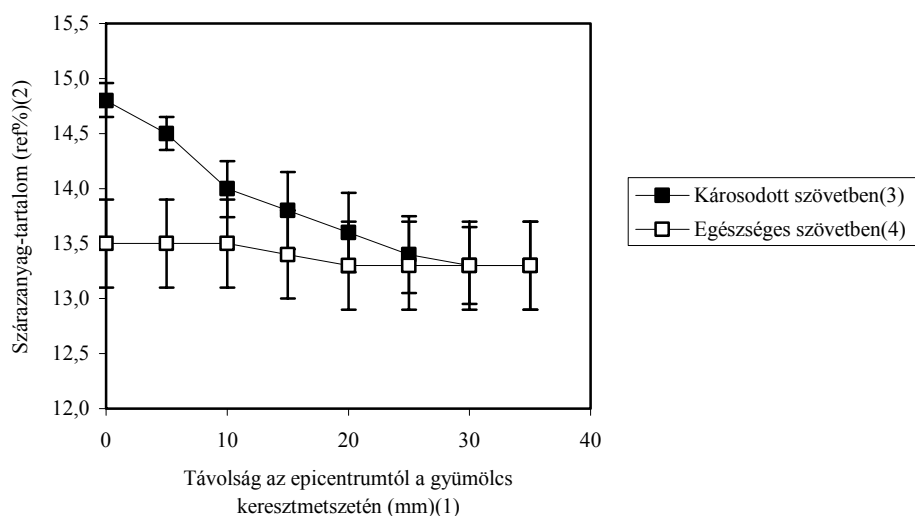


Figure 9: Changes in the dry matter content from the epicentre of the damaged spot along the transversal diameter of the fruit distance from the epicentre along the transversal diameter (mm)(1), dry matter content (%)(2), in the damaged tissue(3), in the healthy tissue(4)

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

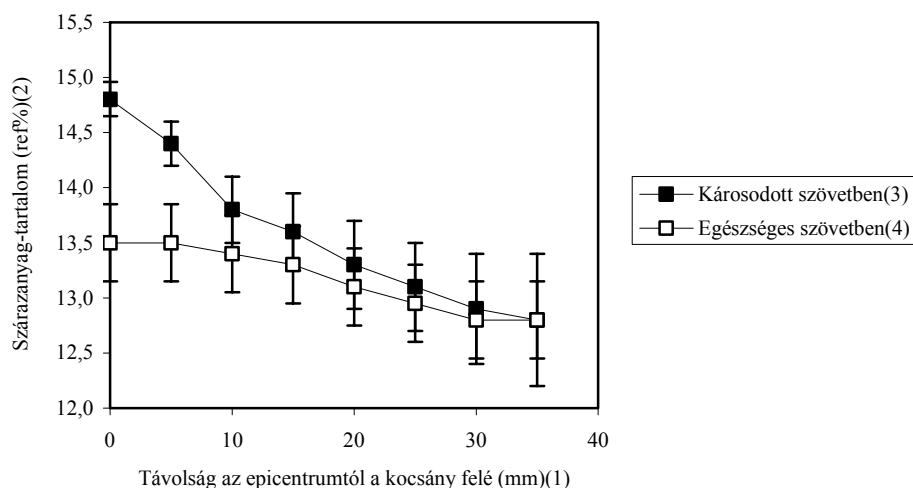


Figure 10: Changes in the dry matter content from the epicentre of the damaged spot to the peduncle distance from the epicentre to the peduncle (mm)(1), dry matter content (%) (2), in the damaged tissue(3), in the healthy tissue(4)

A napégett folt középpontjától a leszáradt szirmlevek 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 szirmlevek felé 15 mm távolságig lineáris csökkenést tapasztaltunk. A szórás értéke ($\pm 0,16$ %) pedig a károsodás közvetlen közelében (0-5 mm) a legalacsonyabb.

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 szirmlevek felé

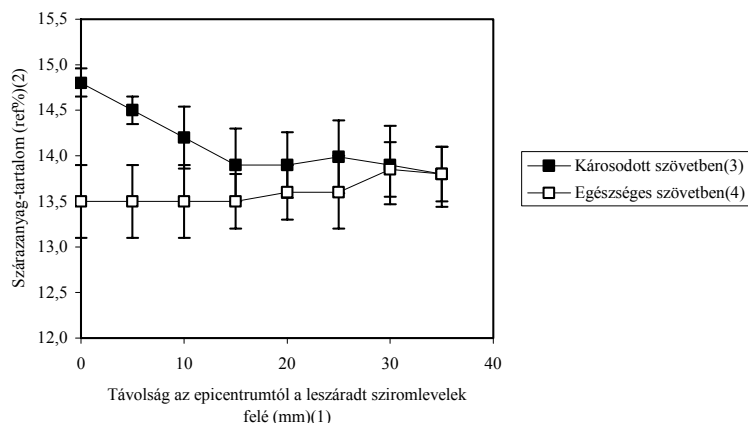


Figure 11: Changes in the dry matter content from the epicentre of the damaged spot to the withered petals distance from the epicentre to the withered petals (mm)(1), dry matter content (%) (2), in the damaged tissue(3), in the healthy tissue(4)

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*, Vol. 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 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. (eds.) (1994): *Postharvested disorders of apples and pears*. Communications Branch, Agriculture Canada, Ottawa, Ont K1A 0C7 pp. 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. & Raesó, 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 (in press).
- 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*. 2001. 10: 7-9.
- Racsó, J. (2003): Almatárolás, a tárolás eredményességét meghatározó tényezők. *Mezőhír*. 2003. 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. febr. 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. márc. 3-4. Összefoglalók, 121.
- Racsó, J.-Szabó, Z.-Nyéki, J. (2005d): A supraoptimális 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 antocyanins 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.
- Thorpe, M. R. (1974): Radiant heating of apples. *J. Appl. Ecol.*, 11: 755-760.
- Tóth, M. 1997. Alma. In: Tóth M. (szerk.). *Gyümölcsészet*. Primom Kiadó, Nyíregyháza. 31-110.
- Tóth, M. 1998. Fajtahasználat a gyümölcstermesztésben. In: Nyíri L. (szerk.). *Az aszálykárok mérséklésének lehetőségei a kertészetben*. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 45-60.
- Tóth, M. 2000. Fajtahasználat, fajtaértékelés. In Gonda I. (szerk.). *Minőségi almatermesztés*. Primom Kiadó, Nyíregyháza. 43-95.
- Tóth, M. (szerk.) 2001. *Gyümölcsészet (második, átdolgozott és bővített kiadás)*. Primom Kiadó, Nyíregyháza. 489.