

Mikroklíma szabályozásának lehetőségei a gyümölcstüvelvényekben

Lakatos László¹ – Szél János¹ – Nyéki József² – Szabó Zoltán² – Soltész Miklós²

¹Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Agrár Műszaki Tanszék, Debrecen

²Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Kertészettudományi Intézet, Debrecen
lakatos@agr.unideb.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A vizsgálatunk célja annak kiderítése volt, hogy a hazai gyakorlatban használatos fagyvédelmi módszerek, alkalmazott eljárások a késő tavaszi időszakban milyen hatékonyságú védelmet nyújtanak a gyümölcs ültvények számára. A pallyi gyümölcsösben a fagyvédelmi öntözést mikro-szórófejekkel valósítottuk meg. Ez víztakaró és nem igényel külön erre a célra kialakított víztározót. A fa egyenletes vízborításának biztosítása végett három magassági szintben, a korona felett, a korona magasságában, illetve a törzstérben helyeztünk el szórófejeket. Nagyzemzeti gyakorlatban, erre célra egy szórófej is elegendő lehet, amennyiben azt a korona fölött helyezzük el. Részletesen elemeztük, hogy eltérő időben, 15 percnként, 10 percnként, 5 percnként, 3 percnként kijutatott, fél percig tartó mikro öntözésnek milyen fagyvédelmi hatása van. A fagyponthoz alatti hőmérsékletnél a víz és jég egyidejű jelenléte, a fagyáshő felszabadulás valamint a környezeténél lényegesen melegebb (9–10 °C fokos) öntözővíz biztosítja, hogy a virágzat illetve terméskezdemény felszínhőmérséklete nulla fok közelében maradjon, miközben a környező levegő hőmérséklete akár -8 °C-ra csökkenhet. A hazai és nemzetközi gyakorlatban a fagyvédelmi öntözés elterjedtebb, de hűtő öntözéses virágzás késleltetés alkalmazásával a fagy elleni védekezés hatékonysága jelentősen fokozható.

Kulcsszavak: mikroklíma módosítás, tavaszi fagyvédelem, fagyvédelmi öntözés, mikro-szórófej

SUMMARY

The aim of the study was to find out which of the methods used to avoid damages of late frosts would be the most effective for the fruit growing practice. We tested the antifrost irrigation method in Debrecen-Pallag. For that purpose microjet sprayers are used, which are thrifty and does not need for that purpose large containers. With the aim to secure an even distribution of water, the sprayers are distributed on three levels: above and inside of the crown as well as on the level of trunks. On a large scale, a single microjet above the crown level would be sufficient. By means of a detailed analysis served to set the optimum intervals between spraying phases: with each 15, 10, 5 and 3 minutes during half a minute. The synchronous presence of water and ice below the freezing point, the released freezing heat plus the water used much above the freezing point (9–10 °C) altogether maintains the temperature above around 0 °C near the flowers or growing fruitlets, meanwhile, the surrounding air cools down to -8 °C. The effectiveness of the generally used antifrost would be increased substantially by the former application of cooling irrigation, which delays the blooming date.

Keywords: microclimate modification, spring frost protection, antifrost irrigation, microjet sprayers

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Fagyvédelem mindig komoly kihívást jelent a gyümölcstermesztés számára. Az első probléma fagy előrejelzése (Hagood, 1967) vagy a várható hőmérsékleti minimumok előrejelzése (Allen, 1957). A fagy több gazdasági veszteségeket okoz, mint bármely más időjárással kapcsolatos jelenség mind az USA-ban (White és Hass, 1975), mind pedig számos más részén világnak. A fagy megelőzésére és károsodás (Snyder és de Melo-Abreu, 2005) mértékének csökkentésére passzív (közvetett) és aktív (direkt) módszerek léteznek. Passzív módszerek, mint például a megfelelő faj, fajta kiválasztása, termőhely megválasztása az agrotechnikai módszerek optimalizálása, valamint a hűtőöntözéses virágzaskésleltetés (Lakatos et al., 2010). Azonban a súlyos fagykárak feltételei gyakran növények elégtelen védelme. Aktív módszerek végrehajtása előtt vagy során a cél az, hogy megakadályozzuk a jég képződését növényi szövetekben. A légkeverés (szélgép) (Goodall et al., 1957), és az öntözés (Davies et al., 1984; Cordy, 1965; Gerber és Martsolf, 1979), a leggyakoribb aktív védekezési módszerek, de használják még a füstölést, a paraffin gyertyás (Angus, 1955) és frostbuster-es melegítést is. A frostbuster egy új védekezési technológia a gyümölcsösökben. Ígéretes eljárás, de hazai körülmények között csak mínusz három fokig tekinthető biztos fagyvédelmi eljárásnak (Lakatos et al., 2011).

A mikroszórófejes öntözést a hazai kertészeti, mezőgazdasági gyakorlatban általában vízpótlásra használják. Az esőztető és mikroszórófejes öntözésnek azonban igen erőteljes hatása van a hőmérséklet napi menetére is. Amennyiben a levegő hőmérséklete magas, azaz eléri vagy meghaladja a 20 °C-ot, az esőztető vagy hűtő öntözés jelentősen csökkentheti a levegő, illetve a növények felszínhőmérsékletét. A hűtő hatás annál erősebb, minél szárazabb a levegő. A hűtő öntözés rendszeres alkalmazásával a gyümölcsállományok hőmérséklete is csökkenthető, így a növényi életfolyamatok indulását is késleltethetjük, ami virágzáskezdet kitolódását, késését eredményezi, valamint a virágzás is vontatottabbá válik (Lakatos et al., 2010). Korai virágzás kezdet esetén ugyanis nagy az éghajlati fagy előfordulás valószínűsége, ami komoly károkat okozhat a gyümölcsösökben. A hűtő öntözéses nemzetközi kutatások jelenleg arra irányulnak, hogy meghatározzák a hűtőöntözés szerepét a gyümölcsminőségi mutatók alakulásában (Iglesias et al., 2002). A gyümölcsösökben az állomány feletti mikroszórófejek alkalmazásával hatékonyan javítható a gyümölcsök fedőszíne (Iglesias et al., 2005), valamint az antocián tartalmuk növelésében is hatékonyan bizonyultak (Iglesias et al., 2008).

Az öntözéses fagyvédelem az egyik leghatásosabb eljárás a kisugárási fagyok ellen. Az öntözési rendszert már akkor be kell indítani, amikor a levegő hőmérséklete még nem csökken $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ alá. Az öntözést a fagy egész időtartama alatt folytatni kell. Egészen addig, amíg a levegő hőmérséklete pozitív tartományba nem lép (Gerber és Martsolf, 1979). Lombkorona feletti permetezés széles körben elterjedt módszer a fagyok elleni védelemben. Nagy mennyiségű víz szükséges, ami konkrét korlátja ennek a védelmi módszernek. Néhány kísérlet bebizonyította, hogy a lombkorona alatti tér öntözése is hatékony módszer a fagyvédelemben (Anconelli és Zinoni, 1998). Azontúl, hogy fontos mikroklíma módosító és hűtő hatása is van, sokkal kevesebb víz kijuttatása is elegendő lehet gyenge fagyok elleni védelemben. Továbbá növényvédelmi előnyök is származnak e módszer alkalmazása esetén.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A fagyvédelmi kísérleteket a Debreceni Egyetem pallagi gyümölcsösében szilva állományban végeztük. A pallagi gyümölcsös kertben kialakításra került egy olyan szabadföldi laboratórium, melyben mikroszórófejek segítségével módosíthatjuk az állományi tér hőmérsékleti viszonyait. A koronater fölött, a koronaterben, illetve a törzstérben elhelyezett mikroszórófejek segítségével lehetőségünk adódott eltérő időpontokban (három percnként, öt percnként, tíz percnként, illetve tizenöt percnként) vizet kijuttatni a gyümölcsfák teljes felületére. A hűtőöntözés levegő hőmérsékletétől és nedvességtartalmától függően több Celsius fokkal képes a fák különböző részeinek (levelének, virágzatának) felszín hőmérsékletét csökkenteni. Fagypon alatti hőmérsékletnél a hűtő öntözésnek azonban hőmérséklet növelő hatása van. Ez egyrészt a fagyáshő felszabadulásának és a $9\text{--}10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os öntöző víz hőtartalmának köszönhető. A megfelelő időközönként kijuttatott öntözés eredményeként az állomány felszín hőmérséklete $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ körül marad a fagyhatás tartama alatt.

A pallagi gyümölcsösben védekezés céljára néhány gyümölcsfát jelöltünk ki. A kísérleti ültevényben 6 mérési helyen 3–3 szilvafa hűtő öntözése történt folyamatosan a fagyhatás tartama alatt. Négy eltérő kijuttatási időt választottunk a fagyvédelmi vizsgálathoz. A fagyvédelmet 15 percnkénti, 10 percnkénti, 5 percnkénti, valamint 3 percnkénti, fél percig tartó vízkijuttatással valósítottuk meg. Egy-egy fára két platina hőmérséklet mérő szenzort helyeztünk el. A fák jégkéreg alatti hőmérséklete a hat platina hőmérő átlagából származott. Mind két helyszínen a védett területtől legalább háromszáz méter távolságra helyeztük el a kontroll mérőállomásokat.

Tavaszi időszakban különösen nagy jelentősége van annak, hogy az ültetvények milyen tengersizint feletti magasságban találhatóak. A hideg levegő ugyanis a mélyebben fekvő helyekre áramlik és ott hosszabb időn keresztül fejt ki a kedvezőtlen hatását a gyümölcsfák virágaira. Az idei tavasz leghidegebb hajnala 2012. április 10-én köszöntött ránk. Magyarország területére egy elvonuló ciklon hátoldalán szokatlanul hideg levegő áramlott be.

A leghidegebb területek országos eloszlását a domborzati, hatások és az áramlási viszonyok határozták

meg. A szélvédett és mélyen fekvő területeken alacsonyabb hajnali minimumok fordultak elő, mint azokon a helyeken, ahol a domborzat miatt előfordult egy gyenge légmozgás. A Duna-Tisza közén, a Szatmárisátság területén mínusz $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatti minimum hőmérsékletek fordultak elő.

A felszínhőmérsékletek azt igazolják, hogy igen erőteljes volt a kisugárási hőveszteség 2012. április 10-én. A délutáni órákban ugyanis még $12\text{--}13\text{ }^{\circ}\text{C}$ körüli hőmérsékletek fordultak elő a vizsgált temőhelyeken 2 m-es magasságban, a felszínhőmérsékletek a hajnali órákban több helyen mínusz 10 Celsius fokos értéket mutattak. A fagy szokatlanul erős volt a magasabb légrétegekben történő hőmérséklet mérések alapján azt állapíthatjuk meg, hogy 20–30 m magassáig terjedt.

EREDMÉNYEK

A pallagi gyümölcsösben szilva ültetvényénél fagyvédelmi öntözést alkalmaztunk. Négy párhuzamos kísérletet állítottunk be, az első kísérletben tizenöt percnként fél perc időtartamig öntöztük mikroszórófejjel a fák egész felületét. A második kísérletben tíz percnként szintén fél perc időtartamig történt a vízkijuttatás, a harmadik kísérletben öt percnként, míg a negyedik kísérletben három percnként indítottuk el a mikroszórófejeket fél perces időtartamokra. Minden öntözött fára két platina hőmérőt helyeztünk fel a lombkorona belső és külső felületére. Ezen két hőmérő átlaga reprezentálja a fa átlag hőmérsékletét.

A tizenöt percnkénti vízpermetezés eredményeként a hőmérséklet a leghidegebb hajnali időszakban sem csökkent $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ alá (1. ábra). A fagyáshő felszabadulás, valamint a magasabb hőmérsékletű öntözővíz eredményeképpen a tizenöt percnkénti víz kijuttatás $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os fagyig $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on tartja a fák hőmérsékletét. A $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatti hőmérsékletek esetében a percnkénti hőmérséklet csökkenés olyan intenzív ($0,1\text{--}0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ közötti), hogy a hőfelszabadulás már nem tudja több percen keresztül $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on tartani a fák felületének hőmérsékletét.

1. ábra: A 15 percnként kijuttatott fagyvédelmi öntözéssel védett szilva ültetvény, valamint a kontroll terület hőmérsékletének alakulása (Pallag 2012. április 9. 09.00–április 10. 09.00-ig)

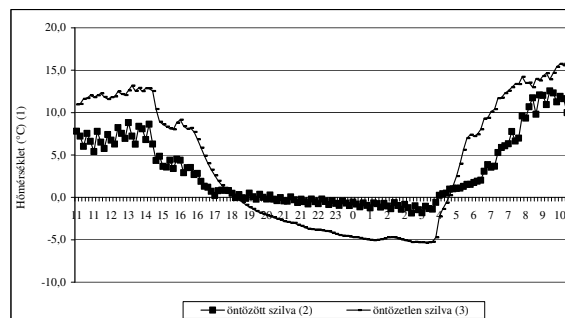


Figure 1: Temperatures as changing in the spraying experiment with 15 minute intervals (blue) related to the check area (red) at Pallag between April 9. 09.00 and 10. 09.00, 2012.

Temperature(1) Irrigated plum(2) Check area plum(3)

A fagyvédelmi öntözés eredményeképpen több centiméter vastag jégkéreg képződik a fák ágain, levelein vagy a virágzaton, amennyiben virágzó ültetvényt védünk. A pallagi gyümölcsösben a korábban alkalmazott virágzás késleltetés eredményeként a szilva ültetvényben még nem következett be a teljes virágzási állapot.

A tíz percenkénti fagyvédelmi öntözés eredményeként a hőmérséklet a leghidegebb hajnali időszakban sem csökkent $-1,5\text{ °C}$ alá (2. ábra). A fagyáshő felszabadulás, valamint a magasabb hőmérsékletű öntözővíz eredményeképpen a tíz percenkénti víz kijuttatás -4 °C -os fagyig képes 0 °C -on tartani a fák hőmérsékletét. A -4 °C alatti hőmérséklet esetében a az intenzív percenkénti hőmérséklet csökkenés miatt a fagyáshő nem tudja folyamatosan a következő esedékes öntözésig 0 °C -on tartani a fák felületének hőmérsékletét.

2. ábra: A 10 percenként kijuttatott fagyvédelmi öntözéssel védett szilva ültetvény, valamint a kontroll terület hőmérsékletének alakulása (Pallag 2012. április 9. 09.00–április 10. 09.00-ig)

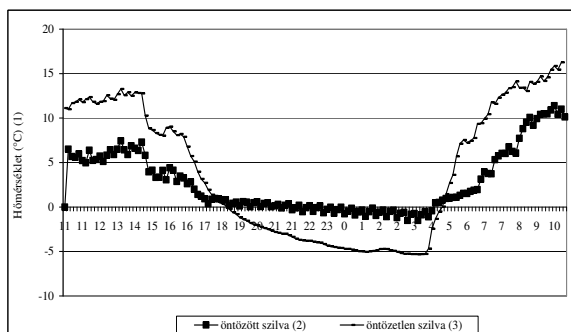


Figure 2: Temperatures as changing in the spraying experiment with 10 minute intervals (blue) related to the check area (red) at Pallag between April 9. 09.00 and 10. 09.00, 2012.

Temperature(1) Irrigated plum(2) Check area plum(3)

Az 5 percenkénti fagyvédelmi öntözés eredményeként a hőmérséklet a leghidegebb hajnali időszakban sem csökkent $-1,1\text{ °C}$ alá (3. ábra). A fagyáshő felszabadulás, valamint a magasabb hőmérsékletű öntözővíz eredményeképpen az öt percenkénti víz kijuttatás -5 °C -os fagyig képes 0 °C -on tartani a fák hőmérsékletét. Természetesen a -5 °C alatti hőmérséklet esetében is hatékonyan minősíthetjük a védelmet, hiszen ebben az esetben is legfeljebb $-1,1\text{ °C}$ -ig csökken az a fák felületének hőmérséklete.

A 3 percenkénti fagyvédelmi öntözés eredményeként a hőmérséklet a leghidegebb hajnali időszakban sem csökkent $-0,4\text{ °C}$ alá (4. ábra). A fagyáshő felszabadulás, valamint a magasabb hőmérsékletű öntözővíz eredményeképpen az öt percenkénti víz kijuttatás akár -5 °C -os fagy alatt is képes 0 °C -on tartani a fák hőmérsékletét. Hiszen a vizsgálat során tapasztalt $-0,4\text{ °C}$ -os hőmérséklet esetében fiziológiailag nem beszélhetünk tényleges fagykárról.

Amennyiben összehasonlítjuk a pallagi gyümölcsösben alkalmazott eltérő időpontokban kijuttatott fagyvédelmi öntözési eljárások hőmérséklet növelő hatását, a következő megállapításokat tehetjük. A hajnali legalacsonyabb minimum hőmérséklet mérséklésénél a

legsűrűbben, azaz három percenként alkalmazott eljárás bizonyult a leghatékonyabbnak. A vízkijuttatás gyakoriságát a fagy erősségének függvényében célszerű meghatározni. A -3 °C -os hajnali fagy esetén elegendő a tizenöt percenkénti vízkijuttatás. A -4 °C -os fagnál már célszerűbb a tíz percenkénti ismétlést választani a hatékony fagyvédelemhez. A -5 °C -os fagnál az öt percenkénti vízkijuttatás a fagyérzékeny kajszai őszibarack ültetvényekben is eredményes fagyvédelmet jelent. A -5 °C alatti fagyok esetében szóba jöhet a mikroszórófejek három percenkénti üzemeltetése is. Az optimális fagyvédelmi öntözés vízkijuttatásának időpontjait célszerű dinamikusan szabályozni. Ahogy a fagy mértéke erősödik, úgy célszerű a permetezési időpontokat sűríteni. Ezáltal folyamatos és hatékony fagyvédelmet valósíthatunk meg, még hosszan tartó és erős tavaszi fagyok esetén is.

3. ábra: Az 5 percenként kijuttatott fagyvédelmi öntözéssel védett szilva ültetvény, valamint a kontroll terület hőmérsékletének alakulása (Pallag 2012. április 9. 09.00–április 10. 09.00-ig)

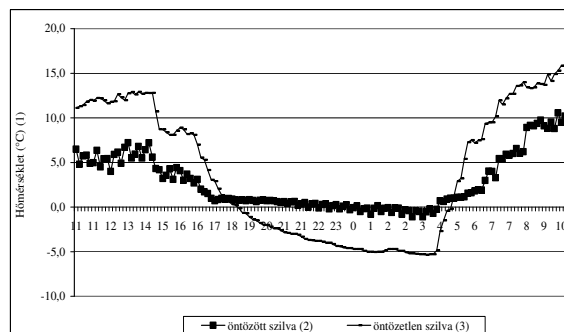


Figure 3: Temperatures as changing in the spraying experiment with 5 minute intervals (blue) related to the check area (red) at Pallag between April 9. 09.00 and 10. 09.00, 2012.

Temperature(1) Irrigated plum(2) Check area plum(3)

4. ábra: A 3 percenként kijuttatott fagyvédelmi öntözéssel védett szilva ültetvény, valamint a kontroll terület hőmérsékletének alakulása (Pallag 2012. április 9. 09.00–április 10. 09.00-ig)

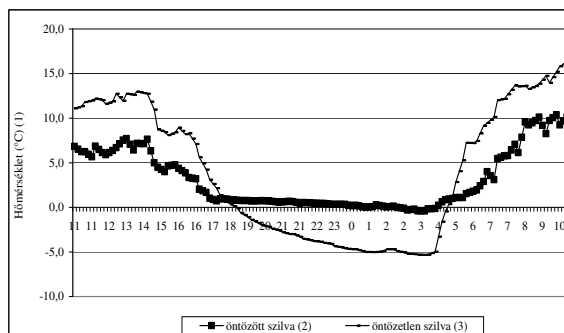


Figure 4: Temperatures as changing in the spraying experiment with 3 minute intervals (blue) related to the check area (red) at Pallag between April 9. 09.00 and 10. 09.00, 2012.

Temperature(1) Irrigated plum(2) Check area plum(3)

A közel nyolc órán keresztül tartó fagyhatás alatt a kontroll terület átlaghőmérséklete $-3,7\text{ °C}$ volt a tizenöt

percenkénti fagyvédelmi öntözéssel védett fák átlag hőmérséklete nem csökkent $-0,6$ °C alá. Az öt percenkénti vízkijuttatással a fák felszínhőmérsékletének átlaga már pozitív értéket mutat $0,1$ °C-ot. Természetesen nem csak azt a fagyvédelmi eljárást tekinthetjük hatékonynak, ami folyamatosan 0 °C-felett tartja a védett állomány hőmérsékletét, hiszen még a fagyérzékeny kultúráknál sem jelentkezik jelentősebb fagykár, ha az éjszakai órák átlag hőmérséklete -1 °C fölött alakul. A mérési eredmények alapján kijelenthetjük, hogy mind a négy eltérő időközökkel jellemezhető öntözéses fagyvédelmi eljárás alkalmasnak bizonyult a gyümölcsfák fagyvédelmére (1. táblázat).

A fagytartam alatti hőmérsékleti szórások azt igazolják, hogy a védekezés alatt a hőmérséklet ingadozások mérséklődnek a védett területeken a kontroll területen előfordult értékhez képest.

KÖVETKEZTETÉSEK

A mikroszórófejes öntözés kiváló fagyvédelmi eljárásnak bizonyult. Amennyiben a védekezés alatt lehetőségünk van dinamikusan szabályozni a kijuttatás gyakoriságát és tartamát, a módszer nagyon takarékos és hatékony védekezés lehet a virágzási időszak alatt előforduló fagyokkal szemben.

1. táblázat

A eltérő időpontban kijutatott mikroöntözés hatása a hőmérséklet alakulására (Pallag 2011. 04. 09.–2011. 04. 10.)

Fagyvédelmi öntözés hőmérséklet növelő hatása (Pallag 2011. 04. 09.–2011. 04. 10.)(1)					
	Kontroll(6)	15 min.	10 min.	5 min.	3 min.
Minimum hőmérséklet(2)	-5,3	-1,9	-1,5	-1,1	-0,4
Átlag hőmérséklet a fagy tartama alatt(3)	-3,7	-0,6	-0,2	0,1	0,3
Hőösszeg a fagy tartama alatt(4)	-131,4	-35,1	-14,8	6,7	19,2
Szórás(5)	1,3	0,5	0,6	0,5	0,3

Table 1: Temperatures measured during the experiment with four alternative anti-frost procedures (Pallag 2011. 04. 09.–2011. 04. 10.) Temperature raised by anti-frost spraying treatments(1), Minimum temperatures(2), Mean temperatures during the frosty period(3), Sum of temperature during the frosty period(4), Variability(5), Check(6)

IRODALOM

- Allen, C. C. (1957): A simplified equation for minimum temperature prediction. *Mon. Wea. Rev.* 85: 119–120.
- Anconelli, S.–Zinoni, F. (1998): Prime valutazioni sull'efficacia di alcuni microirrigatori, statici e dinamici, da impiegare per l'irrigazione antibrina sottochioma. *Rivista di irrigazione e Drenaggio. Edagricole. Bologna.* 3: 37–42.
- Angus, D. E. (1955): The use of heaters for frost prevention in a pineapple plantation. *Australian Journal of Agricultural Research.* 6: 186–195.
- Cordy, C. B. (1965): Frost protection in pear orchards with overcrop sprinklers. Special Report 196. Oregon State University. Corvallis. USA.
- Davies, F. S.–Jackson, L. K.–Rippetoe, L. W. (1984): Low volume irrigation and tree wraps for cold protection of young halmin orange trees. *Proceeding of the Florida State Horticultural Society.* 97: 25–27.
- Gerber, J. F.–Martsolf, J. D. (1979): Sprinkler irrigation for frost and cold protection. [In: *Modification of Arial Environment of Crops. American Society of Agricultural Engineering (ASAE).*] St Joseph. Michigan. 327–333.
- Goodall, G. E.–Angus, D. E.–Leonard, A. S.–Brooks, F. A. (1957): Effectiveness of wind machines. *Calif. Agric.* 11. 8: 7–9.
- Hagood, L. B. (1967): An empirical method for forecasting radiation temperatures in the Lower Rio Grande Valley of Texas, Southern Regional Technical Memo. National Weather Service. No. 33.
- Iglesias, I.–Salvia, J.–Torguet, L.–Cabús, C. (2002): Orchard cooling with overtree microspinkler irrigation to improve fruit colour and quality of 'Topred Delicious' apples. *Sci. Hortic.* 93: 39–51.
- Iglesias, I.–Salvia, J.–Torguet, L.–Montserrat, R. (2005): The evaporative cooling effects of overtree microsprinkler irrigation on 'Mondial Gala' apples. *Scientia Horticulturae.* 103. 3: 267–287.
- Iglesias, I.–Echeverría, G.–Soria, Y. (2008): Differences in fruit colour development, anthocyanin content, fruit quality and consumer acceptability of eight 'Gala' apple strains. *Scientia Horticulturae.* 119. 1: 32–40.
- Lakatos, L.–Gonda, I.–Soltész, M.–Szabó, Z.–Nyéki, J. (2010): The effect of cooling irrigation on the blooming dynamic of plum. *Agroinform Publishing House. Budapest. International Journal of Horticultural Science.* 16. 4: 57–59.
- Lakatos, L.–Ancza, E.–Szel, J.–Soltész, M.–Szabó, Z.–Nyéki, J. (2011): The tests of effectiveness of Frostbuster under excessive weather conditions in an apricot plantation. *International Journal of Horticultural Science.* 17. 4–5: 87–92.
- Snyder, R. L.–de Melo-Abreu, J. P. (2005): *Frost Protection: Fundamentals, Practice, and Economics.* 1. FAO. Rome.
- White, G. G.–Hass, J. E. (1975): *Assessment of Research on Natural Hazards.* The MIT Press. Cambridge. MA.