

Mandulafajták virágrügyeinek és virágainak fagyűrése szabadföldön

SZALAY LÁSZLÓ¹, BELAY TEWELDEMEDHIN KELETA^{1,2}, BÉKEFI ZSUZSANNA²

¹Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Kertészettudományi Intézet, Gyümölcsstermesztési Tanszék

²Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Kertészettudományi Intézet, Gyümölcsstermesztési Kutatóközpont

E-mail: szalay.laszlo@uni-mate.hu

Összefoglalás

A mandula a hazánkban termesztett gyümölcsfajok közül az egyik legfagyérzékenyebb. A termesztés eredményessége tehát, sok más tényező mellett, nagyban függ a telepített fajták fagyűrő képességétől. A mandulafajták fagyűréséről szóló szakirodalmi adatok nagyon hiányosak. A MATE és jogelődjeinek Gyümölcsstermesztési Tanszékén 2008-ban elkezdjük a hazai termesztésben legjelentősebb hat mandulafajta fagyűrő képességének vizsgálatát. A kutatási program során elvégzett szabadföldi fagykár felvételezések eredményeit dolgoztuk föl, és közöljük jelen cikkünkben. A vizsgálati időszak során 10 alkalommal volt olyan mértékű lehülés, amely jelentős fagykárt okozott a mandulafajtákban. Két alkalommal teljes fagykár volt, ezekben az időpontokban nem lehetett kimutatni a fajták közötti különbségeket, ezért ezeket kihagytuk az elemzésből. A részletesen elemzett nyolc vizsgálati időpont közül öt a virágrügyfejlődés kényszernyugalmi időszakára, három pedig a virágzási időszakra esett. A fajták közötti különbségek azokban az időpontokban jelentkeztek markánsabban, amikor kisebb volt a lehülés erőssége, illetve amikor a fák korábbi fejlődési fázisában érkezett a fagy. A fajták sorrendje fagyűrésük szempontjából nagyon hasonló volt, függetlenül a lehülés bekövetkeztének időpontjától. A virágzási időszakban is azok a fajták károsodtak kevésbé, amelyek a kényszernyugalmi időszakban jobb fagyűrést mutattak. A vizsgált fajták közül a 'Tétényi keményhájú' volt a legfagyűrőbb a természetes fagykárok felvételezése alapján. A 'Tétényi bőtermő' és a 'Tétényi rekord' bizonyult ebben a fajtakörben a legfagyérzékenyebbeknek, közel azonos fagykárosodási értékekkel. A 'Budatétényi 1', a 'Tétényi kedvenc', valamint a 'Budatétényi 70' fajták fagykárosodási értékei ezen fajták értékei között helyezkedtek el.

Kulcsszavak: mandula (*Prunus dulcis* Mill.), virágrügy fagykár, virág fagykár, hazai fajták

Bevezetés és szakirodalmi összefoglalás

A termesztett mandula elsődleges géncentruma Kis-Ázsia területén található, többnyire száraz, szubtrópusi éghajlatú területeken. Innen sokfelé elterjedt, és régóta foglalkoznak a termesztésével a mérsékelt égövben is. Származásából adódóan azonban ezeken a vidékeken rendszeresen számolnunk kell téli és tavaszi fagykárokkal, amik a termésbiztonságát nagyban veszélyeztetik. Hazánkban is a mandula az egyik legkorábban virágzó, leginkább fagyérzékeny termesztett gyümölcsfaj. Ha gazdaságosan működő ültetvényt szeretnénk mandulából létesíteni, akkor a termőhelyet és a fajtákat nagyon körültekintően kell kiválasztani (Mohácsy és Porpáczy 1951; Pejovics 1976; Brózik et al. 2003; Kállayné 2014; Di Lena et al. 2017).

Már korai szakirodalmi források felhívják a figyelmet a mandula, valamint közeli rokonai, az őszibarack és a kajsi fagyérzékenységre (Lippay 1667; Bereczki 1882; Mohácsy és Magyar 1936; Wood 1947; Childers 1949; Pejovics 1968). Az mandulafajták vegetatív és generatív szerveinek fagyállóságát többen is vizsgálták különböző módszerekkel a téli nyugalmi időszak és a virágzás során különböző termőhelyeken. A fajták között jelentős különbségeket mutattak ki (Büyükiymaz és Kester 1976; Szalay és Fonai 2002, Brózik et al. 2003; Kodad és Socias i Company 2004; Kodad et al. 2010; Afshari et al. 2011; Imani és Mahamadhani 2011; Imani et al. 2012; Moheb et al. 2018). A mandula közeli rokona az őszibarack. Az őszibarackfajták fagyérzékenységét is sokan vizsgálták, és a fajták között jelentős különbségeket találtak (Hatch és Walker 1969; Szabó 1992; Miranda et al. 2005; Szymajda és Zurawicz 2016; Weaver 1966; Szabó 2002; Childers 1975; Childers és Sherman 1988; Okie 1998; Layne és Bassi 2008; Szabó és Nyéki 1988, 1991; Szabó 1992, 2002; Szabó et al. 1998, Timon 2000; Szalay 2001). Megkezdődtek a kutatások a mandula fagyállóságáért felelős gének kimutatása terén is, így egyre többet tudunk az egyes fajták fagytüréseinek genetikai hátteréről (Mousavi et al. 2014; Alisoltani et al. 2015, 2016).

A MATE és jogelődjeinek Gyümölcsstermesztési Tanszékén 2008-ban elkezdtük a hazai termesztésben legjelentősebb hat mandulafajta fagytüró képességének vizsgálatát. A kutatási program során elvégzett szabadföldi fagykár felvételezések eredményeit dolgoztuk föl, és közöljük jelen cikkünkben.

Anyag és módszer

A vizsgálatokat a MATE jogelődjeinek Soroksáron lévő kísérleti ültetvényeiben végeztük 2008 és 2020 között. A kísérleti munkához felhasznált mandulafák a Gyümölcsstermesztési Ágazat és a Faiskolai Ágazat területén találhatóak, azok a 2000 és 2003 közötti években lettek telepítve. Fajtánként 3-5 db fa állt rendelkezésre a vizsgálatokhoz. A fák keserű mandula magonc alanyon állnak, 5 x 3 méteres sor- és tőtávolsággal, szabad orsó faalakkal. A füvesített sorközü ültetvényben integrált termesztéstechnológia folyik, rendszeres tápanyagpótlással és évenkénti metszéssel.

A vizsgált fajták a következők voltak: 'Tétényi bőtermő', 'Tétényi kedvenc', 'Tétényi rekord', 'Budatétényi 70' (a Faiskolai Ágazat területén), 'Tétényi keményhjúú', 'Budatétényi 1' (a Gyümölcsstermesztési Ágazat területén).

A téli nyugalmi időszakban és virágzaskor minden olyan alkalommal elvégeztük a generatív szervek fagykárosodásának felmérését, amikor súlyos fagykárt okozó lehűlések voltak. A felvételezések módszere: A nyugalmi időszakban jelentős fagykárt okozó lehűlések után néhány nappal a fák 1,5 és 3,5 m közötti magassági zónájából fajtánként 10 db vesszőt szedtünk. A termőrészeket műanyag zsákban

egy napig szobahőmérsékleten tartottuk. Ezután a virágrügyek fagykárosodását, azok függőleges elmetésése után, a belső szöveteik elszíneződése alapján határoztuk meg. A virágzási időszakban virágokat gyűjtöttünk a fákról és azok szerveinek, főként a termőjüknek az elszíneződése alapján határoztuk meg a fagykárosodás mértékét. Fajtánként 150-200 virágrügyet, illetve virágot vizsgáltunk minden alkalommal, a statisztikai elemzés elvégzéséhez azokat véletlenszerűen 4 csoportra osztottuk. A hőmérsékleti adatokat a helyi automata meteorológiai állomás szolgáltatta. A vizsgálati eredményekből átlag és szórás értékeket számoltunk, majd varianciaanalízissel határoztunk meg a homogén csoportokat. A statisztikai elemzés a Microsoft Excel 365 programmal készült.

Eredmények

A vizsgálati időszakban, 2008 és 2020 között 10 alkalommal volt olyan alacsony hőmérséklet, ami a mandulafák generatív szerveiben jelentős fagykárt okozott (1. táblázat). 2009. december 21-én, a mélynyugalmi időszak végén, a -22,7 °C-os lehülés szinte teljes mértékben károsította a mandulafák virágrügyeit. 2020 tavaszán két hullámban érkezett a fagy. Sajnos a második hullámban érkezett lehülés során 2020. április 2-án -9 °C volt, ami teljes fagykárt okozott. Mivel ebben a két időpontban a fajták közötti különbségek nem voltak megállapíthatók, ezeket kihagytuk az elemzésből. Szerencsére a többi alkalommal nem okozott teljes fagykárt a lehülés. Elemzésünkben így nyolc időpont fagykár felvételezési adatai szerepelnek. A nyolc vizsgálati időpont közül öt a virágrügyek kényszernyugalmi időszakára esett, három pedig a virágzási időszakra. Ezeket külön elemezzük.

1. táblázat. A mandula virágrügyek és virágok szabadföldi fagykár felvételezését megelőző legalacsonyabb hőmérsékletek, és azok időpontjai Soroksáron 2008 és 2020 között

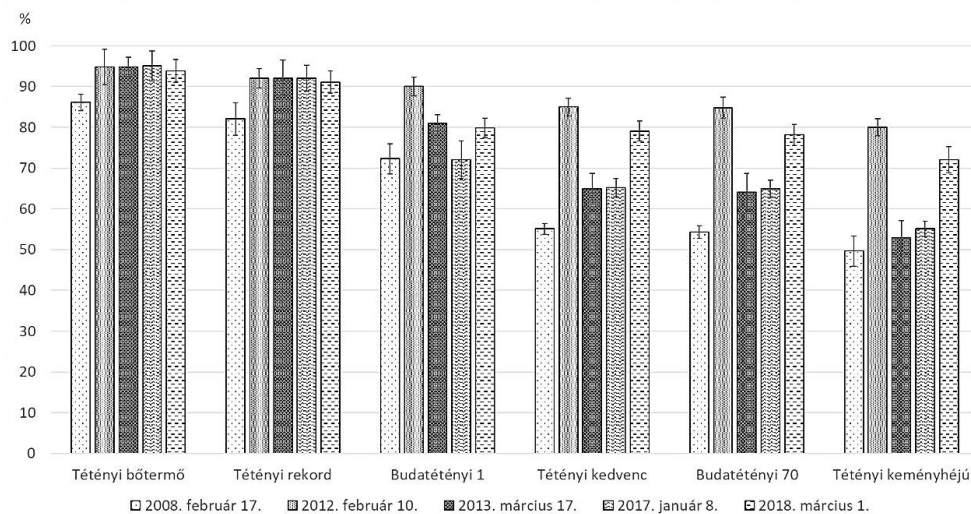
időpont/ day	hőmérséklet (°C)/ temperature (°C)	megjegyzés/ note
1 2008. február 17.	-15,5	kényszernyugalom
2 2009. december 21.	-22,7	mélynyugalom vége (teljes fagykár)
3 2012. február 10.	-18,7	kényszernyugalom
4 2013. március 17.	-10,5	kényszernyugalom
5 2014. március 14.	-3,4	virágzási időszak
6 2017. január 8.	-21	kényszernyugalom
7 2018. március 1.	-12	kényszernyugalom
8 2019. március 21.	-5	virágzási időszak
9 2020. március 16.	-6	virágzási időszak
10 2020. április 2.	-9	virágzási időszak vége (teljes fagykár)

Note: kényszernyugalom = ecodormancy; mélynyugalom vége = end of endodormancy; virágzási időszak = flowering period (blooming time); teljes fagykár = total frost damage

Table 1. Minimum temperatures before the onset of frost damage to almond flower buds and flowers and their dates in Soroksár between 2008 and 2020

Az 1. ábrán tüntettük fel a virágrügyek kényszernyugalmi időszakában végzett vizsgálatok eredményeit. 2008. február 17-én $-15,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 50% és 86% közötti fagykárosodást okozott a vizsgált fajták virágrügyeiben. A 2012-ben, szintén februárban, 10-én érkezett lehűlés erősebb volt, $-18,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot mért az automata mérőállomás. Ez 80% és 95% közötti fagykárt okozott. 2013-ban március 17-én volt komoly fagy, a virágzás kezdete előtt három héttel, $-10,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os legalacsonyabb hőmérséklettel. Ennek hatására a fagykárosodás értéke 53% és 95% között volt. A 2017. január 8-án mért $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$ a virágrügyekben 55% és 95% közötti fagykárt okozott. 2018-ban március 1-én csökkent a hőmérséklet $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra, közel egy hónappal a mandulafajták virágzásának kezdete előtt. Ekkor 72% és 94% közötti fagykárt állapítottunk meg. A fajták közötti különbségek azokban az időpontokban jelentkeztek markánsabban, amikor a lehűlés kevésbé volt erőteljes, illetve amikor korábban, kevésbé fejlett rügyfejlődési állapotban érkezett.

1. ábra. Mandulafajták virágrügyeinek fagykárosodása a különböző időpontokban végezett szabadföldi felvételezések eredményei alapján (Soroksár, 2008-2020)



Megjegyzés: Az oszlopok magassága az átlag értékeket, a vonalak pedig a szórást mutatják

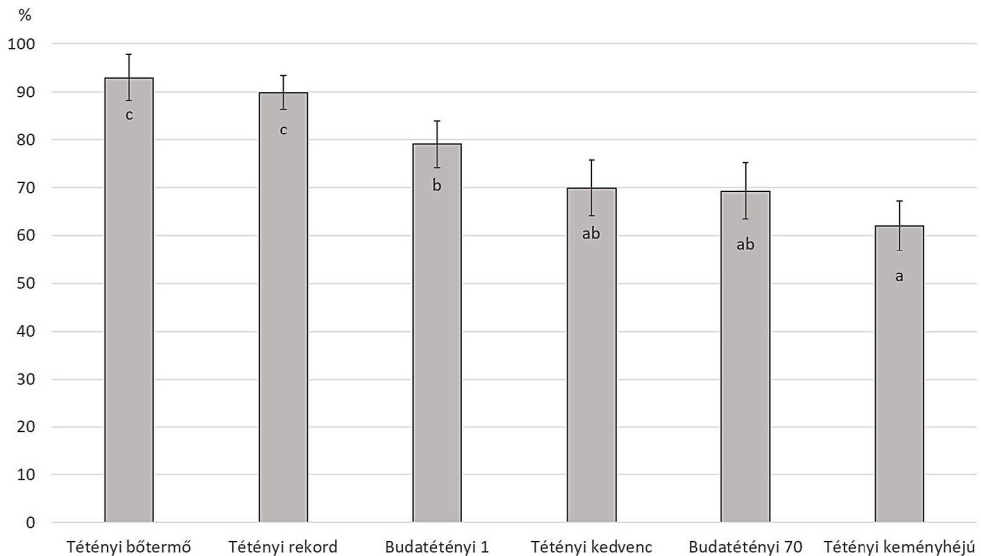
Note: The column heights are the mean values and the lines are the standard deviation

Figure 1. Frost damage to flower buds of almond cultivars based on the results of field surveys carried out at different times (Soroksár, 2008-2020)

A továbbiakban a virágrügyfejlődés kényszernyugalmi időszakában történt szabadföldi fagykár felvételezések átlag értékei alapján, a 2. ábrán feltüntetett értékek figyelembevételével értékeljük a fajták közötti különbségeket. A statisztikai elemzés a vizsgált fajtákat három homogén csoportba sorolta. A 'Tétényi keményhéjú' volt a legfagyútörőbb, a 'Tétényi bőtermő' és a 'Tétényi rekord' pedig a legfagyérzékenyebbek. A 'Budatétényi 1' fajta közepes fagyútörést

mutatott. A 'Budatétényi 70' és a 'Tétényi kedvenc' pedig átmenetet képviselt a fagyűrő és a közepes fagyűrűsű csoport között.

2. ábra. Mandulafajták virágrügy fagykárainak átlagos értékei a kényszernyugalmi időszakokban végzett szabadföldi felvételezések eredményei alapján (Soroksár, 2008-2020)



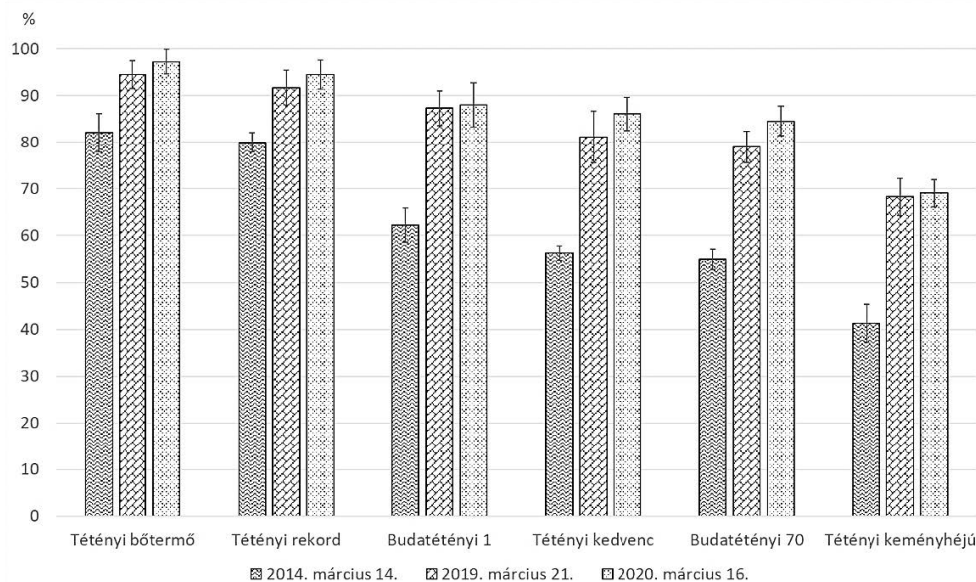
Megjegyzés: Az oszlopok magassága az átlag értékeket, a vonalak a szórást, a betűjelek pedig a homogén csoportokat mutatják, az eltérő betűk az egymástól szignifikánsan ($P \leq 0,01$) különböző értékeket jelölik

Note: The height of the columns shows the mean values, the lines the standard deviation and the letters the homogeneous groups

Figure 2. Average values of flower bud frosts of almond cultivars based on the results of field surveys during periods of ecodormancy (Soroksár, 2008-2020)

A különböző években a mandulafajták virágzási időszakában bekövetkezett erőteljes lehűlések hatására a virágokban bekövetkezett fagykárok értékeit a 3. ábrán tüntettük föl. 2014. március 14-én, a virágnylás kezdetén $-3,4$ °C volt, ez 41% és 82% közötti fagykárosodást okozott a vizsgált mandulafajták virágaiban. 2019. március 21-én a virágzási időszak közepén érte a mandulafákat a -5 °C-os fagy. Ennek hatására 68% és 94% közötti mértékben fagytak el a virágok. 2020. március 16-án a mandulafák virágnylásának kezdetén volt -6 °C-os hőmérséklet a kísérleti ültetvényben, amely 69% és 97% közötti fagykárt okozott. 2020-ban a fent említettek szerint sajnos volt egy későbbi, még erőteljesebb lehűlés, amely teljes fagykárt okozott. A virágzási időszakok során bekövetkezett fagykár felvételezések eredményei alapján a fajták közötti különbségek mind a három elemzésünkben szereplő alkalommal megfigyelhetők voltak. Ezek a különbségek akkor rajzolódtak ki határozottabban, amikor a fagy kevésbé volt erőteljes, illetve amikor korábbi virágzásfenológiai stádiumban érkezett.

3. ábra. Mandulafajták virágainak fagykárosodása a szabadföldi felvételezések eredményei alapján (Soroksár, 2008-2020)



Megjegyzés: Az oszlopok magassága az átlag értékeket, a vonalak pedig a szórást mutatják

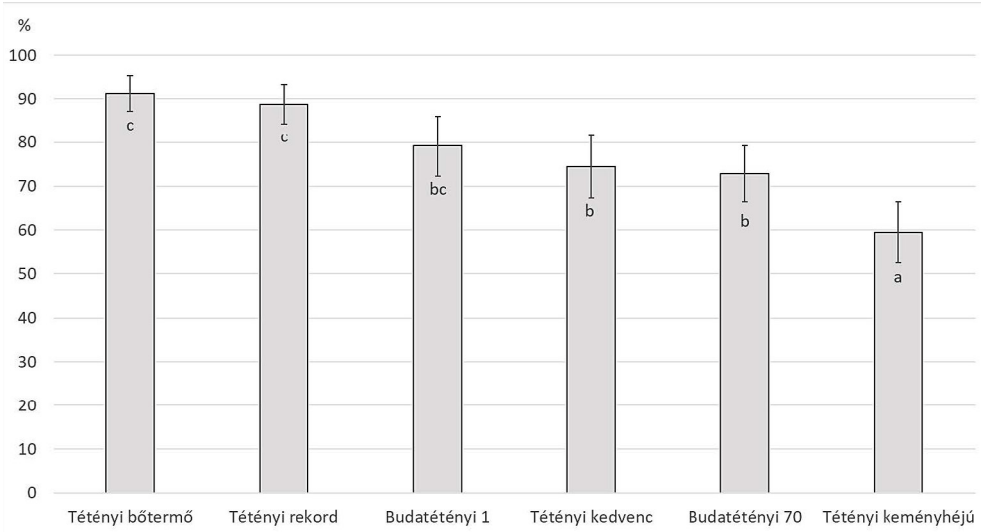
Note: The column heights are the mean values and the lines are the standard deviation

Figure 3. Frost damages to almond flowers based on the results of field surveys (Soroksár, 2008-2020)

A virágzási időszakokban végzett vizsgálatok átlag értékei alapján is értékeltük a fajták közötti különbségeket, ennek adatai a 4. ábrán láthatók. A statisztikai elemzés a vizsgált fajtákat három homogén csoportba sorolta, ebben a fajtakörben tehát nevezhetjük ezt a három csoportot a fagyűrők, a közepes fagyűrűsűek és a fagyérzékenyek csoportjának. A 'Tétényi keményhéjú' volt a legfagyűrűsebb. A 'Tétényi bőtermő' és a 'Tétényi rekord' fajták a fagyérzékeny csoportba sorolódtak. A 'Tétényi kedvenc' és a 'Budatétényi 70' fajta fagyűrűse közepes volt. A 'Budatétényi 1' fajta átmenetet képviselt a fagyérzékeny és a közepes fagyűrűsű fajták között.

A virágügyek kényszernyugalmi állapotában és a virágzási időszakokban elvégzett vizsgálatok átlag értékeit és a fajták homogén csoportokba sorolását a 2. táblázatban tüntettük föl. Megállapítható, hogy mindkét időszakban azonos sorrend alakult ki a fajták között generatív szerveik fagyűrűző képessége szempontjából. A kényszernyugalmi időszakban nagyobb fagyérzékenységet mutató fajták virágai a virágnylási időszakban is nagyobb mértékben fagytak el, és fordítva.

4. ábra. Mandulafajták virágainak fagykárosodása, átlagos értékek a virágzási időszakokban végzett szabadföldi felvételezések eredményei alapján (Soroksár, 2008-2020)



Megjegyzés: Az oszlopok magassága az átlag értékeket, a vonalak a szórást, a betűjelek pedig a homogén csoportokat mutatják, az eltérő betűk az egymástól szignifikánsan ($P \leq 0,01$) különböző értékeket jelölik

Note: The height of the columns shows the mean values, the lines the standard deviation and the letters the homogeneous groups.

Figure 4. Frost damage to flowers of almond varieties, average values based on the results of field surveys carried out during the flowering periods (Soroksár, 2008-2020)

2. táblázat. Mandulafajták virágrügyeinek és virágainak fagykárosodása a szabadföldi felvételezések átlagai alapján (Soroksár, 2008-2020)

fajta/ cultivar	kényszernyugalmi időszak/ ecodormancy		virágzási időszak/ blooming time	
	átlag/ average	homogén csoportok/ homogeneous groups	átlag/ average	homogén csoportok/ homogeneous groups
Tétényi bőtermő	92,95	c	91,26	c
Tétényi rekord	89,86	c	88,72	c
Budatétényi 1	79,04	b	79,17	bc
Tétényi kedvenc	69,87	ab	74,48	b
Budatétényi 70	69,25	ab	72,84	b
Tétényi keményhájú	61,94	a	59,51	a

Table 2. Frost damage to flower buds and flowers of almond cultivars based on the averages of field recordings (Soroksár, 2008-2020)

Megvitatás

A mandulatermesztés eredményességét nagymértékben befolyásolja a fajták fagyűrő képessége. Ennek meghatározása több éves kutatómunkát igényel. A különböző áttelelő szervek és a virágok fagyűrését többféle módszerrel vizsgálhatjuk.

Közvetett, laboratóriumi módszerekkel következtetni lehet a genotípusok fagyűrésének alakulására. Ionkiáramlás mérésével, klorofill fluoreszcencia vizsgálattal, valamint a növényi szervek antioxidáns kapacitásának meghatározásával nagy számú minta vizsgálatát lehet elvégezni, ez a nemesítők számára ad hasznos információkat a szelekció során (Kodad et al. 2010; Afshari et al. 2011; Moheb et al. 2018).

A szabadföldi fagykár felvételezésekkel jól kimutathatók a fajták közötti különbségek, a mesterséges fagyasztásos kísérletekkel pedig az egyes fajták fagyállóságának változásait tudjuk nyomon követni. Annak ellenére, hogy fagyérzékeny fajról van szó, a hazai és a nemzetközi szakirodalomban kevés adatot találunk az egyes mandulafajták tényleges fagyűréséről. A hazai fajtaleírások sajnálatos módon nem foglalkoznak a fagyállóság kérdésével (Brózik 1998; Tóth 2001; Brózik et al. 2003; Apostol 2013). A különböző genotípusok fagyállóságáról gyűjtött információk nagyon hasznosak tudományos és gyakorlati szempontból is (Büyükyılmaz és Kester 1976; Szalay és Fonai 2002, Imani és Mahamadkhani 2011; Imani et al. 2012). A mandula nemesítése során fontos szelekciós szempont a fagyűrés (Moheb et al. 2018). A mandulafajták fagyállóságának élettani és genetikai feltárása területén is megkezdődtek a kutatások, és egyre több a gyakorlat számára is hasznosítható eredmény (Barros et al. 2012; Mousavi et al. 2014; Alisoltani et al. 2015, 2016).

Az elmúlt évek során a MATE jogelődjeinek Soroksáron lévő kísérleti ültetvényeiben hat mandulafajta virágrügyeinek és virágainak fagyűrő képességét vizsgáltuk az erőteljes lehűlések utáni fagykár felvételezésekkel. A fajták között jelentős különbségeket mutattunk ki. Megállapítottuk, hogy a virágzási időszakban is azok a fajták szenvedtek nagyobb fagykárosodást, amelyek a virágrügyfejlődés kényszernyugalmi időszakában nagyobb fagyérzékenységet mutattak. A vizsgálati eredményeink összevont értékelése alapján a hat hazai fajta közül a 'Tétényi keményhéjú' generatív szervei voltak a legfagyűrőbbek. A legfagyűrősebbnek, közel azonos értékkel a 'Tétényi bőtermő' és a 'Tétényi rekord' bizonyult. A másik három fajta fagyűrése ezen szélső értékek között volt, a szabadföldi fagykár felvételezések eredményei alapján.

Vizsgálati eredményeinket fontosnak tartjuk, hiszen a pomológiai szakkönyvekben, fajtaleírásokban az általunk vizsgált fajták fagyűrő képességét vagy egyáltalán nem említik, vagy csak nagyon hiányos adatokat találhatunk róluk. A fajták pontos leírásához a fagyűrő képességük meghatározása nagyon fontos, különösen egy olyan problémás faj esetében, mint a mandula. Ennek tudományos és gyakorlati szempontból is nagy jelentősége van. A fajták fagyűrését több éves kutatómunkával tudjuk meghatározni. Megkezdtük a fajták fagyűrésének vizsgálatát mesterséges fagyasztásos kísérletekkel is. A szabadföldi fagykár felvételezések és a mesterséges fagyasztásos kísérletek együttesen biztosítanak megfelelő eredményeket.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást a „VP4- 10.2.2-15. Ritka és veszélyeztetett növényfajták genetikai erőforrásainak és mikroorganizmusok *ex situ* megőrzése (1774007912)”, valamint a „TMF/955/2018 Dísnövények, gyógynövények, gyümölcsstermő növények és szőlő génmegőrzése” pályázatok támogatták.

Irodalomjegyzék

1. Afshari, H., Parvaneh, T., Ebadi, A.G., Abbaspor, H. and Arab, H.A. 2011. Studying cold resistance of three commercial cultivars of Iranian almond via ion leakage parameter at different times after chilling. *J. Food. Agr. Envir. Sci.* 9: 449–454.
2. Alisoltani, A., Shirana, B., Fallahi, H. and Ebrahimie, E. 2015. Gene regulatory network in almond (*Prunus dulcis* Mill.) in response to frost stress. *Tree Genet. Genomes*, 11(100): 2-15.
3. Alisoltani, A., Ebrahimia, S., Azariana, S., Hematyara, M., Shirana, B., Jahanbazie, H. et al. 2016. Parallel consideration of SSRs and differentially expressed genes under abiotic stress for targeted development of functional markers in almond and related *Prunus* species. *Sci. Hort.* 189: 462-472.
4. Apostol J. 2013. Mandula. In: Soltész M. (szerk.) Magyar gyümölcsfajták. 394-402. o. Nemzeti Agrár-gazdasági Kamara, Budapest.
5. Barros, P.M., Goncalves, N., Saibo, N.J.M. and Oliveira, M.M. 2012. Functional characterization of two almond C-repeat-binding factors involved in cold response. *Tree Physiol.* 32: 1113-1128.
6. Bereczki M. 1882. Gyümölcsészeti vázlatok. Réthy és Gyulai. Arad.
7. Brózik S. 1998. Mandula. In: Soltész M. (szerk.) Gyümölcsfajta-ismeret és -használat. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 330-335.
8. Brózik S., Kállay T.-né és Apostol J. 2003. Mandula. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 140. o.
9. Büyükyilmaz, M. and Kester, D.E. 1976. Comparative hardiness of flower buds and blossoms of some almond genotypes in relation to time of bloom and leafing. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 101: 344-347.
10. Childers, N.F. 1949. *Fruit Science*. J.B. Lippincott Company Press, USA. 630. p.
11. Childers, N.F. 1975. *The peach*. Horticultural Publications. New Jersey, USA. 659. p.
12. Childers, N.F. and Sherman, W.B. 1988. *The peach*. Somerset Press. Somerville. New Jersey. Hort Public Gainesville, Florida, USA.
13. Di Lena, B., Farinelli, D., Palliotti, A., Poni, S., Theodore, M., DeJong, T.M. and Tombesi, S. 2017. Impact of climate change on the possible expansion of almond cultivation area pole-ward: a case study of Abruzzo, Italy. *J. Hortic. Sc.i Biotechnol.* 93(2): 209-215.
14. Hatch, A.H. and Walker, D.R. 1969. Rest intensity of dormant peach and apricot leaf buds as influenced by temperature, cold hardiness and respiration. *J. Am. Soc. Hort Sci.* 94(3): 304-307.
15. Imani, A. and Mahamadkhani, Y. 2011. Characteristics of Almond Selections in Relation to Late Frost Spring. *International Journal of Nuts and Related Sciences*, 2(2): 31-34.
16. Imani, A., Ezaddost, M., Asgari, F., Masoumi, S.H. and Raeisi, I. 2012. Evaluation the Resistance of Almond to Frost in Controlled and Field Conditions. *International Journal of Nuts and Related Sciences*, 3(1): 29-36.
17. Kállay T.-né (szerk.) 2014. Gyümölcsösök termőhelye. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 248 o.
18. Kodad, O. and Socias i Company, R. 2004. Differential flower and fruit damages by spring frosts in almond. *Nucis-Newsletter*, 12: 5-7.
19. Kodad, O., Socias i Company, R. and Morales, F. 2010. Evaluation of almond flower tolerance to frosts by chlorophyll fluorescence. *XIV GREMPA Meeting on Pistachios and Almonds Proceedings*, 141-145.
20. Layne, D.R. and Bassi, D. 2008. *The peach, botany, production and uses*. CABI UK. 615 p.
21. Lippay J. 1667. *Posoni kert*. Nagyszombat-Bécs.

22. Miranda, C., Santesteban, L.G. and Royo, J.B. 2005. Variability in the relationship between frost temperature and injury level for some cultivated *Prunus* species. *HortScience*, 40(2): 357-361.
23. Mohácsy M. és Magyar Gy. 1936. Dió-, mandula-, mogyoró- és gesztenyetermesztés. Pátria Irodalmi Vállalat és Nyomdai Rt. Budapest.
24. Mohácsy M. és Porpáczy A. 1951. Dió-, mogyoró-, mandula-, gesztenye termesztés és nemesítés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 318 o.
25. Moheb, M.B., Imani, A. and Shamili, M. 2018. The evaluation of almond progenies of cold-susceptible and cold tolerant parents (Filippo-Ceo XShahrood-12). *Scientia Horticulturae*, 234: 176-183.
26. Mousavi, S., Alisoltani, S., Shiran, B., Fallahi, H., Ebrahimie, E., Imani, A. and Houshmand, S. 2014. De Novo transcriptome assembly and comparative analysis of differentially expressed genes in *Prunus dulcis* Mill. in response to freezing stress. *Plos One*, 9(8): 1-13.
27. Okie, W.R. 1998. Handbook of Peach and Nectarine Varieties. United States Department of Agriculture, Washington, USA. 808 p.
28. Pejovics B. 1968. A mandula néhány biológiai sajátossága és termesztési sajátosságai. MTA. Kandidátusi értekezés. Budapest.
29. Pejovics B. 1976. Dió, mandula, mogyoró, gesztenye. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
30. Szabó Z. 2002. Csonthéjas gyümölcsűek terméshibáinak egyes tényezői. Akadémiai doktori értekezés. MTA Budapest.
31. Szabó Z. és Nyéki J. 1988. Őszibarackfajták fagykárosodása. *Gyümölcs-Inform*, 10: 15-19.
32. Szabó Z. és Nyéki J. 1991. Csonthéjas gyümölcsfajok fagykárosodása. *Kertgazdaság*, 23(2): 9-19.
33. Szabó, Z. 1992. Evaluation of cold hardiness of peach cultivars based on freezing injury to twigs. *Acta Hort.* 315: 219-227.
34. Szabó, Z., Nyéki, J., Szél, I., Pedryc, A. and Szalay, L. 1998. Low temperature injury in peach and nectarine cultivars. *Acta Hort.* 465: 399-404.
35. Szalay L. 2001. Kajszi- és őszibarackfajták fagy- és téltűrése. PhD Doktori értekezés, Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Budapest.
36. Szalay L. és Fonai L. 2002. Előzetes közlemény a mandulafajták téli virágrügyfejlődésének vizsgálatáról. *Kertgazdaság*, 34(3): 21-25.
37. Szymajda M. and Zurawicz E. 2016. Tolerance of peach flower buds to low sub-zero temperatures in winter. *Hort. Sci. (Prague)*, 43(3): 126-133.
38. Timon B. 2000. Őszibarack. Negyedik, átdolgozott kiadás. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 270 p.
39. Tóth M. 2001. Mandula. In: Tóth M. (szerk.) *Gyümölcsészet*. 307-315. Primom Kiadó, Nyíregyháza.
40. Weaver, G.M. 1966. Response of peach varieties to blossom frost. *Fruit Varieties and Horticultural Digest*, 20: 66-68.
41. Wood, M.N. 1947. Almond culture in California. *Calif. Agr. Exp. Sta. Cir.* 103 p.

Frost tolerance of flower buds and flowers of almond cultivars on the field

SZALAY, L.¹, BELAY TEWELDEMEDHIN KELETA^{1,2}, BÉKEFI, ZS.²

¹Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Horticulture, Department of Fruit Growing

²Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Horticulture, Fruit Research Centre

E-mail: szalay.laszlo@uni-mate.hu

Summary

Almond is one of the most frost-sensitive fruit species grown in Hungary. Thus, the success of cultivation, among many other factors, depends on the frost tolerance of cultivars. The frost tolerance database of almond cultivars is incomplete in the scientific literature. The study of the frost tolerance of six important Hungarian almond cultivars was started in 2008 at the SZIU Department of Pomology. The results of field frost damage observations are reported in this article. There were 10 different days with extremely low temperature during the study period that caused significant frost damage in the almond cultivars. Twice of them caused complete frost damage, no differences between cultivars could be detected at these times, so these data were omitted from the analysis. Of the eight study dates analysed in detail, five were in the dormant period of flower bud development, and three were in the flowering period. Differences between cultivars were more pronounced at times when the intensity of cooling was lower, or frost arrived at an earlier developmental stage of the trees. The order of the cultivars in terms of their frost tolerance was very similar, regardless of the time of cooling. Cultivars that showed better frost tolerance during the dormant period also had less damages during the flowering period. Of the cultivars examined, 'Tétényi keményhjú' was the most frost tolerant, based on the observation of natural frost damages. The 'Tétényi bőtermő' and the 'Tétényi rekord' proved to be the most frost-sensitive in this cultivar range, with almost identical frost damage values. The frost damage values of the 'Budatétényi 1', 'Tétényi kedvenc' and 'Budatétényi 70' cultivars were among the values of these cultivars.

Keywords: almond (*Prunus dulcis* Mill.), flower bud frost damage, flower frost damage, domestic cultivars

Szerzők

Szalay László (kapcsolattartó szerző) – PhD, egyetemi docens, MATE, Kertészettudományi Intézet, Gyümölcsstermesztési Tanszék, 1118 - Budapest, Villányi út 29-43.

Belay Tewelmedhin Keleta – PhD hallgató, MATE, Kertészettudományi Intézet, Gyümölcsstermesztési Tanszék, 1118 - Budapest, Villányi út 29-43.

Békefi Zsuzsanna – PhD, tudományos főmunkatárs, MATE Kertészettudományi Intézet, Gyümölcsstermesztési Kutatóközpont, 1223 - Budapest, Park u. 2.