

A tavaszi fagykárok elleni védekezés lehetőségei a gyümölcsstermesztésben

Dr. Apáti Ferenc

DE Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma, Gazdálkodástudományi Intézet

A gyümölcsösöket alapvetően a téli és a késő tavaszi fagyok veszélyeztetik, a kora őszi fagyok már közel sem jelentenek ekkora problémát. Védekezni érdemben csak a tavaszi fagyok ellen lehet, a téli -20-25 °C-os hidegek káros hatásán legfeljebb passzív védekezési módszerekkel lehet tompítani egy kicsit, de erre érdemi megoldás nincs.

A tavaszi fagyok elleni védekezés jelentősége az elmúlt évek eseményei miatt erőteljesen felértékelődött, hiszen a 2007., 2011. és 2012. évi tavaszi fagykárokban a gyümölcsstermesztők jelentős része 1-2 év teljes termését elveszítette, de van olyan üzem is, ahol mindhárom évben szinte teljes termés kiesés volt. *A fagy közvetlen káros hatása a kieső árbevétel és az emiatti finanszírozási nehézségek, de közvetetten és közép- vagy hosszabb távon jelentős problémát okoz az alternancia kialakulásának fokozódó veszélye, fejlesztési források hiányában a - versenyképesség fenntartásához szükséges - beruházások, fejlesztések elmaradása, illetve az árualaphiány miatti piacvesztés is.*

A hosszú távú meteorológiai előrejelzések és számítások szerint a globális felmelegedés miatt a szélsőséges időjárási események felszaporodása várható. Így nem zárható ki az sem, hogy a fagyok elleni védekezés kérdése a jövőben erősen fel fog értékelődni és egy korszerű ültetvényben - az öntözéshez hasonlóan - akár a technológia szerves részévé is válhat.

A tavaszi fagyok típusai

A tavaszi fagyoknak - a keletkezés jellege szerint - alapvetően két fő formáját különböztetjük meg:



- ▶ szállított fagy (áramlási fagy, advektív fagy),
- ▶ kisugárzási fagy (radiációs fagy).

A *szállított fagyok* jellemzője, hogy az adott területre vagy tájegységre hideg légtömeg áramlik be (pl. északi-sarki vagy szibériai eredetű) és kiszorítja az ott található melegebb levegőt. Kialakulásának kedvez a közepes vagy erős légáramlás és az alacsony páratartalom. Általában jellemzője az élénkebb légmozgás, illetve az, hogy a levegő hőmérséklet szerinti rétegződésében nem feltétlenül van 0 °C fölötti réteg az adott terület fölött (tehát a földfelszíntől kezdve 0 °C alatti hőmérsékletű a levegő és felfelé haladva folyamatosan hűl). Amennyiben jelentősebb légmozgás kíséri, a hőtermelésre vagy hőkisugárzás mérséklésére alapozó fagyvédelmi módszerek hatástalanok, ha pedig hiányzik a terület fölött a melegebb légréteg, a légkeveréses módszerek mondanak csődöt. Ezek miatt *nehéz vagy egyes esetekben lehetetlen védekezni ellene*. Szerencse a szerencsétlenségben az, hogy 6-7 tavaszi fagyból általában egy szállított

A *kisugárzási fagyok* kialakulá-

sának oka, hogy - elsősorban felhőtlen égbolt és alacsony páratartalom esetén - a földfelszín sokkal több hőt sugároz ki, mint amennyit napközben a sugárzó nap átadott, így az alsó légrétegek kisebb-nagyobb mértékben 0 °C alá hűlnek. Általában jellemzője a „tökéletes szélcsend”, valamint az, hogy csak az alsó néhány méteres légréteg hűl le kritikusan, de fölötté (5-20 m magasságban) 0 °C feletti, de legalábbis az ültetvény levegőjétől jóval magasabb hőmérsékletű légréteg található. Ennél fogva a kisugárzási fagyok ellen *mind a hőtermelésre vagy a kisugárzás mérséklésére, mind a légkeverésre alapozó módszerek* - jobb vagy rosszabb hatásfokkal - *felvehetik a versenyt.*

A fagyvédelmi lehetőségek tágabb áttekintése

A tavaszi fagyok elleni védekezésre ma már jó néhány megoldás áll rendelkezésre (jóval több, mint a jégesők ellen), de tökéletes módszer nincs, mindegyiknek van valamilyen - ráadásul nem elhanyagolható - hátránya, melyek az alkalmazhatóságukat komolyan befolyásolják. *A fagyvédelmi módszereket passzív és aktív módszerekre különíthetjük el (1. táblázat).*

A *passzív módszerek* ismérve, hogy már jóval a fagy keletkezése előtt alkalmazzuk, illetve a hőmérséklet alakulásába a fagyos éjszakán közvetlenül nem avatkozunk be. Fő célja a fagy jövőbeni elkerülése vagy gyakoriságának csökkentése, illetve - ha már kialakul - hatásának mérséklése (pl. termőhelyválasztás, nagyobb koronamagasság), továbbá a növények stressztűrésének vagy fagy utáni regenerációs képességének fokozása (fagyűrőbb alanyok,

A főbb fagyvédelmi módszerek áttekintése

Passzív módszerek	Aktív módszerek
<ol style="list-style-type: none"> 1. Termőhely-választás (lefolyástalan, fagy-zugos területek kerülése) 2. Fagyűrőbb alanyok, fajták választása 3. Nagyobb koronamagasság, ill. famagasság alkalmazása 4. Alacsonyra nyírt gyeper sorközben, széles művelt sorcsík alkalmazása 5. Talajnedvesség-tartalom növelése 6. Kémiai védekezés, növénykondicionálás, -regenerálás 7. Virágzásokéltetés (pl. telepítés a lejtő északi, nyugati oldalán, ill. hűtőöntözés) 8. Jégháló, esővédő fólia létesítése 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Légkeverés <ul style="list-style-type: none"> – vízszintes áramú légkeverők – függőleges áramú légkeverők – helikopteres légkeverés 2. Füstölés, ködösítés 3. Fagyvédelmi öntözés <ul style="list-style-type: none"> – korona fölötti fagyvédelmi öntözés – korona alatti fagyvédelmi öntözés 4. Ültetvényfűtés <ul style="list-style-type: none"> – olajkályha, gázkályha, kokszkályha – paraffingyertya 5. Fagyvédelmi gépek <ul style="list-style-type: none"> – Frostbuster – Frostguard

Forrás: saját szerkesztés

fajok, fajták választása, kémiai védekezés, növénykondicionálás). A fentiek összegzéseként elmondható, hogy a passzív módszerekhez sorolható lehetőségekkel élni kell, segíthetnek a fagy elleni védekezésben (pl. egy jó termőhely), de egyedül megoldást nem jelentenek. A már kialakult fagy ellen érdemben csak az aktív módszerekkel vehetjük fel a harcot.

Az **aktív fagyvédelmi módszerek** ismérve a passzívvál szemben az, hogy alkalmazása csak közvetlenül a fagy beállta előtt, vagy a fagy beállta után a kritikus hőmérséklet elérésekor kezdődik és a hőmérséklet alakulásába közvetlenül beavatkozunk. E módszerek a fagy kialakulását gátolni vagy mérsékelni, azaz az ültetvény hőmérsékletét emelni különböző fizikai mechanizmusok révén próbálják, melyek lehetnek:

- ▶ a hideg levegő felhalmozódásának akadályozása (légkeverés),
- ▶ a hőkisugárzás mérséklése (füstölés, ködösítés),
- ▶ hőtermelés a víz fagyáshőjének felszabadításával (fagyvédelmi öntözés),
- ▶ hőtermelés tüzelőanyagok égetésével (ültetvényfűtés, Frostbuster, Frostguard).

A következőkben az ezen módszerekkel kapcsolatos legfontosabb ismereteket, gyakorlati tapasztalatokat tekintjük át.

Légkeveréses módszerek

A **légkeveréses módszerek során azt használjuk ki, hogy kisugárzási fagy esetén csak az alsó néhány méteres légréteg hűl le kritikusán, fölötte pedig pozitív hőmérsékletű levegő található.** Ezt belekeverve az alsó légrétegbe, növelhető annak hőmérséklete. A módszer korláta az, hogy csak akkor működik, ha található az ültetvényénél jelentősen magasabb hőmérsékletű légréteg az ültetvény fölött (rendszerint 5-20 m-es magasságban), tehát szállított fagyoknál általában nem hatékony.

E módszert **technikailag kivitelezni helikopterekkel és ún. szélgépekkel lehet.** A **helikopteres légkeverés** hátránya, hogy csak megfelelő látási viszonyok mellett szállhat fel

a gép (tehát éjszaka nem mindig van mód védekezésre). Másik probléma, hogy meglehetősen kevés az egy térségben vagy megyében rendelkezésre álló helikopterek száma. A világ számos országában alkalmazzák, a fenti korlátokat és hátrányokat leszámítva, viszonylag jó eredménnyel, de éppen ezen korlátok miatt széles körű elterjedését nem várhatjuk.

Légkeverő gépek (szélgépek)

A helikopteres módszer hátrányait nagyjából kiküszöbölik a **szélgépek (1. kép)**. Ezek általában 10-12 m magas, 5-6 m átmérőjű és lefelé döntött lapátokkal szerelt szél-erőmű-szerű gépek. Létezik olyan kivételük is, melyek nemcsak a meleg és hideg levegőt keverik össze, hanem a lapátok előtt található gázégőfejek által termelt hőt is továbbítják lefelé. A berendezés maga körül kör vagy ellipszis alakban mintegy 3,5-5,0 ha megvédésére képes azáltal, hogy nem egy helyben állva keveri a levegőt, hanem 4-5 perc alatt körbeforog. Megfigyelték azt is, hogy több szélgép együtt erősíti egymás hatását.

A gyakorlati tapasztalatok alapján hatékony (de csak akkor, ha „fent” meleg levegő van), kisugárzási fagyok esetén – a rendelkezésre álló források szerint – akár mintegy 3,0-4,5 °C-kal is képes emelni a levegő hőmérsékletét, így még a legérzékenyebb fenológiai stádiumban is védelmet nyújthat -5--6 °C-ig. A vi-



1. kép Légkeverő gép (szélgép)

lagon az USA-ban a leginkább elterjedt, Európán belül Olaszországban alkalmaznak kb. 80-100 db-ot, Magyarországon jelenleg még nem található. Hátránya, hogy meglehetősen drága módszer, egy szélgépjár 8-10 millió Ft, így beruházási költsége egy hektárra 1,5-2,0 millió Ft.

Füstölés

A füstöléses módszer a hókisugárzás mérséklésére törekszik. A begyűjtött nedves szalma vagy egyéb, nagy füstöt képző anyag az ültetvény fölött egy fűstréteget hoz létre, ami – a természetes felhözethez hasonlóan – visszatartja a földfelszín által kisugárzott hő egy részét. Tudományos mérések és szakirodalmak szerint a füst csak elhanyagolható mértékben tudja gátolni a hókisugárzást, így számottevő hatása a hőmérséklet alakulására nincs. Mivel kevés hőt tart vissza, a füstölést már jóval 0 °C fölötti hőmérséklet mellett meg kell kezdeni a fagyos éjszaka estéjén. Gyakorlati tapasztalatok alapján legfeljebb 1,0-1,5 °C-kal képes emelni az ültetvény hőmérsékletét. Emiatt igazán hatékony, megfelelő megoldást kínáló módszernek egy nagy áruértékű ültetvényben nem tekinthető.

Meg kell jegyezni azt is, hogy a Boldogkőváralja és Gönc térségé-

ben lévő kajszisokban az elmúlt években gyakran alkalmazták ezt a módszert, és pl. a Gyümölcsért Kft.-nél összességében elfogadható eredményről számoltak be. Itt minden második sorban kb. 10 méterenként helyeznek el kis kockabálákat (szalma), melyek viszonylag rövid idő alatt el is égnek és közben nagy füstöt és hőt termelnek. A begyűjtést teljes virágzásban is csak -3--4°C mellett kezdi meg. A tapasztalatok szerint a módszer elégséges ahhoz, hogy a hőmérséklet további csökkenését megakadályozza. Ki kell hangsúlyozni azonban, hogy ebben a technológiában a sok kis hőforrás miatt már elsősorban nem a füst, hanem a termelt hő játszik szerepet a hőmérséklet emelésében, tehát lényegében nem füstölésről, hanem „szalmabálás ültetvényfűtésről” van szó.

Fagyvédelmi öntözés

A fagyvédelmi öntözés a hatásmechanizmus tekintetében a hőtermelés kategóriájába tartozik, mivel itt a víz megfagyása során felszabaduló látens hőt használjuk fel az ültetvény hőmérsékletének emelésére, illetve a növényi részek 0 °C fölött tartására. Két fő formája létezik a korona feletti és a korona alatti öntözés.

Korona fölötti fagyvédelmi öntözés

Az eddigi tapasztalatok alapján a *leghatékonyabb fagyvédelmi módszernek tekinthető*, akár 6-8 °C-kal is képes emelni az ültetvény hőmérsékletét, így a legnagyobb lehűlések ellen is védelmet jelenthet (2. kép). Alkalmazásának viszont (öntözés intenzitása, indítás és leállítás időpontja stb.) nagyon szigorú szabályai vannak, és számos – a fagy elleni védekezéstől független – hátránya is van.

A módszernél a víz megfagyása során felszabaduló hőenergia tartja 0 °C fölött a növényi szervek hőmérsékletét, éppen ezért viszont nagyon fontos a megfelelő intenzitású öntözés (általában 3-5 mm/óra a lehűlés mértékétől függően), mivel folyamatosan a fagyás állapotában kell tartani a vizet.

Szintén nagyon fontos az indítás időpontja: túl késői indítás esetén fagykárt szenved az ültetvény, míg túl korai indításnál feleslegesen pazaroljuk a vízkészletet, illetve a párolgó, de még meg nem fagyó víz hűtheti le kritikusan a növényeket. A 2-3 m/s-nál erősebb légmozgás esetén már nem alkalmazható, mert ekkor a növényre kerülő víz párolgásának hűtő hatása okoz fagyási kárt. Az öntözést leállítani csak akkor szabad, amikor a hőmérséklet a kezeletlen területen is eléri a 3-5 °C-ot, így a jég magától leolvadhat. Túl korai leállítás esetén a jég szublimálása (a jég közvetlenül vízpárává alakulása) miatti nagy hőelvonás súlyos fagykárt okoz, adott esetben nagyobb, mintha el sem indítottuk volna. Fontos szabály, hogy az öntözés megkezdésétől a vízellátás reggelig (míg magától le nem olvad a jég) már soha nem szakadhat meg, így egy egész éjszakai védekezésre elegendő vízkészletre és kifogástalan műszaki állapotú berendezésekre van szükség.

A módszer egyik legfőbb hátránya és ezáltal korlátja sok hazai ültetvényben, hogy nagyon *nagy a vízigénye*: 30-60 m³/óra/ha (Egy hektárra egy egész éjszakai védekezéshez ezért legalább 500 m³ vízkészlettel kell számolnunk). A víztakarékosabb, mikroszórófejes



2. kép Korona fölötti fagyvédelmi öntözés

változatok az alsóbb tartománnyal is beérik, de ezek hátránya, hogy -4 – -5 °C alatt a szórófejbe belefagyhat a víz (ezért ennek elkerülése érdekében ezeket korábban kell indítani), illetve a kevesebb víz kevesebb felszabaduló hőenergiát jelent, így kevésbé hatékonyak. A nagyintenzitású, körforgó öntözőknél a nagy vízszállítás miatt a befagyás problémája ritkán áll fenn, és a kijuttatott nagyobb vízmennyiség miatt nagyobb mértékben képesek emelni az ültetvény hőmérsékletét (tehát hatékonyabbak), de vízigényük 40 – 50 m³/óra/ha körüli. Perspektivikusak lehetnek a hatékonyság és a víztakarékos működés szempontjából a sávos öntözőberendezések, melyek csak egy méter széles sávban a sort öntözik, így harmad vagy negyed annyi vizet használnak fel, mint a körforgó öntözők, de hatékonyságuk még pontosan nem ismert.

Szintén nagy gondot jelenthet, hogy a rengeteg víz (2-3 éjszaka alatt akár 100 – 150 mm csapadéknak megfelelő vízmennyiség) levegőtlen talajállapotot eredményez és nehezíti a – pl. permetezést végző – gépek mozgását, ezért a talaj jó vízelvezetése nagyon fontos. *A monília* vagy a *tűzelhalás*ra érzékeny gyümölcsfajoknál akár súlyos növényvédelmi kockázatokat is felvethet a virágzás kori fagyvédelmi öntözés.

Korona alatti fagyvédelmi öntözés

A korona alatt elhelyezett szórófejek által a talajra „permetezett” víz megfagyása során felszabaduló hőt használjuk fel a levegő hőmérsékletének emelésére. Tapasztalatok alapján ennek „fűtő” hatása olyan kicsi (és az is csak a földfelszínhez nagyon közeli légrétegre korlátozódik), hogy érdemi hatás nem várható tőle, legfeljebb 1 – 2 °C-kal képes emelni az ültetvény hőmérsékletét.

Fagyvédelmi gép (Frostbuster, Frostguard)

A Frostbuster és Frostguard névre keresztelt, belga fejlesztésű, és néhány éve már hazánkban is forgalmazott fagyvédelmi gépek hatásmechanizmusa minden részletében



3. kép Frostbuster



4. kép Frostguard

még nem ismert (3-4. kép). *Mindkettő lényege* az, hogy a nagy gázégőfejekben elégetett propángáz által termelt hőt a nagyteljesítményű ventilátor fújja ki a kiömlő nyíláson, és *teríti szét a géptől több 10 m-es távolságra* mindkét irányban. Az energetikai számítások alapján egyértelmű, hogy a megtermelt hő önmagában még kevés lenne a fagy elleni védekezéshez, így valamilyen más hatásmechanizmus is van mögötte.

A *Frostbuster* (traktor által vontatott gép) működés közben az ültetvényben hurok alakban közlekedik, egymástól 60 – 80 m-es fordulókra.

Ekkor – a gyártó szerint – mintegy 8 – 10 hektár megvédésére képes. A lényeg, hogy 8 – 10 perc alatt visszaérlen ugyanarra a helyre 7 – 8 km/h menetsebesség mellett, és a védekezés soha nem szakadhat meg. Viszont a hideg fokozódásával, egyre szűkebbre kell venni a fordulókat, és – gyakorlati tapasztalatok szerint – -4 – -5 °C alatt 4 – 6 hektárnál nagyobb területet már nem érdemes védeni vele. Egyik hátránya, hogy egy egész éjszakai monoton üzem nagy figyelmet igényel a traktorstól. Tudományos mérések azt mutatták, hogy a berendezés az ültetvény hőmérsékletét $1,5$ – $2,5$ °C-kal képes emelni.

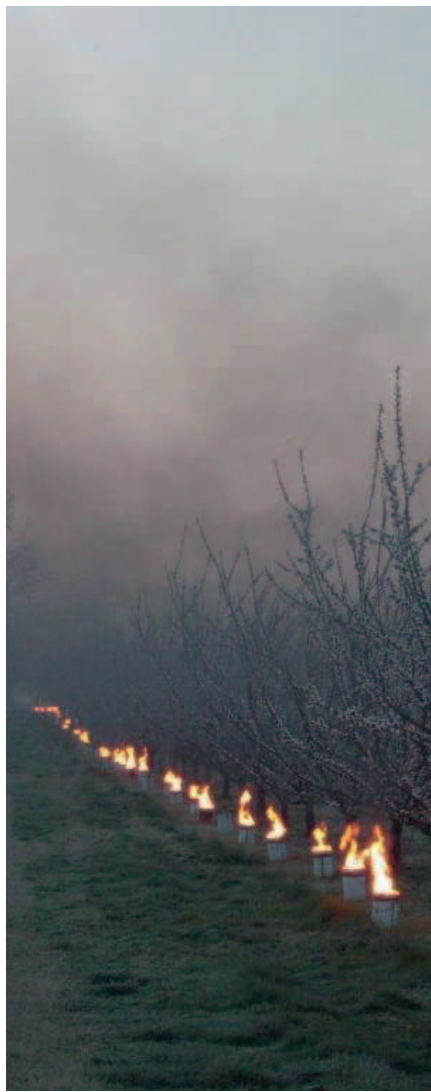
A *Frostguard* esetében stabil, telepített gépekről van szó. Egy ilyen berendezés – a gyártó szerint – 0,5-1,5 hektárt képes védeni, ember nem kell a működtetéséhez (csak az elindításhoz és leállításhoz), felügyelet viszont ajánlott.

A hazai gyakorlati tapasztalatok eddig vegyesek, van már pozitív tapasztalatra is példa, voltak viszont olyan ültetvények is, ahol a 2012. évi fagyoknál -7 – -8 °C mellett már nem mutatott érdemi hatást, tehát lehet, hogy ilyen extrém hidegekkel már nem bír el.

Azért ígéretes a berendezés, mert amennyiben egy viszonylag jó hatásfokú működés bebizonyosodik róla, a legjobb ár-érték arányú módszer lehet (nem az abszolút leghatékonyabb, de a költségéhez képest a leghatékonyabb). Azonban ahhoz, hogy ez a kijelentés igaz legyen, még közelebb kell jutni a valódi hatékonysághoz, illetve a hatékony működés pontos feltételeinek tisztázásához. A Frostbuster hektáronkénti beruházási költsége 0,7-1,0 millió Ft, a Frostguardé 1,0-1,5 millió Ft.

Paraffingyertyás ültetvényfűtés

Ültetvények fűtésére különböző módszerek ismereteseek. A kokszkályhák vagy olajkályhák alkalmazásuk nehézsége és költsége miatt vélhetően nem jutnak a jövőben jelentősebb szerephez. *Egyetlen e tekintetben perspektivikus módszernek a paraffingyertyás hőtermelés mutatkozik (5. kép).* Ebben az esetben a – fémkannákban kiszerelt – paraffin elégetése révén felszabaduló hő az, amivel emelhetjük az ültetvényben a levegő hőmérsékletét. Hőtermelésről lévén szó a módszer csak akkor működőképes, ha teljes szélcsend van, mivel a légmozgás levinné a területről a termelt hőt is. Tehát elsősorban kisugárzásos fagynál alkalmazható. A módszer elég jó hatásfokúnak bizonyult, akár $5-6$ °C-kal is képes emelni az ültetvény hőmérsékletét. Hátránya viszont, hogy egy hektárra a paraffingyertyák vételára 1,0-1,2 millió Ft (egy hektárra 500 db szükséges és db-onkénti ára 7 Euro körül van), és



5. kép Paraffingyertyás hőtermelés
Fotó: Balaton Fruit Kft., Balatonvilágos

ezért kb. 10-12 órán keresztül képesek működni, majd új garnitúrát kell vásárolni, tehát *nagyon drága módszerről van szó.* Jóllehet az is igaz, hogy kisebb fagyoknál elegendő minden negyedik vagy minden második gyertyát begyújtani, így egy garnitúrával több 10-12 órás védekezés is elképzelhető. További korlát, hogy az egy óra alatti begyújtáshoz (erre egy fagyos éjszakán több idő nincs) hektáronként kb. 1,5 főre van szükség, tehát nagyon *nagy az emberigénye.* Továbbá a nagy emberigény és a begyújtás relatíve bonyolult művelete miatt nagyon nagy szervezettséget, begyakorlottságot és nagyon jól felépített éjszakai riadóláncot igényel. Ezek miatt olyan vállalkozásokban, ahol kevés az állandó munkaerő (vagy a családtag) nagy területen nem nagyon jöhet

szóba az alkalmazása, mivel a csak betakarítást végző szezonális, alkalmi munkaerőre nem lehet alapozni egy éjszakai riadóláncot a tavaszi időszakban.

Összegzés

Az előzőekben leírtak összegzéseként nagyvonalakban megállapítható, hogy *a jövőben várhatóan a fagyvédelmi öntözés, a szélgépek, a paraffingyertyás hőtermelés és a Frostbuster, illetve Frostguard alkalmazásának van realitása.* A fagyvédelem szempontjából leghatékonyabb módszernek a korona fölötti fagyvédelmi öntözés tekinthető, de nagy hátránya és korlátja az óriási vízigény. A paraffingyertyás hőtermelés hatásfoka talán vetekszik ezzel, de a fajlagosan legdrágább módszerről van szó. A Frostbuster/Frostguard a legjobb ár-érték arányú módszer lehet (tehát hatásfokához képest fajlagosan a legolcsóbb), de a hatékony működés pontos feltételei még nem teljesen tisztázottak. A szélgépek hatékonyak, de hatásfokukhoz képest talán a legdrágábbak. Tökéletes módszer tehát nincs, mindegyiknek van valamilyen nagyon komoly hátránya vagy korlátja. Biztos azonban, hogy gazdaságosan csak nagy áruértékű ültetvényekben alkalmazhatók, ahol a hektáronkénti potenciális árbevétel legalább 2-4 millió Ft, ez alatt nem sok esély van a gazdaságos működtetésre.

Meg kell jegyezni, hogy e területi keretek között csak egy rövid összefoglalót nyújthattunk a fagyvédelem lehetséges módszereiről, főbb előnyeiről és hátrányairól, valamint ökonómiai megfontolásairól. Az elméleti ismeretek és gyakorlati tapasztalatok részletes és alapos bemutatására a 2012 őszén megjelent, „Gyümölcsültetvények fagy- és jégvédelmének technológiai lehetőségei és gazdasági megfontolásai” című könyvünkben vállalkoztunk.

A jelen tanulmány alapjául szolgáló kutatás a MAG ZRT. és az NFÜ támogatásával, az OM-00265. számú kutatási téma keretében készült.