

## A LÉGKÖRI INVERZIÓ FELHASZNÁLÁSA TAVASZI FAGYVÉDELEMRE

Meteorológiai támogatásra: megfigyelésekre, előrejelzésekre a történelem során mindig szüksége volt a mezőgazdaságnak. Már az ókori egyiptomiak is a Nílus vízjárásának ingadozásához – ami az Etióp-magasföld csapadékviszonyainak (Csapadékos július-augusztus, egyébként viszonylag száraz klíma) függvénye – igazították a mezőgazdasági munkálatokat. Természetesnek tűnik, hogy a technikai fejlődés az agrártechnológiai fejlődés mellett magával hozta az agrometeorológiai támogató rendszerek fejlődését is. Ezek a többkomponensű rendszerek mérő, előrejelző, és növényvédő alrendszerekből tevődnek össze, amik egymással összehangolva nyújtják a legnagyobb védelmet az időjárás ellen.

Az agrometeorológiai mérés technikával máshol foglalkozunk. Ebben a cikkben először röviden szó lesz a minimumhőmérséklet előrejelzéséről, a tavaszi fagyelhárítás, és fagyenyhítés meteorológiai szemléletű megközelítéséről, végül pedig a szélgépes fagyelhárító módszer gyakorlati alkalmazásáról.

### A HŐMÉRSÉKLET – MINIMUM HŐMÉRSÉKLET – ELŐREJELZÉSE

A mezőgazdaságban az áprilistól októberig tartó időszakban fontos szerepe van a talajmenti fagyra vonatkozó figyelmeztető előrejelzésnek. A szabvány szerint két méteren mért hőmérsékletet, illetve annak változását több tényező együttesen határozza meg. Ezek a tényezők, a besugárzás (amit a napmagasság, felhőzet, domborzat határoz meg), a hőmérsékleti advekción (szél- és hőmérsékleti mezőkből következtethető), albedó (ami a felszín sugárzás visszaverő képességét jellemző mérőszám, és a felszíntípus, növényzet, hótakaró függvénye), a párolgás intenzitása (felső talajréteg vízzel való telítettségének mértéke), függőleges mozgások (fel-, illetve leáramlás, csapadékhullás).

A fentiek közül a (éjszakai-hajnali) minimum-hőmérsékletet a felszín közeli réteg nedvességi viszonyai és a felszíni adottságok határozzák meg. A legalacsonyabb minimumhőmérsékletre hosszú kisugárzási periódus (hosszú [téli] éjszaka), száraz levegő (alacsony páratartalom a felszín közeli, és magasabb rétegekben is), derült ég, szélcsend (jellemzően anticiklonális helyzet) és hótakaró (nappal nagy sugárzás visszaverő képesség, kisebb nappali felmelegedés, hideg felszín) jelenléte esetén várható.

### A MINIMUMHŐMÉRSÉKLET ELŐREJELZÉSE A GYAKORLATBAN:

Zavartalan kisugárzás esetén az előző esti harmatpont jó becslést adhat. Ekkor, ha az előző esti legalacsonyabb harmatponthoz két fokot hozzáadunk, jó közelítést kaphatunk a hajnali minimumhőmérsékletre.

Amennyiben számottevő felhőzet (közép- és alacsony szinten 2500 méter alatt) található a kérdéses terület felett, a kvázi üvegházhatás miatt jelentősen csökken a kisugárzás, lelassul a hűlés folyamata. Tartós borultság esetén egy idő után hőmérsékletemelkedés is bekövetkezhet.

Ha a felszín közelében a levegőnek már napközben is nagy a nedvességtartalma (>90%), a hőmérséklet csökkenése rövid úton a levegő hőmérsékletének harmatpontra süllyedését idézi elő. Ekkor megkezdődik a kondenzáció, ami hó felszabadulással jár, így rövidtávon nem engedi a további hűlést, hosszú távon hőmérsékletemelkedést is okozhat.

A legalább mérsékelt (5 m/s vagy 20 km/h) légáramlás esetén a hőmérséklet légkördinamikai okokból kifolyóan nem tud jelentősen csökkenni.

Az igazán jó helyi minimumhőmérséklet-előrejelzések készítéséhez mindezek mellett szinoptikus klimatológiai ismeretekre is szükség van. Úgy, mint lejtőklimatológiai, különböző ültetvény- és erdő klimatológiai ismeretek, valamint a fagyugos részek felmérése, és viselkedéseinek ismerete.

Amikor tudjuk, hogy jön a fagy, a légkör kihűlésének csökkentésére több módszerrel védekezhetünk. A legrégebbi, és ezzel együtt is meglepően hatásos módszer természetesen a füstölés, amikor a kisugárzásnak úgy vetünk gátat, hogy füstöt juttatunk az alsó légrétegbe, kvázi üvegházat hozva létre az ültetvényben, ami elnyelve és visszaverve a sugárzást melegíti a levegőt. Másik, jóval újabb módszer lehet a lombkorona szinti permetezés. A vízpermet vékony hárttyában fagy rá a felületekre. Miközben a környezet szempontjából víz fagyáskor úgynevezett fagyáshó szabadul fel, kevéssel nő az ültetvény hőmérséklete, valamint a módszer szigetelő jégréteggel is védi a friss hajtásokat az éjszaka folyamán később fellépő komolyabb fagytól. A legdrágább, ám kétségkívül a leghatékonyabb módszer az ültetvény konkrét fűtése, akár paraffingyertyás, akár mozgó fűtőberendezésről beszélünk.



A szakemberek, és a módszereket gyakorlatban is alkalmazók egyetértenek abban, hogy ezeket a fagyenyhítő, illetve megelőző intézkedéseket jóval a fagyveszélyes időszak megérkezése – legkésőbb egy órával – előtt meg kell kezdeni.

A meteorológiai szempontból a legizgalmasabb fagy megelőzési módszer kétségtelenül a légleszívás módszere, a légköri inverzió fölül. Vizsgáljuk meg közelebbről az inverziót, és magát a módszert is.

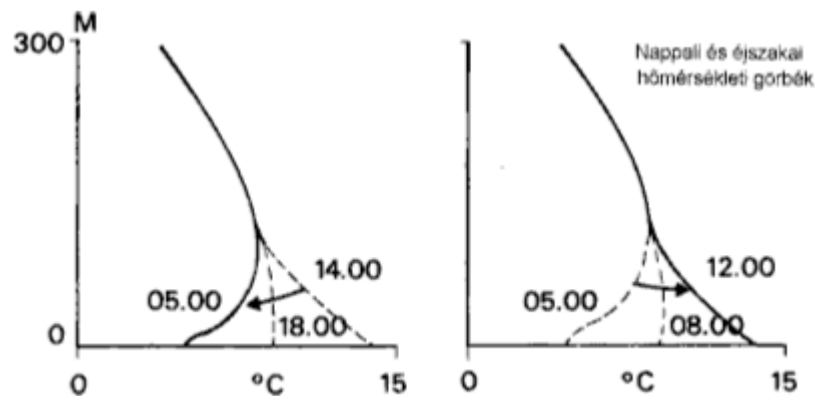
#### A LÉGKÖRI INVERZIÓ

A légkört a sugárzási folyamatok által felmelegített felszín melegíti alulról. Ez elsősorban a felszínről a légkörbe irányuló konvektív hőszállítás, kisebb mértékben hővezetés formájában megy végbe (e folyamatokat együttesen szenzibilis vagy érzékelhető hőáramnak nevezzük). Ennek megfelelően általános esetben elmondható, hogy a felszínhez legközelebb eső légréteg a legmelegebb, majd a légkör alsó rétegében (és a troposzférában általában is) a hőmérséklet az átlagos hőmérsékleti gradiens (0,65°C száz méterenként) szerint csökken. Vannak azonban olyan időjárási esetek, amikor ez nem teljesül, és a légkör az alsó pár száz méteres rétegében a hőmérséklet a magassággal növekszik. Ez a jelenség a hőmérsékleti inverzió. Kialakulásának két lehetséges módja van. A gyakoribb, hogy szélcsend és derült, felhőtlen égbolt esetén a földfelszínről történő nagymértékű hosszuhullámú kisugárzás miatt a felszín közelében nagy a lehűlés. A másik lehetőség, hogy a felszíntől távolabbi légrétegben (de továbbra is az alsó pár száz méteres tartományban) meleg levegő áramlik a vizsgált terület fölé (ezzel azonban nem foglalkozunk most, mert még így is túl magasan történik). Az első jelenség előnyeit használja ki több ágazat mellett a mezőgazdaság is.

#### ÁLLOMÁNY FŰTÉSE AZ INVERZIÓ FELETTI „MELEG” LEVEGŐVEL

Napnyugta előtt valamivel, ami a tavaszi időszakban 18 óra körülre tehető, a felszínre érkező sugárzás kevesebb lesz, mint a felszínről távozó hosszuhullámú sugárzás, így a kisugárzás mértékétől függően gyors, vagy lassú lehűlés indul meg. Amennyiben az égbolt nyitott (nincs jelentős felhőzet) és a légmozgás is gyenge, a talajról kiindulva gyorsan kezdődik meg a talajközeli levegő kihűlése, és nem lesz lehetőség a felsőbb, jelen esetben melegebb rétegekkel történő átkeveredésre sem. Ez praktikusán azt jelenti, hogy a talaj közelében hidegebb lesz a levegő, mint a kicsit magasabb

(kezdetben néhány centiméteres, majd méteres) rétegekben. Ha valamilyen módon ezeket az eltérő hőmérsékletű (és sűrűségű) rétegeket össze tudnánk keverni, akkor elodázhatnánk a fagy megjelenését, előrejelzett gyenge fagy esetén meg is előzhetnénk azt.



Ennek érdekében a gyümölcsösökben vízszintes áramú légkeverős gépeket, vagy egyszerűen fogalmazva szélgépeket telepítenek, amelyek segítségével legfeljebb 10-12 méteres magasságból képesek az akár 5 méter hosszúságú, döntött lapátokkal melegebb levegőt lehajtani, amit ideális esetben maga körül akár 3,5-5 hektár ültetvény fűtésére is felhasználhatnak. Bár az üzemeltetési költség viszonylag alacsony, és a legérzékenyebb fenológiai fázisban akár  $-5$   $-6^{\circ}\text{C}$ -ig is képes védelmet nyújtani a fagy ellen, a nagyon magas bekerülési költség miatt, ami 8-10 millió Forintra (~2 millió Forint/hektár) is rúghat, hazánkban nem igen elterjedt.



A - főleg külföldi, és itt is leginkább USA (Európában Olaszország) - tapasztalat azt mutatja, hogy ár-érték arányban közepes hatásfokú módszerről beszélünk, és hogy alkalmazása olyan ültetvényben kifizetődő, ahol a bevétel legalább 2,5 - 3 millió Forint lehet hektáronként.