

Az 1952. májusi fagyok tanulságai

TOMPA KÁROLY

Hazánk növénytermelésének és így erdőgazdaságunknak is komoly gondot okoz az évente beköszöntő, gyakran nagy mértékben fellépő későtavaszi fagy. Népgazdasági szempontból fontos ennek az éghajlati jelenségnek ismerete, mert csak ez esetben lehet károsítása ellen eredményesen védekezni. Szükségesnek tartom tehát az 1952. május 19—22-én Jánoshalma környékén (Borota) bekövetkezett fagykárrel kapcsolatos észrevételeimet közölni, annál is inkább, mert az utolsó évtizedek magyar erdészeti szakirodalma ezzel a kérdéssel keveset foglalkozott.

Tanulmányomban foglalkozom röviden az elfagyás fiziológiai vonatkozásaival, az elfagyással fenyegető időjárási helyzetek általános kialakulásával, ezen belül a fagy fellépésének körülményeivel az észlelési helyen, majd az egyes fafajokat ért károsodással és a védekezési módokkal.

A régi fiziológusok véleménye szerint az elfagyás következtében a sejtfalak szétzakadnak és a sejtek szétrepednek. Ez helytelen felismerés, mert a mikroszkópiai megfigyelések igazolták, hogy a fagy által megölt növények sejtfalai teljesen épen maradnak. Az elfagyás azáltal pusztítja el a növényi sejteket, hogy a plazmában nagyfokú vízvesztést okoz. A jég többnyire nem a sejteken belül, hanem a sejtközökben képződik. A sejtközökben egyre növekvő jégkristályok elszívják legelőször a sejtfalakat átítató vizet, majd a sejtekben levő vizet, a sejtnedv egyre koncentráltabbá válik és a protoplazma egyre jobban elvíztelenedik. Ezenkívül a növekvő jégkristályok a protoplazmára még nyomást is fejtenek ki. Ennek következtében bekövetkezik a protoplazma koagulációja, a plazma kolloid anyagai véglegesen megalvadnak és a protoplazma elveszti impermeabilitását. Ha a jégképződés kismértékű és a plazma anyagai nem alvadnak meg teljesen, vagy ha az egyed ellenálló, akkor a felengedés után a növény újraéledhet. Minden sejtnak van elvíztelenedési és összenyomhatósági határa, amin túl a sejt elhal.

Különböző növényfajok, növényrészek és fejlődési szakaszok különböző érzékenységet tanúsítanak meghatározott hideggel szemben, ami a sejtben levő oldatok kémiai összetételének különbözőségével és sűrűségével magyarázható. Az oldatok egyik jellemző tulajdonsága ugyanis, hogy alacsonyabb hőmérsékleten fagnak meg, mint a tiszta folyadék (pl. víz). A fagypontsüllyedés mértéke az oldatnak a töménységétől függ.

Télen kevés folyadék van a növényben és ez viszonylag tömény oldat. Télen tehát alacsonyabb hőmérséklet kell ahhoz, hogy a sejtnedvek megfagyjanak, illetve a fehérjék megalvadjanak.

A fehérjék megalvadási határértéke erősen változhat védőanyagok, főként cukor keletkezése következtében. Fokozatos lehűlés esetén, száraz időben, amikor $+10-15^{\circ}\text{C}$ a nappali és kb. 0°C az éjszakai hőmérséklet, a sejtek keményítóból cukrot képeznek és felkészülnek a még erősebb lehűlésre. Ilyenkor a plazma fehérjei is változáson mennek keresztül, aminek következtében csak erősebb fagyoknál koagulálnak véglegesen. Tavasszal és ősszel viszont a hirtelen fagyok beköszöntésekor a növények már $(-1)^{\circ}\text{C}$ — $(-5)^{\circ}\text{C}$ esetén is elpusztulhatnak. A fás növényeknél általában az évszakoktól függően

különösen határozott ellenállóképesség-változás tapasztalható. Például a fenyők tűi télen (-30) – (-40) °C-os hőmérsékletet is kibírnak, míg nyáron mesterséges lehűtessel -8 °C-on is elpusztulnak.

Minél több a víz tavasszal a növényben, vagy annak egyes részeiben, annál könnyebben következik be az elhalás. A vízben szegény növényi részek még igen alacsony hőmérsékletnél sem fagynak el. A mindössze 10–12%-os higroszkópos vizet tartalmazó száraz magvak teljesen érzéketlenek a faggal szemben és átvészelik a cseppfolyós levegő (-194) °C°, sőt a cseppfolyós hidrogén hőmérsékletét $(-252,6)$ °C° is. A fás növények már teljesen beérett és nagy mértékben elvíztelenedett, növekedésüket befejezett ágai sokkal jobban bírják a fagyot, mint a még növekvő hajtások.

A fagyhalál bizonyos körülmények között azonban akkor is bekövetkezhet, ha a növényben a jégképződéssel összekötött lehűlés a halálos minimumot, vagyis a lehűlési határértéket még nem érte el. Ilyen esetben a fagyhalált előidéző ok a megmerevedett növény gyors felengedése. A sejtfalak a jégkristályok gyors felolvadásából keletkező vízmennyiséget nem tudják hirtelen felszívni és a sejtekből a sejtközökbe átszivárgó víz igen gyorsan elpárolog. Így a növények végül is a szárazságtól pusztulnak el. Ha viszont a felengedés fokozatos, a növények fokozatosan regenerálják turgorjukat és kiküszöbölik a víz elpárolgását. A vízszegény plazmában a hirtelen felengedéskor keletkező hő hatása alatt a meginduló vegyi folyamatok nem szabályosak és többet ártanak, mint használnak.

A fagyállóság és a növekedési folyamatok között igen szoros kapcsolat áll fenn. A nyugalmi állapotot megnövekedett ellenállóképesség kíséri, viszont a nyugalmi állapotból a fokozott életműködés állapotába való átmenet — illetve a növekedési folyamatok felélénkülése — mindig a fagyellenállóképesség hirtelen csökkenését eredményezi. Ezért a tavaszi fagyok sokkal károsabbak a téliekénél, jóllehet télen a hőmérséklet sokkal alább száll. Csökken a faggal szembeni ellenállóképesség a váltakozó átfagyás és kiengedés esetében is, amikor a vízelvonás és a vízzel való telítés folytonos változása legyengíti a protoplazma regenerálóképességét.

A késői fagy elpusztítja a korai zsenge hajtásokat, a leveleket és a virágokat; ezek fonnnyadtak, ernyedtek lesznek, elvesztik turgorjukat majd megbarnulnak, megfeketednek és végül lehullanak. A megfagyott növények olyanok, mintha le volnának forrázva.

A csíranövények rendszerint teljesen elpusztulnak, az erősebb csemeték növekedésükben visszamaradnak, sorozatos fagykár folytán pedig teljesen elnyomorodhatnak.

A virágok elfagyása maghozamcsökkenést okoz és ezáltal lehetetlenné válik a természetes felújítás, felborul a magtermelési terv.

Fagykáros években kisebb a magassági és vastagsági növedék, visszamarad a fejlődés. A vastagsági növedék csökkenését a keresztmetszeten a keskeny évgyűrűk bizonyítják. Ha a késői fagyok a fiatal hajtásokat nem ölik meg teljesen, hanem csak megakadályozzák egyidőre a normális életfunkciót, akkor az évgyűrű belső felén vörhenyes, sárgás-lilába hajló vagy barnás vonal — úgynevezett fagygyűrű — jelzi a fagy nyomát. Ez a parenchimatikus gyűrű a fagy után ismét rendes, parenchimbén szegény fába megy át. A fagygyűrű jól látszik a csertölgyön, égeren, fűzön, nyíren; kevésbé a gyertyánon, hárson, bükkön; egyáltalán nem észlelhető a juharon. Ha a fagygyűrű akkor képződik, amikor már szabályos fapalást keletkezett, akkor úgy látszik, mintha kettős évgyűrű képződött volna.

A késői fagy hatása természetesen az egész évi tenyészidőre kihat, mert a fákat az elfagyottak helyébe új levelek, hajtások fejlesztésére kényszeríti és erre a célra csak kevés képzőanyag áll rendelkezésre.

A veszedelmes későtavaszi fagyok eléggé bonyolult időjárási folyamatok révén alakulnak ki. A jelenségeket az 1952. évi májusi fagyok tükrében röviden az alábbiak-

ban ismertetem. A hőmérséklet- és csapadékadatok megfelelő részletességgel a János-halmához legközelebb fekvő *bajai meteorológiai állomásra vonatkozóan* állanak rendelkezésre, így ennek adatait használok fel.

A májusi fagy nálunk nem rendkívüli időjárási jelenség, mert a tavaszi hőmérsékletemelkedés nem folytonos, azt visszaesések szakítják meg. Ezek a hőmérsékleti visszaesések néha 10–15 fokos hőcsökkenést jelentenek. Észlelési helyünkön a május 11-i 21,2 °C középhőmérséklet 21-ére 8,3 °C-ra esett, vagyis 12,9 °C-kal csökkent, a minimum pedig ezen a napon +1,6 °C volt. Természetesen nemcsak májusban fordulnak elő ilyen lehűlések, hanem áprilisban és júniusban is, de ezek nem ilyen kirívóak, mert az áprilisi fagy rendszerint még nem okoz kárt, a júniusi lehűlés pedig nem éri el a fagypontot. A visszaesések oka minden esetben a *sarkvidéki levegőtömegek beáramlása*. Ezek lehűlése azután úgy következik be, hogy a beözönlő és itt nyugalmi állapotba kerülő hideg levegő hőmérsékletét az éjszakai kisugárzás a fagypont alá süllyeszti. A jelen esetben május 21-én a radiációs minimum –3,6 °C-ot ért el.

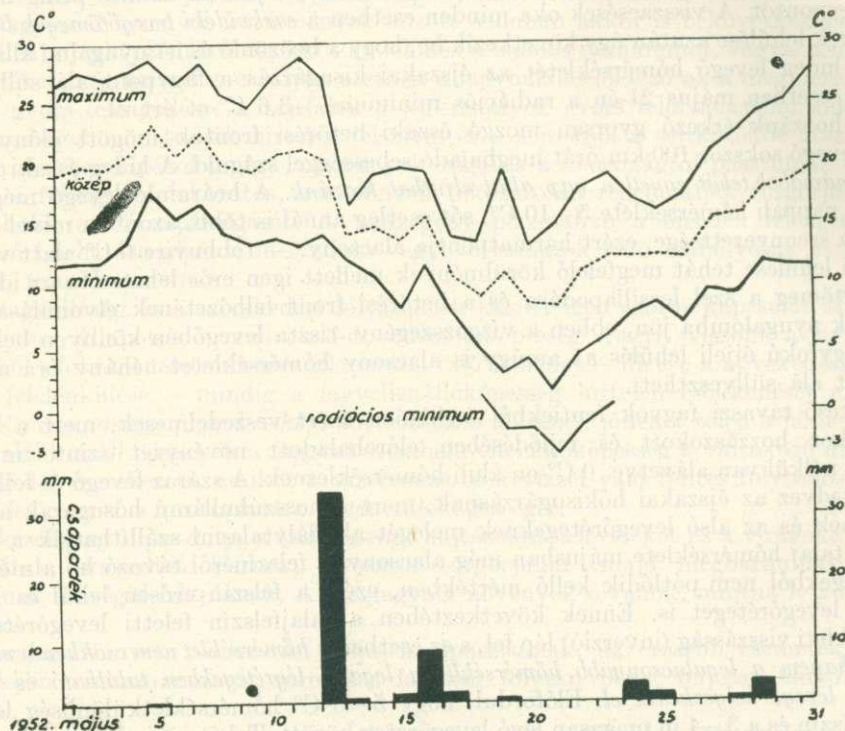
A hozzánk érkező gyorsan mozgó északi betörési frontok mögött előnyomuló hideg levegő sokszor 100 km/órát meghaladó sebességgel száguld. A hideg északi levegő *Skandináviából tehát egyetlen nap alatt eljuthat hozzánk*. A beáramló levegő még nem fagyos, nappali hőmérséklete 5–10 °C, sőt esetleg annál is több, azonban mivel száraz s kicsi a szennyezettsége, ezért harmatpontja alacsony, — többnyire 0 °C alatt van — éjszakai lehűlése tehát megfelelő körülmények mellett igen erős lehet. Ha az ideérkezett légtömeg a szél lecsillapodása és a betörési front felhőzetének elvonulása után felettünk nyugalmomba jön, ebben a vízgőzszegény, tiszta levegőben könnyen bekövetkező nagyfokú éjjeli lehűlés az amúgy is alacsony hőmérsékletet néhány óra alatt a fagypont alá süllyesztheti.

A késő tavaszi fagyok fentiekből érthetően azért veszedelmesek, mert a meleg időjáráshoz hozzászokott és fejlődésében előrehaladott növényzet szinte minden átmenet nélkül van alávétve 0 °C-on aluli hőmérsékletnek. A száraz levegő és felhőtlen égbolt kedvez az éjszakai hőkisugárzásnak, mert a hosszúhullámú hősugarak a talaj felszínének és az alsó levegőrétegeknek melegét akadálytalanul szállíthatják a világűrbe. A talaj hőmérséklete májusban még alacsony, a felszínről távozó hő a mélyebb talajrétegekből nem pótlódik kellő mértékben, ezért a felszín erősen lehűl és lehűti az alsó levegőréteget is. Ennek következtében a talajfelszín feletti levegőrétegben hőmérsékleti visszasság (inverzió) lép fel, s ez esetben a *hőmérséklet nem csökken a magassággal, hanem a legalacsonyabb hőmérséklet a legalsó légrétegekben található és felette melegebb levegő helyezkedik el*. Előfordul, hogy 5–6 °C hőmérsékletkülönbség lép fel a talajfelszín és a 3–4 m magasan levő levegőréteg között. Tehát míg a talajon kemény fagy uralkodik, addig pár méter magasságban fagymentes a levegő. Ennek az állapotnak szélcsend a feltétele, mert ha szél van, az alsó erősen lehűlő levegőréteget állandóan összekeveri a magasabban levő nagyobb tömegű enyhe levegővel és a fagy nem jöhet létre.

A fentieket összefoglalva a későtavaszi fagyokat a következő időjárási jelenségek idézik elő: A meleg későtavaszi időjárást heves szél váltja fel, s ennek megindulásával egyidőben megszűnik a napsütés és bőséges heves eső zudul alá, sok esetben ézengés és villámlás közepette. Az eső azáltal készíti elő a fagy károsítását, hogy nyomában a növények sok nedvességet szívnak magukba, sejtjeik megduzzadnak és így a fagy károsításával szemben sokkal fogékonyabbá válnak. A folyamat további szakaszában a légmozgás lecsillapodik, a felhők szétoszlanak, a nappali hőfok kissé javul, viszont az éjszakai lehűlés megindul és hajnal felé fagypont alá tudja a levegőt hűteni.

A későtavaszi fagyok általában csak egy vagy két éjszákra korlátozódnak és akkor is csak az éjjel második felében, vagy közvetlenül napfelkelte előtt lépnek fel. Ez a néhányórás fagy azonban a fejlődés előrehaladott fokán levő növényzetben nagyobb kárt tesz, mint az egész téli időszak.

Az 1952. májusában Jánoshalma környékén fellépett fagy keletkezésének körülményeit az 1. sz. ábrából leolvashatjuk. Amint látjuk, ez esetben négy egymásutáni éjszakán (19–22-én) károsított a fagy és jóllehet az éjszakai kisugárzás csak egy ízben haladta meg a -2°C -ot, erdőgazdasági szempontból is nagy károsítással járt. A nappali hőmérséklet viszont a $+19,6^{\circ}\text{C}$ -ot is elérte. 19-én a levegő maximális hőfoka és a radiációs minimum között $21,1^{\circ}\text{C}$ különbség mutatkozott. A fagyot dér és zuzmara kísérte. Enyhe dér már 18-án jelentkezett, 19–22-én pedig zuzmaraképződést is észlelték, míg a 23-i dérijelenség után megindult a hőmérséklet erőteljes emelkedése. A hónap folyamán a legmagasabb léghőmérsékleti érték $+28,6^{\circ}\text{C}$ (11-én), a legalacsonyabb

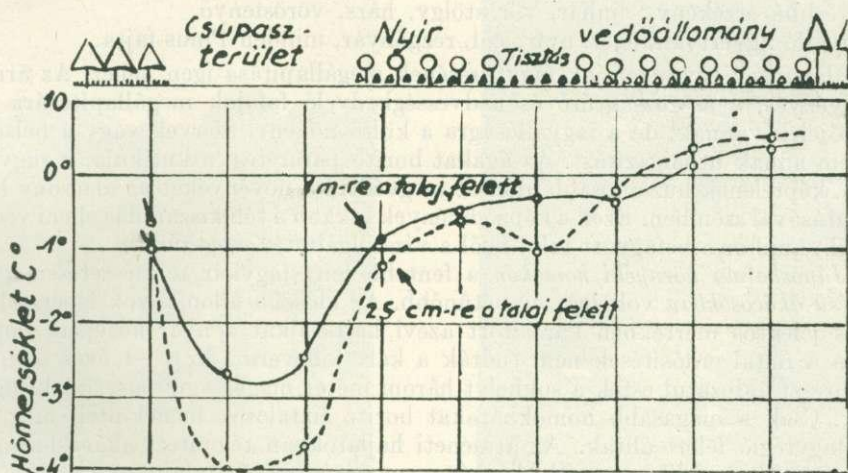


1. ábra. 1952. május havi hőmérsékleti és csapadékadatok Baján

$+1,6^{\circ}\text{C}$ (21-én), a különbség tehát 27°C . A havi középhőmérséklet $+16,2^{\circ}\text{C}$. Az egész hónap folyamán lehullott csapadék $56,2\text{ mm}$, melyből $34,3\text{ mm}$ (61%) 12-én esett le.

A késői fagy *mikroklímatis* jelenség, vagyis kis távolságon belül is különböző mértékben léphet fel, a fagyzugokban tudvalevőleg mindig súlyosabban. A lehűlt talajmenti levegő ugyanis sűrűbb és súlyosabb, mint a meleg, ezért a lejtős talaj mentén lefelé áramlik, mint a víz és mélyedésekben, teknőkben, árkokban gyűlik össze. A fagyzugok még látszólag egészen sík vidékeken is kialakulhatnak, egészen kis szintkülönbség esetén, ami szabadszemmel nem is érzékelhető. Az éjszakai lehűlésben a talajfelszín alakján kívül a talaj anyaga is jelentős tényező, mert a különböző talajok fajhőjük, színük, hővezetőképességük, víztartalmuk szerint a kisugárzás folytán különbözőképpen hűlnek le. A könnyen lehűlő talajok felett — pl. a homok — mindig fokozott fagyveszélyt tapasztalunk. A laza, száraz futóhomok fagyveszélyesebb, mint a kötöttebb, illetve nedvesebb homok.

Az alsó levegőréteg lehűlését a növényzet is befolyásolja. Az alacsony, aránylag nagy felületű, kis térfogatú növények, pl. a fűvek, sok hőt sugároznak ki és megakadályozzák a talaj felmelegedését. Ezért az alacsony növényzettel borított talaj felett a legalsó levegőréteg jóval hidegebb lehet, mint a fedetlen talaj felett. *A nagyobb lombos fák az alattuk levő levegő lehűlésére ellenkező hatással vannak: akadályozzák a talaj hőkisugárzását.* Koronájuk magasságában leveleik kisugárzásával ugyan lehűtik a levegőt, de a lehűlő levegő az alul levő melegebb és párás levegő között elvegyül anélkül, hogy ott túlságosan erős lehűlést idézne elő. A sűrű gyom- és fűtakaróval szemben egy mérsékeltén árnyaló magasabb, gyérlombozatú fák, borókabokrokból, sasharasztból, málnából álló talajtakaró előnyösen hat azért, hogy mérsékli a párolgást és gátolja a talaj hőkisugárzását. *Fagyveszélyes helyeken tehát védőállományt kell létesíteni nyír, erdeifenyőből és amikor a nagy hálózathoz telepített védőállomány már gyéren takarja a területet, akkor kell a főfajt alátételezni.* (L. 2. ábra.)



2. ábra. Nyír védőállomány befolyása a fagyveszélyre. (Amann után)

Lejtős koronátető esetén a hideg levegő lefolyhat és az állomány lékeiben, illetve a tisztásokon gyülemlik össze, ahol hatása a tisztások kisugárzása által fokozódik. Az erdei tisztások talaja feletti légréteg és a körülötte levő erdő hőmérséklete között 3°C különbség is előfordulhat. *A tarvágások legtöbb esetben fagyzugok, ha átmérőjük a környező állományok magasságának 3–10-szeresét elérik.* Jurevicz a 30–40 méter széles tarvágás helyére ültetett luc-csemetéken nem észlelt fagykárosítást, viszont 50–60 m szélesség esetében a vágás közepén 29%-ot, 200 m szélességnél pedig 38–69%-ot tett ki az elfagyott csemeték aránya.

Ha megvizsgáljuk az egyes fafajok viselkedését a késői fagyokkal szemben, azt tapasztaljuk, hogy hazai viszonylatban a lombfák érzékenyebbek, mint a fenyők, de kiújuló-képességük folytán könnyebben kiheverik a fagykárt.

Fekete Lajos megfigyelései szerint :

Érzékeny : dió, kőris, akác, gledicsia, bálványfa, zöldjuhar, eper, platán, szelíd-gesztenye, bükk, tölgyfélék, lucfenyő, jegenyefenyő ;

kevésbé érzékeny : hárs, korai és fiirtösjuhar, vadgesztenye, vörösfenyő, duglászfenyő ;

érzéketlen : gyertyán, éger, fűz, nyár, nyír, szil, celtisz, erdeifenyő, feketefenyő, simafenyő, boróka.

Az egyes fajok hasonló viselkedését tapasztalták *Galántha S., Dezső Zs. és Kiss F.* is. *Dr. Haracsi* a duglászfenyőt is az érzékenyek közé sorolja.

Morozov csoportosítása az alábbi:

Érzékeny: jegenyefenyő, lucfenyő, bükk, tölgy.

Kevésbé érzékeny: kőris, juhar.

Érzéketlen: nyír, vörösfenyő, erdeifenyő.

Nyeszterov osztályozása ettől kissé eltér:

Igen érzékeny: kőris, jegenyefenyő, bükk, lucfenyő, akác, dió.

Kevésbé érzékeny: juhar, vörösfenyő, erdeifenyő.

Fagyállók: éger, nyír, rezgőnyár, gesztenye, berkenye.

Összehasonlításként *Schwerdfeger* osztályozását is közöljük.

Nagyon érzékeny: kőris, szelídgesztenye, dió, tölgy, bükk, akác, jegenyefenyő, lucfenyő, duglászfenyő.

Kevésbé érzékeny: juhar, vöröstölgy, hárs, vörösfenyő.

Fagyálló: gyertyán, éger, nyír, szil, rezgőnyár, minden *Pinus*-fajta.

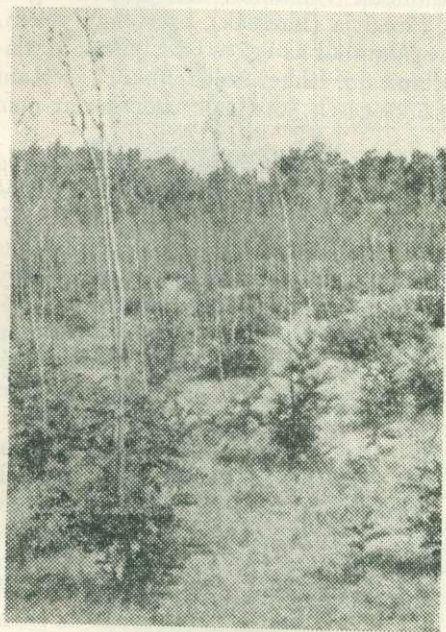
Általában az egyes fajok fagytürésének megállapítása igen nehéz. Az árnytűrő és fényigényes, a szárazságtűrő és nedvességkedvelő fajok megállapítására tárgyi ismertetőjelek vannak, de a fagyállóságra a külső növényi szervek vagy a belső szerkezet nem adnak útbaigazítást. Az ágakat borító pararéteg, a kutikula, a rügypikkelyek stb. képtelenek huzamosabb időn át megvédeni a növényeket az alacsony hőmérséklet hatásával szemben. Ezek a képződmények inkább a téli kiszáradás elleni védelmet szolgálják, amikor a befagyott talaj felől a vízszolgáltatás megszűnik.

A *Jánoshalma környéki homokon* a fentebb leírt fagykár természetesen a nagy-kiterjedésű akácosokban volt legszembetűnőbb. Az idősebb állományok leperzselt leveleiket és jelentős mértékben károsított azévi hajtásaikat a nyár közepére pótolták. Ellenben a fiatal erdősítések nem tudták a kárt kiheverni. Az 1—4 éves telepítések nagyobbbrészt áldozatul estek a sokhelyt három méter magasságig pusztító kisugárási fagnak. Csak a magasabb homokhátaikat borító fiatalosok menekültek meg, mivel ezek a fagyrégió felett álltak. Az átmeneti hajlatokban telepített akácosban azok a részek szenvedtek jobban, amelyek még nem záródtak és talajukat siskafű, illetve sűrű csenkesz fedte. A volt jánoshalmi erdőgazdaság területén mintegy kétezer hektárt tett ki az elpusztított akáctelepítések kiterjedése. Nagyobbrészt a hároméves terv keretében telepített szép fiatalosok július közepén szomorú képet mutattak. A sok esetben 4—5 cm középméretű elért fácskák száradtan meredtek felfelé, tövükről számos hajtás eredt, de egyik sem bízottatott azzal, hogy ősre meg fog fásodni (3. ábra). Ha csak 8—10 m³-nek vesszük egy fa fatömegét, 15—20 ezer m³-t tesz ki a kitermelendő vékony faanyag. Természetesen akkor járunk el helyesen, ha a fagy után néhány napra megbarnuló, elfeketedő hajtás-, illetve törzshosszból az elfagyás mértékét megítélve, mindjárt töremetszünk, hogy az egyszálban meghagyott hajtás ősre befásodhassék. Így ezt a műveletet egy tenyészidő elmúltával kell elvégezni, amikor több ezer m³ értékes növedéktől már elestünk.

A feketedió, amerikai kőris és zöldjuhar fiatalosok éppen úgy elpusztultak, mint az akác. Az új hajtások rendszerint itt is töről, illetve a törzs alsó, 20—30 cm-es szakaszából eredtek. Az elfagyott feketedió-egyedek átlagos magassága 1,40 m volt. A szürke- és fehérvárnak nem ártott a fagy. A feketefenyő erdősítések szép növénybe szökcent gyertyái kókadtan várták, hogy új tűk nőjenek az elpusztultak helyébe (4. ábra). Az erdeifenyő fejlettebb volt, mint a feketefenyő, így semmi kárt nem szenvedett. Ugyanezt tapasztaltuk a csemetekertekben is. A második éves feketefenyő annyira megsínylette a fagyot, hogy a nyár közepén megítélt állapota szerint még egy évi csemetekerti gondozást igényel. Az erdeifenyő ezzel szemben már kiheverte a kisebb károsodást.

Amint látjuk, ezek a megfigyelések is igazolják az eddigi hazai megállapításokat az egyes fafajok fagyérzékenységét illetően. A fentebbi osztályozásoktól csak annyiban térnek el, hogy *Morozov* a kőrist kevésbé érzékenynek tartja, viszont *Nyeszterov* az erdeifenyőt a mi megfigyeléseinktől eltérően nem sorolja a fagyállóak közé. A fekete-fenyő eltérő viselkedése a jellegzetes termőhelynek tudható be.

Végeredményben *Morozov* megállapítását fogadhatjuk el általános szabályként. A fenti csoportosításokban érzékenynek vagy kevésbé érzékenynek tartott fafajokat — egy-két kivételtől eltekintve — a késői fagyok csak a rendestől eltérő életfeltételek között támadhatják meg, vagyis az erdő lombátora által nem védett, nyílt helyeken.



3. ábra. Fagykárosított akác fiatalos Borotán



4. ábra. Elfagyott fekete-fenyő fiatalos Borotán

Természetes viszonyok között ezek a fafajok csak akkor jelennek meg egy új területen ha azt a fásnövények úttörői, a második csoportbeli fafajok (fagyállóak) már elfoglalták. »Az úttörő fafajok ugyanis nem félnek a fagyoktól« (*Morozov*). Tarvágás, vagy erdő-tűz utáni nyílt helyeken rendszerint nyír, kecskefűz, rezgőnyár, hamvaséger, erdeifenyőcsemetek verődnek fel. Ha már ezek az úttörő fafajok többé-kevésbé záródtak és megteremtették a védő lombátort, csak akkor telepedhetnek meg alattuk veszély nélkül a többi fafajok is. A fagy iránt érzékeny fafajok fejlődésük és növekedésük folyamán nem alakították ki azokat a tulajdonságokat, amelyek őket a késői fagyokkal szemben ellenállóbbakká tennék, mert természetes körülmények között nem került sor arra, hogy az erős kisugárzás káros hatását magukon érezzék.

Általában ugyanazon fajon belül is változik az egyes egyedek fagyállósága a kor, a származás, az alkalmazkodóképességtől és a regenerálóerőtől függően. A fagyveszély természetesen csökken a korrall, mert a fagy a tenyészeti időben főleg a talaj közepében, a fagymagasságig hat. Hideg vidékről melegebbre átvitt fafajok korábban

rügyeznek, amikor még nem múlik el a késői fagyok lehetőségének időszaka, így attól szenvednek. A melegebb hideg vidékekre átvitt fajok viszont a korai és téli faggal szemben érzékenyek, mert az alacsonyabb nyári meleg késlelteti vegetációjuk befejeződését, így nem tudnak megfásodni. Ökotípusok szerint is más és más az érzékenység. Általában azt tartják, hogy a korábban fakadó vörös tobozú lucfenyőt (*Picea excelsa* v. *erythrocarpa*) a fagy jobban károsítja, mint a zöldtobozú lucfenyőt (*Picea excelsa* v. *chlorocarpa*) és a késői tölgyet (*Quercus Robur* v. *tardiflora*) a fagy kevésbé károsítja, mint a többi tölgyet. A későnfakadó fajták jobb fejlődését tankönyveink azzal indokolják, hogy a késői fakadás megvédi azokat a késői fagyok ellen. Az élettani vonatkozásokat áttekintettem és a fagykárosítások hazai leírásait tanulmányoztam, de nem találtam megjegyzést arra vonatkozóan, hogy egyes fajokon belül a későnfakadó fajták a késői faggal szemben ellenállóbbak volnának, arra viszont igen, hogy pl. a későnfakadó tölgyet a fagy jobban károsítja (Kressák), ezért úgy vélem, hogy ez esetben sem helyes egyetlen tényező vizsgálatából az egyes ökotípusok általános fejlődésére érvényes törvényszerűséget megállapítani. Ehhez szélesebbkörű élettani vizsgálatok és pontos fenológiai megfigyelések szükségesek, amelyek ezidőszert nem állnak rendelkezésre.

Mindenesetre figyelembe kell venni, hogy a késői fagyok márciustól május végéig bekövetkezhetnek. *A márciusi, áprilisi fagyok fellépésénél előnyt jelent a későnfakadó alkalmazása, míg a májusi (későtavaszi) fagyok esetén a koránfakadó telepítése az előnyösebb.* E kérdés elbírálásánál tehát ismernünk kell a területet és annak klimatikus viszonyait sok évtizedes tapasztalatokból kell lemérni annak megállapítására, hogy a késő fagyok fellépésére (a klimatikus jelenségek megközelítő szabályosságát feltételezve) mikor lehet számítani. Hazai fafajainkat a fagy főleg fiatal korukban fenyegeti, ezért *a fagykár elleni védekezésre már az állományok felújításakor és telepítésekor kell gondolni. Külön feladatkört jelent a csemetekertek fagyvédelme.*

A természetes felújítás a fagykárok elhárítása szempontjából is előnyt jelent a mesterséggel szemben, mivel ez esetben a természetes kiválasztódással kialakult fagyálló típus jobban felújl. A még fiatal csemetéket az öreg fák árnyaló hatása megvédi a fagykárosítástól. A mesterséges fiatalost fagyzugos helyeken különösen sűrűn kell telepíteni. *A mag olyan anyajákról származzék, amelyek fagyzugos helyeken éltek.* Alkalmazzunk erőteljes csemetéket. Általában meg kell jegyezni, hogy a jól fejlett és egészséges csemeték minden élettani veszedelmet könnyebben viselnek el, mint a gyenge vagy éppen beteg egyedek. Minthogy a fagy károsításai az ellenállóképességtől függenek, ezért minden ápolási és gondozási munka egyben fagyállóbbá is teszi a csemetét.

Tarvágásnál fontos, hogy keskeny vágásokat vezessünk. Így az erdősítés az öreg állomány oldalvédelmét élvezzi.

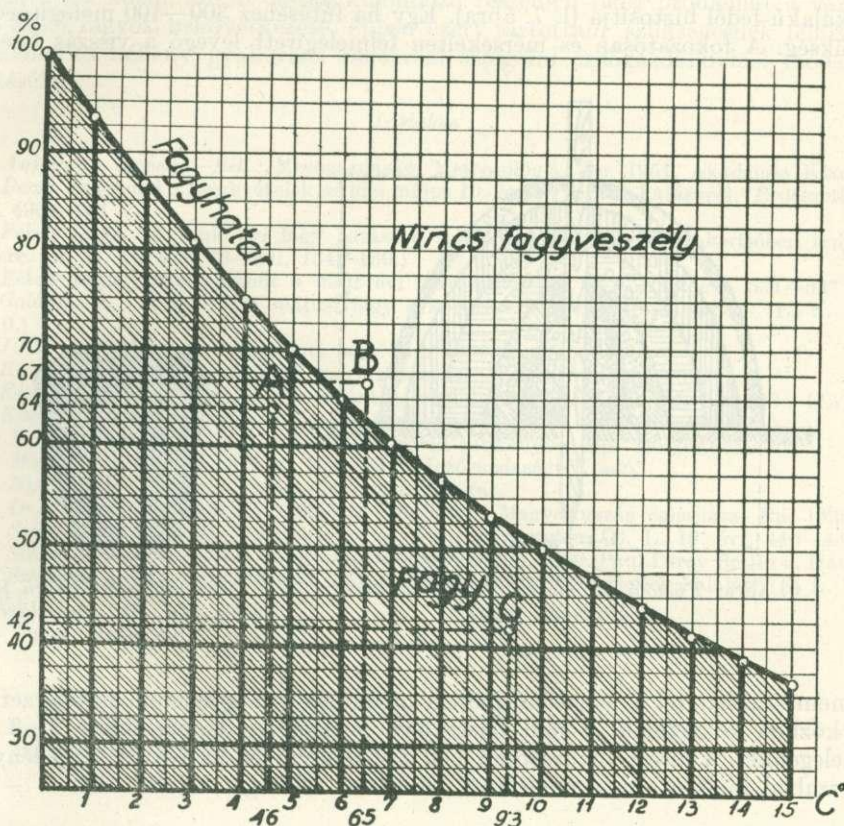
A nedves helyeket erdősítés előtt vízteleníteni kell.

A fagyérzékeny fafajokat ne telepítsük kimondottan fagyveszélyes helyekre. Itt célszerű a már említett védőállomány létesítése. Amikor az alátelepített főfafaj a fagymagasságból már kinőtt, a védőállományt — ha szükséges — fokozatosan eltávolítjuk. Ha a csemetéket dombosan ültetjük, azok hamarabb kinőnek a fagymagasságból.

A csemetekerti fagyvédelem fontosságát nem szükséges hangsúlyozni, különösen nagyüzemi csemetekertjeinkben. Itt a hely megfelelő megválasztásával nem tettünk meg mindent a fagy elhárítására. A kisugárási fagy keletkezésének légköri folyamatát ismerve, ellene eredményesen harcolni tudunk. A védekezéshez mindenekelőtt tájékozódunk kell, hogy a fagy hol és mikor léphet fel. A védekezési költségeknek arányban kell állniuk a megvédendő csemeték értékével és csak akkor kell védekezni, ha az Országos Meteorológiai Intézet jelentése fagyveszélyt jelez. Ha a hivatalos időjelzéshez nem lehet időben hozzájutni, vegyük igénybe a harmatpont szabályt. *A nagyüzemi*

csemetekerteket szereljük fel hőmérsékletet és nedvességet mérő kis meteorológiai állomással (polymeter), hogy a hőmérséklet és a viszonylagos nedvesség meghatározása után az éjszakai lehűlés alsó határát megállapítsuk és ezzel eldöntsük, fenyegeti-e az illető területet azon az éjszakán fagyveszély. A harmatpont számítás alapján készült fagyjelzőgörbék (5. ábra) segítségével el tudjuk dönteni, hogy szükséges-e a védekezés.

A védekezési módok lényege, hogy valamilyen eszközzel a talaj és levegő lehűlését az éjjeli kisugárzás idején csökkentjük, vagy a földfeletti levegőréteg hőmérsékletét

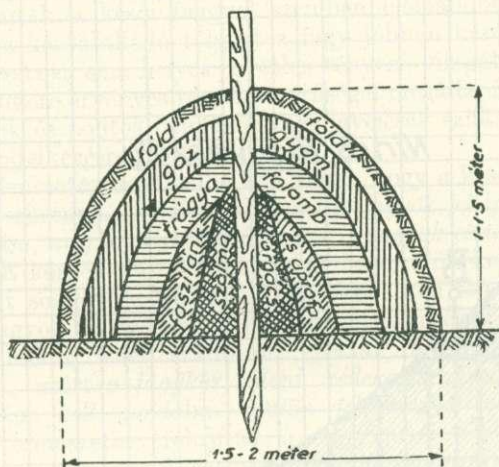


5. ábra. Fagyjelző görbe. A hőmérséklet ($^{\circ}\text{C}$) és a viszonylagos nedvesség (%) adataival használható. Pl. 9.3°C és 43% mellett fagyveszély van, mert a megfelelő pontokban húzott merőlegesek metszéspontja (C) a vonalkázott területre esik. (Dr. Réthly-Bacsó: Időjárás-éghajlat és Magyarország éghajlata)

emeljük. A levegő lehűlésének megakadályozása hőkisugárzást gátló anyagoknak a levegőbe juttatása, vagyis *füstképzés útján* történik. Füstöléshez az égés közben sok füstöt fejlesztő, szalmából, forgácsból, fából, falomból és trágyából a 6. ábra szerint füstölő kupacokat készítünk. A kupacok alá rudakat teszünk, melyek segítségével azokat fel lehet emelni és ezáltal égés közben a levegő alulról való behatolását szabályozni lehet. A begyújtás a kihúzott cölöp helyébe tett petróleumos szalmával történik. Egy ha terület füsttel való beborításához 40–60 füstkupac szükséges. A lapos pléhtálcákban vagy vedrekben égetett, 4:1 arányban fűrészporból és kátrányból álló

keverék is megfelelően szennyező füstöt ad. Vigyázni kell, hogy ne keletkezzék nagy meleget adó lobogó tűz, mert az erősen felmelegedő levegő felszállna. A füstölést általában azokon a szélcsendes éjszakákon kell elkezdni, amikor a hőmérséklet $+3-4^{\circ}\text{C}$ -ra száll le és napfelkelte után azonnal nem szabad abbahagyni, hogy az esetleg fagyos növényzet fokozatosan engedjen fel.

A levegő melegítése külön erre a célra készített fűtőedények segítségével történik, melyekben kőszén, tőzeg, kőolaj ég. A »Bolton«-rendszerű 12 literes edényben kőolaj égethető. Felső szélén nyílások vannak a levegő beáramlásához és az egyenletes égést egy pókalakú fedél biztosítja (l. 7. ábra). Egy ha fűtéséhez 300–400 melegítőedényre van szükség. A fokozatosan és mérsékelten felmelegített levegő a visszas hőeloszlás



6. ábra. Füstölő halom, (J. N. Jaroszlavcev :
Talajmenti fagy)



7. ábra. Boltonrendszerű fűtő-
edény. (J. M. Jaroszlavcev :
Talajmenti fagy)

miatt nem szállhat fel a magasba, hanem ottmarad a megvédendő növényzet körül. Fűtés közben közvetlenül a föld felett levő levegőréteg hőmérséklete 2–3 fokkal is felmelegedhet. A fűtést fokozatosan kell abbahagyni és az összes fűtőedényt csak akkor szabad kioltani, ha a nemfűtött területen a levegő hőfoka eléri a $+2-+3^{\circ}\text{C}$ -ot.

Nagy jövője van a fagyvédelemben a vegyi anyagok segítségével való mesterséges ködképzésnek. Továbbá olyan védekezési mód is elképzelhető, hogy valamilyen vegyi anyagot juttatunk bele a növény sejtközeibe, öntözés vagy permetezés által, amely a faggyal szemben ellenállóvá teszi.

Hatásos védekezési mód az öntözés is. Az este, vagy éjszaka kezdetén végzett öntözés esetén a harmatpont felemelkedik és csökken az éjszakai lehűlés. Az öntözés a ködképződést is elősegíti és növeli a talaj hővezetőképességét. A deres csemetéket is öntözni kell napfelkelte előtt, hogy a felmelegedési folyamatot meglassítsuk.

A csemeték ágyásait védőrácsokkal és erre helyezett gallyakkal vagy fenyőgallyborítással is óvhatjuk a fagytól.

Talajműveléssel is módosíthatjuk a talaj sugárzási hőveszteségét. A talaj felszíne annál inkább lehül, minél kevesebb hőtánpótlást kap az alatta levő még le nem hűlt talajrétegből. A hengerelés és egyéb tömörítéssel járó talajművelési munkák, amelyek a talaj hővezetőképességét megjavítják, vagyis tömöttebbé teszik a talajt.

egyben a fagyveszélyt is csökkentik. A talaj lazítását (kapálását, sarabolását) viszont a fagyveszélyes napokban mellőzni kell.

A felsorolt védekező eljárások közül a megvédendő csemetéknek és a területnek adottságai szerint kell a megfelelőt kiválasztani. Rosszul megválasztott és alkalmazott eljárás több kárral jár, mint haszonnal.

Most, mikor erdőszültségi százalékunk fokozását minden rendelkezésünkre álló eszközzel biztosítanunk kell, nem mehetünk el mellékes kérdésként a késői fagyok okozta károsítások mellett. Tanulmányom csak egy kiragadott esetre vonatkozott, mely egy a sok közül. De az ország különböző részeiben okoz problémát a váratlanul fellépő késői fagyok bekövetkezése, éppen ezért tartottam szükségesnek felhívni erre a figyelmet és néhány gyakorlati tanáccsal szolgálni erdőgazdálkodási módszereink fejlesztéséhez.

Irodalom :

1. *Aujeszký—Berényi—Béll* : Mezőgazdasági Meteorológia. Bp. 1951. Akadémia Kiadó.
2. *Dezső Zsigmond* : Észrevételek az idei május 10. és 11-i fagyok hatásáról. (Erdészeti Lapok, 17. évf. 490—492.)
3. *Fekete Lajos* : A múlt évi fagy hatása a selmeci erdőakadémia tankertjében tenyésztett fánemekre. (E. L. 16. évf. 73—84., 154—169.)
4. *Fekete Lajos* : Még valamit a múlt évi májusi fagyról. (E. L. 16. évf. 534—537.)
5. *Galántha S.* : A múlt évi májusi fagy s következményei Máramarosban. (E. L. 16. évf. 306—310.)
6. *J. M. Jaroszlavcev* : Talajmenti fagy. Bp. 1950. Szikra.
7. *Kachelmann W.* : A növények megfagyása. (E. L. 20. évf. 206—209.)
8. *Kiss F.* : A folyó évi időjárás hatása az alföldi erdőkre. (E. L. 52. évf. 940—42.)
9. *Kressák P.* : A későtőlgyön észlelt fagykárokról. (E. L. 40. évf. 493—94.)
10. *N. A. Makszimov* : A növényéletten rövid tankönyve. Bp. Tankönyvkiadó.
11. *Morozov* : Az erdő élettana. Bp. 1952. Mezőgazdasági Kiadó.
12. *Nyeszterov* : Általános erdőgazdaságtan. Kézirat.
13. *Dr. Réthly A.—Bacsó N.* : Időjárás-éghajlat és Magyarország éghajlata. Bp. 1938.
14. *Seide Gyula* : A fagy visszahatása a növény szervezetre. (E. L. 15. évf. 440—443.)
15. *Schwerdfeger* : Grundriss der Forstpathologie. Berlin, 1950. Paul Parey Berlin u. Hamburg.)
16. *Szokosza Géza* : Mi okozhatja fagyok alkalmával a növénysejtek halálát? (E. L. 19. évf. 193—199.)