

SZAKDOLGOZAT

Nagy Ticiána

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Szőlészeti és Borászati Intézet

Szőlész-borász mérnöki alapképzési szak

**A JÉGKÁR MÉRTÉKÉNEK ELEMZÉSE EGY
SZEKSZÁRDI SZŐLŐÜLTETVÉNY PÉLDÁJÁN**

Belső konzulens: Dr. Lukácsy György
egyetemi adjunktus

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:** Szőlészeti és Borászati Intézet/
Szőlészeti Tanszék

Készítette: Nagy Ticiána

**Budai Campus
2023**

TARTALOMJEGYZÉK

1.	BEVEZETÉS ÉS CÉLKITÚZÉSEK	1
1.	SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	3
1.1.	JÉGESŐ KIALAKULÁSA	3
1.2.	JÉGESŐ ÁLTAL OKOZOTT KÁR A SZŐLŐBEN	4
1.2.1.	A LOMBOZAT KÁROSODÁSA	6
1.2.2.	A TERMÉS KÁROSODÁSA	7
1.2.3.	A HAJTÁSOK, VESSZŐK KÁROSODÁSA	9
1.3.	A SZŐLŐÜLTETVÉNY KEZELÉSE JÉGKÁR UTÁN	10
1.4.	A JÉGKÁR ELLENI VÉDEKEZÉS LEHETŐSÉGEI	11
1.5.	A KLÍMAVÁLTOZÁS ÉS A JÉGKÁR ESEMÉNYEK ÖSSZEFÜGGÉSE.....	14
2.	ALKALMAZOTT MÓDSZEREK.....	17
2.1.	A VIZSGÁLAT HELYE.....	17
2.2.	A VIZSGÁLAT IDEJE	18
2.3.	A VIZSGÁLAT ANYAGA	18
2.4.	A VIZSGÁLAT MÓDSZEREI.....	18
2.4.1.	METEOROLÓGIAI ÉS ÉGHAJLATI ADATOK.....	18
2.4.2.	VESSZŐ VIZSGÁLAT.....	19
2.4.3.	A RÜGYHAJTATÁS	21
2.4.4.	EREDMÉNYEK ÁBRÁZOLÁSÁNAK MÓDSZERE	22
3.	EREDMÉNYEK.....	23
3.1.	METEOROLÓGIAI VISZONYOK.....	23
3.2.	A VESSZŐVIZSGÁLAT.....	25
3.3.	RÜGYHAJTATÁS.....	33
4.	KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	35
5.	ÖSSZEFOGLALÁS.....	37
6.	KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	38
7.	IRODALOMJEGYZÉK.....	39
8.	TÁBLÁZATJEGYZÉK.....	44
9.	ÁBRAJEGYZÉK	45
10.	NYILATKOZATOK.....	46

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

Azon generáció tagjaként születtem meg, ahol a klímaváltozás már nem csak elméleti szinten megjelenő probléma, hanem a valóság, orvosolandó környezeti tényező, melyet az idő elteltével egyre inkább megérzünk a bőrünkön. A bolygón előforduló természeti katasztrófák 1970 és 2005 között több mint 400%-kal nőttek, súlyos hatást gyakorolva természetes élőhelyünkre (Fernandes, et al. 2012). Azonban a klímaváltozás nem csak a saját magunk fizikai jóléte miatt kardinális, hanem sokkal inkább a Föld ökoszisztémájának megőrzése érdekében fontos, mely végsősoron az emberiség javát is szolgálja.

Emlékszem, szőlész-borász pályafutásom nulladik lépcsőfokán, egy egri borpikniken vettem részt, abból a célból, hogy minél több borással tudjak beszélni arról, hogy érdemes-e belefogni a szakmába. Az alapvető kérdések mellett azonban ösztönösen olyan kérdések fogalmazódtak meg bennem, hogy vajon mi lesz 5-10-30 év múlva? Milyen szőlő lesz, lesz-e szőlő, bor? Ha lesz, mire számíthatunk? Milyen irányba fog elmozdulni a magyar, az európai vagy az újvilági szőlő- és bortermelés?

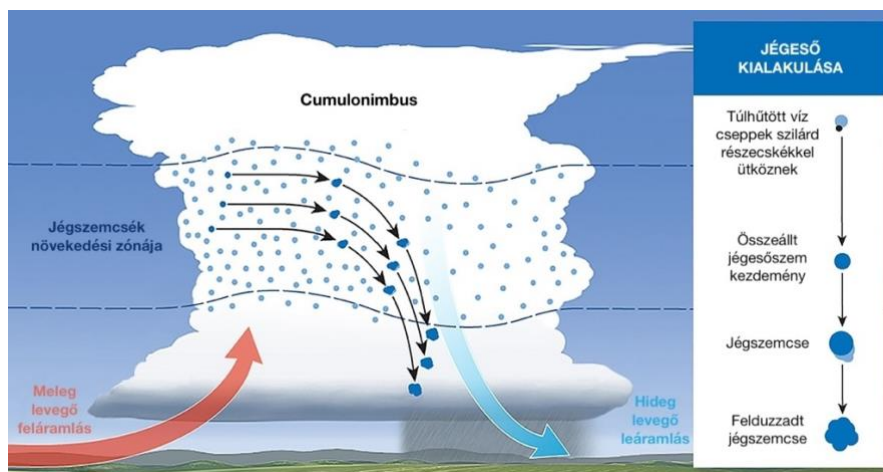
Egri származású révén, úgyhogy mindkét nagypapám szőlővel foglalkozott, aggodalomra adott okot az elmúlt években tapasztalható időjárási viszonytárságok. Talán nem is sejtettem akkoriban, hogy milyen szép keretet fog adni ez a kérdéskör az egyetemi pályafutásom elkezdéséhez és befejezéséhez. Miközben tanakodtam, hogy milyen szakdolgozati témakörrel tudnék közelíteni a problémához, nagy szerencsémre Dr. Lukácsy György Tanár Úr épp egy szekszárdi birtokon történt jégkárral sújtott területhez keresett hallgatókat, akikkel a szükséges konklúziókat le tudja vonni a tanácsolandó fitotechnikai műveletekhez. Belátható, hogy egy erősen jéggel vert területen nem mindegy, hogy milyen metszési, csonkázási vagy egyéb beavatkozásokat hajtunk végre a tőkéken, ha a jövő évi termés mennyisége és minősége, valamint annak anyagi vonzata a tét. A probléma gyökere ugyanis az egyre sűrűbben előforduló szélsőséges, extrém időjárás, amire magyar és nemzetközi viszonylatban is egyre több figyelem hárul. A felkészülési és védekezési módszerek ugyan fejlődtek az utóbbi években, de a gazdáknak és termelőknek egyre nagyobb költséget jelent, hogy a tőkeállományt és a termést a lehető legnagyobb biztonságban tarthassák. Nyilván elsődleges lépésként fontos a prevenció, mind a gazdák felkészültségében, mind pedig globálisan, hogy csökkenthető legyen a káros természeti csapások hatása, de nem feledkezhetünk meg arról sem, hogy ha már bekövetkezett a baj, akkor minél hatékonyabban tudjunk belőle talpra állni. Ebből kifolyólag dolgozatomban ki fogok térni a jégeső

kialakulásához szükséges tényezőkre, néhány előfordult jégkár eseménnyel szemléltetem a hatásait, részletesen tárgyalom a szőlő növény különböző fenológiai fázisait érő károkozásokra, és az aktuálisan előre jelzett klimatikus trendeket, nemzetközi tendenciákra alapozva. Ezen belül kiemelten foglalkozom a jégeső által az ültetvényekben okozott veszteségekre, különösen kitérve a bortermő szőlő (*Vitis vinifera* L.) kitett részeire tehát a lombzatában, a termésben és a vesszőkben előforduló kártételekre. Érintem a védekezési és kezelési lehetőségek különböző formáit, valamint a jégeső és klímaváltozás összefonódását vizsgálom. Ezután áttérek a szekszárdi ültetvényben ért szőlővesszők és rügyek feltárásának részletes fázisaira és módszereire. Fő kérdésfelvetésem, hogy egy jégesőt túlvészelő szőlőtőke vessző és rügy szövetében milyen mélységű kártétel következik be annak vonatkoztatásában, hogy milyen hatással van a rügyfakadási képességére, a szállítószövetek hatékonyságára, valamint a következő évi vegetációra. A kapott eredmények vonatkozásában elemzem a következő évben várható termés mennyiségét és minőségét, és ennek függvényében javaslatot teszek a metszési és zöldmunkák elvégzésére. Dolgozatom célja megérteni a szőlő növény különböző vegetációs időszakában jelentkező jégeső kockázatait a helyi környezetünkben és a megfelelő prevenció és kezelési stratégia kidolgozásának létjogosultságát, fontosságát. Az értekezés a technikai szempontok mellett ezen szélsőséges éghajlati jelenségeket az éghajlatváltozás perspektívájába kívánja helyezni.

1. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

1.1. Jégeső kialakulása

A jégeső egy szélsőséges időjárási körülmények között létrejövő légköri jelenség. Anyagát tekintve fagyott eső, tehát szilárd halmazállapotú csapadék, mérete 5-50 mm közé tehető. Alakja gömb, de lehet kisebb-nagyobb méretű szabálytalan szemcse együttese is. Legáltalánosabban heves zivatarok melléktermékeként jelennek meg. Szinte a legtöbb zivatarban kialakulnak jég szemek, csak az esetek jelentős részében a felszínhez közeledve elolvadnak. Időzítése főként a kora nyári időszakra (május és június) tehető. Lokális jellegű esemény, keskeny zónákban, sávosan engedi ki a csapadékát (Hajdu és Borbásné, 2009; Changnon, et al. 2009).



1. ábra: A jégeső formálódása (forrás: saját szerkesztés, az Australian Government Bureau of Meteorology ábrája alapján, 2018)

A jégeső kialakulását az 1. ábra szemlélteti. Ha a talaj feletti levegő és a troposféra csúcsa közti hőmérséklet különbségek elég nagyok, és ha a légkör alsó rétegei nedvességben telítettek, akkor konvektív, azaz gomolyos szerkezetű felhők alakulnak ki, amelyeket cumulonimbusnak nevezünk. A meleg levegő sokkal könnyebb, mint a hideg, ezért fel tud emelkedni. A zivatarfelhők jelentős szélenergiával rendelkeznek, bennük felfelé és lefelé irányuló áramlásokkal. A hirtelen légáramlatnak köszönhetően a felesleges energia felfelé szállítódik az alsó légkörből. Ebben a felfelé irányuló áramlatban a víz túlhűtött formájában van jelen, mivel a felhőkön belül végbemenő mikrofizikai folyamatok a vízgőz kondenzációját okozzák. A meleg levegő nedvességmegtartó képessége csökken, amikor a felszállított vízcsepp hőmérséklete $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ alá hűl. Azon a ponton, ahol a lehűlt levegő már, nem tudja megtartani a nedvességtartalmát, a vízgőz kicsapódik és felhőt képez. A jégeső keletkezésének esélye az úgynevezett nedves hőmérséklet nulla fokos izotermájának magasságához köthető,

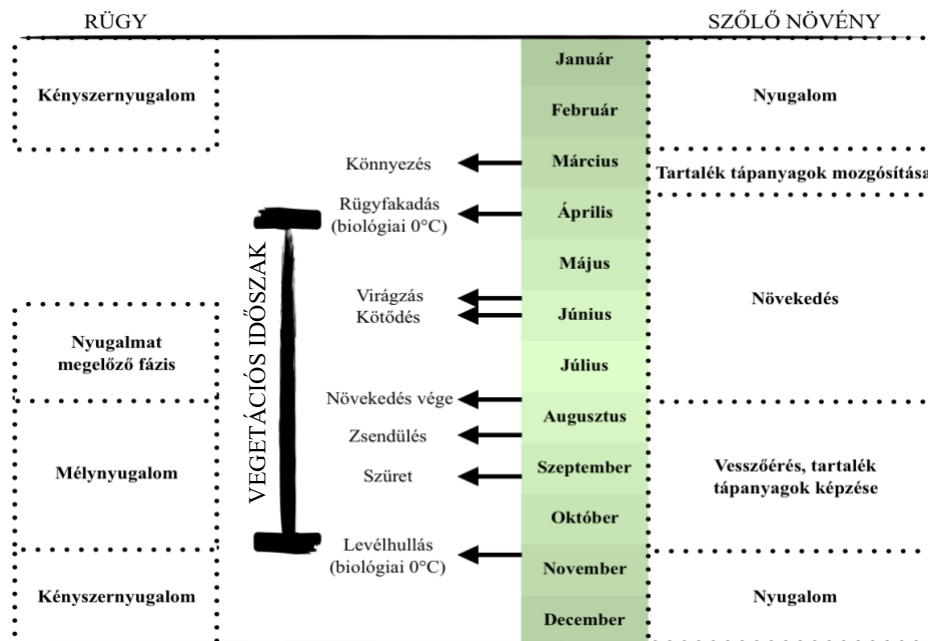
legnagyobb eséllyel 2200 és 2800 méter közé eső izotermán képződik. Ahhoz, hogy a folyékony víz átalakuljon szilárd halmazállapotúvá, szüksége van jégkristályok, por és az óceán nedvességéből származó sórészecskék felületrére, amelyen megfagyhat. A szilárd szemcsékkel történő ütközéskor a túlhűtött víz megfagy, jégesőt hozva létre. Legáltalánosabb formájuk a fagyott vízcseppekből, és finom jég szemcsékből álló graupel szemek. Abban a pillanatban leesik a felhőből, amint túl nehéz lesz, vagy a felfelé áramló szél által kifejtett erő kevés lesz, hogy a levegőben tartsa. A hűtés során lecsapódó nedvesség hőt bocsát ki a környező levegőbe, ezáltal a felszín közeli meleg levegő egyre gyorsabban emelkedik fel, ami így fokozott csapadékképződést generál (Rochard et al. 2019; Eric Stafne, 2019; Hajdu és Borbásné, 2009; Bondor és Csirmaz, 2023; NOAA honlapja, 2023).

A jégesőt produkáló zivatarokhoz tehát az alábbi tényezők elengedhetetlenek: kellően hideg légréteg, erős feláramlások, szilárd részecskék a megfelelő zónában és túlhűlt vízcseppek. Jelenlegi tudomásunk szerint kialakulásukhoz a zivatarvonal (squall line) és a szupercellás zivatar teremti a legkedvezőbb feltételeket. A szupercellás zivatarok azonban nagyobb eséllyel okoznak hevesebb jégesőt és nagyobb kárt, mivel fokozott feláramlásaik, és vertikális szélnyírási viszonyaik a jég szemeket újra és újra viaszosodják a feláramlási csatornába (Bondor és Csirmaz, 2023; NOAA honlapja, 2023).

Nyáron azért gyakoribbak a jégesők, mert a zivatarok kialakulását elősegítő jelenségek gyakrabban vannak együttesen jelen. Ezek a tényezők az instabil levegőréteg, a földfelszín feletti viszonylag magas páratartalom (miközben a magasabb rétegekben a levegő száraz), és a légáramlat irányát befolyásoló faktorok (például földrajzi jellemzők: dombok, hegyek, de lehet időjárási körülmény is, mint például egy hidegfront közeledése). Bár a jégeső ritka jelenség, az Északi és Déli sarkot leszámítva mindenhol előfordul. Leggyakrabban a mérsékelt égövi területeket érinti, a trópusi területeket kevésbé (Henson, 2022; Hajdu és Borbásné, 2009; Rochard et al. 2019).

1.2. Jégeső által okozott kár a szőlőben

A viharok többnyire rövidek, kis területen csapnak le, ám kiszámíthatatlanságuk miatt mire észlelésre kerül a vihar, addigra sokszor már nem megoldható a védekezés. A jégeső szőlőültetvényre gyakorolt hatása függ a szőlő ültetvény elhelyezkedésétől (tengerszint feletti magasság, földrajzi elhelyezkedés, sorok iránya), a szőlőtőke méretétől, a tőkék alakjától és sűrűségétől, a földközeli kialakuló fagyzónáktól, a szélnyírástól, valamint a szőlő növény fenológiai fázisától. A szőlő biológiai ciklusát a 2. ábra mutatja be (Fahey és Englefield, 2019; Ackermann et al. 1996).



2. ábra: A szőlő fenológiai fázisai (forrás: saját szerkesztés, Lőrincz és társai könyve alapján, 2015)

Nem csak a szőlő életciklusa meghatározó, de maga a jég nagysága, jellegzetessége (hogy nedves jégeső volt-e kerekded jég szemekkel vagy száraz hatású éles darabokkal), a szél ereje és a jégeső időtartamától is függhet az okozott sérülés. Legnagyobb kártétel a száraz, vízmentes jégverés nyomán fordulhat elő. A jégeső elsősorban a földfelszín felett található növényi részeket károsítja. Közvetlen hatások mellett számolni kell olyan veszteséggel is, mint termés rothadás, rossz hajtásbeérés, valamint a sebzések okán betegségekre és kórokozókra való kiemelt fogékonyság. Indirekt problémát jelent, hogy a sebzések potenciális behatolási pontok a kórokozóknak, támadhat a fakórothadás (*Coniella diplodiella*), a szürkerothadás (*Botrytis cinerea*) és az agrobaktériumok (*Agrobacterium spp.*) is. Így jégverés után nagyon fontos a kórokozók elleni megelőző kezelés, érdemes réz és egyéb tartalmú készítményekkel kezelni a sérült ültetvényrészt (Hofmann, et al. 2008; Kozma, 2001; Ackermann, et al. 1996. Hajdu és Borbásné, 2009; Szűcs, 1965).

Ha a viharkár virágzás előtt történik, hónaljajtásokból még terméshozó tud lenni a növény, bár a termés várható minősége a késleltetett termésérés miatt gyengülhet. Ennek oka az alacsonyabb terméskötési arány és a tápanyaghiány. Zsendülés előtt bekövetkezett viharkár súlyos, az egész növényt érintő hatásokkal bír. Általában elmondható, hogy a bogyók kiszáradnak, vagy idő előtt lehullanak. Ilyenkor törekedni kell a száraz lombkorona kialakítására, hogy elkerüljük a megbetegedéseket. Abban az esetben, ha zsendülés után éri az ültetvényt a jég, a termésvesztés mellett a *Botrytis*, és egyéb rothadást okozó fajok fertőzési kockázata jelenti a legnagyobb veszélyt (Fahey és Englefield, 2019).

1.2.1. A lombozat károsodása

A lombozatban okozott sérülés a szembetűnő, a jég és a szél szétszaggatja a leveleket, és megtépázza a lombkoronát. A lombozat akár teljesen megritkulhat, felaprózódhat, így elvesztve a napsugárzás káros hatásaitól való védelmi funkcióját. De nem csak a napkár ellen nyújtotta védelem szűnhet meg, hanem a növény víz- és tápanyagellátottságában is gondokat okozhat.

A szőlő, a többi növényhez hasonlóan fotoszintetizálással teremti elő az életben maradásához szükséges energiahordozókat, testének összetett szervesanyagait, mint például szénhidrátokat (keményítő, cukor). A fotoszintézishez a levegő szén-dioxid tartalmát asszimilálja, ennek mértéke és aktivitása nagy mértékben befolyásolja a szüretelni kívánt termés paramétereit: mennyiségét, minőségét (ezen belül a sav-, cukor-, íz-, zamat-, aromakomponenseit, valamint a színét is), ezenkívül az elraktározható tartalék tápanyagok (szénhidrátok) mennyiségére is kihat, mely a szőlő vegetatív szaporításán felül, a következő évi termékenységekben is szerepet játszik. A növény a sztómáin (gázcsere nyílás) keresztül veszi fel a levegő szén-dioxid tartalmát, ezek a növény külső szervein találhatóak. Bár minden zöld, klorofillt tartalmazó növényi rész (például: virágzat, zöld bogyó, hajtásszár) fotoszintézisre képes, a levél bír a legjelentősebb tevékenységgel. A fotoszintézis intenzitásában meghatározó érték a növényi rész klorofilltartalma, ami a biológiai ciklussal változik. Így a rügyfakadástól egészen a kötődés végéig nő, majd a levelek elöregedésével csökken a klorofilltartalom (Kozma, 2000).

Egy 2019-es tanulmány a *Vitis vinifera* L. cv. *Thompson Seedless* ültetvény egyedei fiziológiás jellemzőit hasonlította össze jégesőt megélt és kárt nem szenvedett tőkék esetében. A jégkár a virágzást követő negyedik hétben történt. Vizsgálták a károsított egyedek levelének gázcsere aktivitását, a vegetatív növekedést, a szőlő egyensúlyi indexeit, a fás részek tápanyag tartalmát és a termés kémiai összetételét. Bár erőteljes volt a vihar rombolása, mégis alig volt hatással a levél fotoszintetikus aktivitására, a bogyók tömegére, a venyige szénhidráttartalékára, valamint a termés jellemzők közül a sav mennyiségét sem módosította. Ezzel szemben nagy mértékben csökkentette a levélfelület méretét, a termés mennyiségét és a szüret időpontjában mért fenoltartalmát. Azonban emelkedett a hónaljajtások által nyert zöldfelület, és magasabb volt a must cukortartalmának felhalmozódása is. A következő évben nem befolyásolta a növény termékenységet, és szüreti mérések +1,0 °Bx értékű cukortartalom emelkedést állapítottak meg. Mint kiderült, a cukor felhalmozódására nincs negatív hatással a lombfelület zsugorodása, sőt, akár emelkedhet is. Kicsit ahhoz hasonlatos, mintha tervezett lelevelezési munkákat hajtottak

volna végre. Az új hajtások által biztosított levelek valóban képesek elegendő szénat megkötni a levegőből, azonban a tápanyag raktározás elősegítésében elmaradnak idősebb társaikhoz képest. Bár a vizsgálat igazolja, hogy nem volt számottevő különbség a levelek gázcsere folyamataiban, de a káresemény késleltette a gyógyulási folyamatok gyorsaságát, és az evapotranspirációt. A cikk kitér egy másik kimutatásra is (Vasconcelos and Castagnoli, 2000), miszerint a 4 héttel virágzás utáni levéltávolítás nincs hatással a termésösszetevőkre, de fajtánként, és eltérő mértékű kár esetében lehet befolyásoló tényező (Petoumenou, et al. 2019).

Tartachnyk és Blanke 2008-as tanulmánya viszont arról számolt be, hogy igen jelentősen visszaesett mind a fotoszintetikus CO_2 asszimilációja, mind pedig az evapotranszspiráció. Ehhez a sztomák azonnali záródása vezetett a károsodott pontok környékén, mely 3 percen belül végbement (Fernandes et al. 2012). Azonban a fotoszintézis produktivitása a levélhiányos időszakot követő 20 nappal itt is normalizálódik, köszönhetően a fotoszintetikus kompenzáció és az oldalirányú hajtásnövekedés miatt. A *Vitis vinifera* L. cv. *Lambrusco salamino* és a *Vitis vinifera* L. cv. *Barbera* esetében kimutatható volt a terméshozam visszaesés és a fürt tömörségének lazulása is, mert a lelevelezést virágzás előtt végezték, ami a bogyók és a virágok arányának csökkenését jelentette (Poni, et al. 2008).

A termés csökkenés mértéke tehát függhet a levélfelület nagyságától. A virágzás idején bekövetkező jelentős mértékű levélvesztés a sikeres terméskötődés esélyét gyengíti. Továbbá növelheti a primer rügynekrózis kockázatát a következő szezonban, ami hozzávetőlegesen 25%-kal csökkentheti a következő évi termést. Súlyos esetekben várható a hónaljajtások elburjánzása és a késleltetett gyümölcs érés (Poni, et al. 2008; Eric Stafne, 2019; The Australian Wine Research Institute 2021).

1.2.2. A termés károsodása

A lehullott, megsérült virágzat, megrepedt bogyók, a zúzódások és hegesedések a jég nyoma a szőlőn. Általánosságban elmondható, hogy korai fenológiai fázisban érkező jégesemény kevesebb kárt okoz, mintha a virágzás körüli állapotban sújt le (Fahey és Englefield, 2019).

Rügyszakadást követően érkező jég, könnyen letöri a friss zöld hajtásokat. Ilyenkor a tört hajtások tövében meghúzódó alaprügyek, továbbá a fásodott részekben az elsődleges és másodlagos rügyek aktivizálódnak. Ezzel tulajdonképpen túlvészeli az aktuális év, a terméshozam várhatóan 30-50%-kal lehet kevesebb. A másodlagos rügyek termékenysége fajtától is függ, míg a Shiraz és a Cabernet Sauvignon jó képességekkel bír e téren, addig a

Chardonnay és a Riesling fajták kevésbé termékenyek. Mindenképp későbbi rügybeéréssel kell számolni (Fahey és Englefield, 2019).

A virágzat kialakulásakor károsodott növények főként az oldalsó, termést hozó részüket növesztik. A késleltetett fejlődés a várható termés minőségét is ronthatja. Okozhatja a levélkárosodás által előidézett tápanyagzavar, az alacsonyabb terméskötési arány és a másodlagos hajtások fakadás béli problémája. A korai jégkár sajátossága, hogy a törzs alsó részén meddő hajtások feltörésével kell számolni, melyek eltávolítása munkaigényes (Fahey és Englefield, 2019; Petoumenou, et al. 2019; Lőrincz és társai, 2015).

Virágzáskor érkezett jég estén a virágok hiánya könnyen észrevehető, a károsodás mértéke azonban csak pár nap múlva figyelhető meg teljesen, amikor a megmaradt virágok zsugorodni kezdenek (The Australian Wine Research Institute 2021; Horticulture Industry Networks, 2012). Gyümölcskötődéskori jégeső a bogyó vetélését segítheti elő, hegesedést vagy bogyóvesztést okozhat, ezáltal redukálva az egy fürtre eső bogyó mennyiséget (Stafne, 2019; The Australian Wine Research Institute, 2021).

Zsendülés előtti időszakban jelentkező kár érinti legérzékenyebben a szőlőt, hiszen az egész növényre hatással van, beleértve a még éppen fejlődő bogyókat is. A bogyók általában elvesztik nedvességtartalmukat, lehullanak. Amelyek be tudnak gyógyulni, azok is csak küllemhibával, cserébe várhatóan probléma nélkül beérnek. A száraz lombkorona ilyenkor is kulcsfontosságú, a patogén szervezetek elkerülésében (Fahey és Englefield, 2019; The Australian Wine Research Institute, 2021). Egy 2015-ös görögországi jégeső 39%-kal csökkentette a szőlőhozam és 29%-kal a fürttömeg arányát. A vihar a virágzás utáni negyedik hétben érkezett A fürt szélessége és tömörsége is csökkent. A kontroll ültetvényhez képest 44%-kal kevesebb ép bogyó maradt a sérült tőkéken. A jégeső viszont megkönnyíti a fenolok bomlását, más szóval gátolhatja a fenolok bioszintézisét, aminek következtében betakarításkor felére csökkent az összes fenol szintje (Petoumenou, et al. 2019).

Zsendülés alatt és után a bogyók magas nedvességtartalmának köszönhetően érzékenyebbek a mechanikai sérülésekre. A jég ütése által a bogyó felhasad, ami rothadáshoz vezet. Elsősorban a Botrytis veszélyezteti a gyümölcsöt, de más gomba vagy penész fajok is megtelepedhetnek. A nyitott bogyók elszíneződnek, először ibolyakékre majd barnulásnak indulnak és összefonnyadnak. Ebben a fázisban könnyű összekeverni a hasonló ráncos tünetek produkáló peronoszpóra fertőzéssel. A bogyók mellett a kocsány is elfonnyad, lehullik. Ha szüret előtt történik a kár, a sérült fürtöket ajánlott betakarítani még akkor is, ha nem érték el a megfelelő technológiai érettséget, hiszen gátat szabhat az esetleges tovább fertőződésnek (Fahey és Englefield, 2019; Eric Stafne 2019; Hofmann, et al. 2008).

1.2.3. A hajtások, vesszők károsodása

Elsősorban az epidermisz és a háncs (xylem) réteg sérül, súlyosabb esetben a kambiumot, és belső élő farészt is érinti. A háncs működése megszűnik az elhaló kéreg alatt. Az érintett szárrészek akár a későbbi időkben is könnyebben törnek, kiváltképp termésnövekedés alatt. Nagyon súlyos esetben, főleg fiatal tőkéknél a törzs törése is bekövetkezhet. A vékony kérgű, még nem fásodott szárrészek a legsérülékenyebbek. Könnyen törik a vitorla, azaz a hajtások felső része. Maga a hajtáscsúcs letörése, olyan folyamatokat indít be a szőlőben mely a levélhóonaljban rejtőző látens rügyek aktivizálását vonja maga után. Az ebből fejlődő oldalhajtások közül kerül ki majd az új főhajtás. Az oldalhajtások a növény túlélését segítik elő, segít kompenzálni a kiesett levéltömeg egy részét. Érdekes azonban figyelni rá, mert a termőzónában lévő, oldalsó összetett rügyek árnyékolását okozhatja, így nem csak a még megmaradt termés minőségét, de a következő évi termőrügyek fejlődését is korlátozza (Ackermann, et al. 1996; The Australian Wine Research Institute, 2021; Stafne, 2019).

A feltároló xylem és kambium patogén szervezetek számára könnyű behatolási pont. Ezzel egyidőben a szőlő fa sejtjei védekezésésként fenolos vegyületekből álló kémiai gátat képeznek. A növény, sebzés előtti ideális egészségügyi állapota esetén, a seb bezárásával képes ellenállni a fertőzéseknek. Az új szövet nem azonos összetételű és minőségű az eredeti szövettel, úgynevezett kallusz képződik, ami hegeseddéssé jár. A seb lezárásnak sebessége több tényezőtől függhet. Befolyásolja a növény fizikális állapota, hiszen a hegeseedés gyorsabb, ha életerős egyedről van szó. Megfelelő mértékű műtrágyázással, öntözéssel kártevőirtással, a túltermelést megakadályozó intézkedésekkel javítható a növény kondíciója. A seb elhelyezkedése, keletkezésének ideje, mérete is mérvadó. Alakja kevésbé számít, kiterjedése fontos, mert a kalluszképződés a seb oldaláról indul meg, így szélesebb seb esetén hosszabb idő alatt megy végbe. A tenyészidőszak végén keletkező friss seb könnyű fertőzési forrás a gombapopulációk egybeeső spóra képzése miatt. A fiatal korban zöld szárrészekeken szerzett roncsolások hegesevé, a szárrész másodlagos vastagodása következtében nedv keringési anomáliát okozhat, mely visszavetítheti a növény fejlődését, és törzsbetegségek behatolásának is kedvezhet. Ilyenkor érdemes visszavágni az érintett szárrészt, és a célra megfelelő új hajtást kinevelni (Stafne, 2019; TerraviewOS, 2021; Helwi, 2017).

A hatékony önvédelmi mechanizmusnak köszönhetően a jégkár következményei nem hatnak ki a vesszőkben tárolt összes szénhidrát (oldható cukrok, redukáló cukrok, szacharóz) és keményítő tartalmára. A vesszők bizonyos fokú károsodása így nincs befolyással a

következő évi rügytermékenységre, és a vakrügyek számra sem emelkedik, ahogy azt a Petoumenou és társai által vizsgált görögországi eset is alátámasztja. Ráadásul, az oldalhajtások nem csak saját növekedésükhöz tudnak elég asszimilátát előállítani, de nettó szénhidrát exportra is képesek, mely a bogyóérést segíti elő (Petoumenou, et al. 2019).

Ahogy a virágzást ért károknál már említésre került, a szezon elején végbemenő kártétel kedvezőbb kimenetelű. Azonban, ha a kártétel későbbi (virágzás környéki vagy az utáni) periódusban érkezik, hiába növekednek az új hajtások, minden bizonnyal nem tud beérni elfogadható szintre. A hajtás mennyiségének csökkenése elenyésző mértékben mérsékli a rügytermőképességet, mindamelllett serkentő hatással bír a másodlagos és látens rügyek termőre fordításában. Azonban a jég által megsebzett vesszők semmilyen formában nem alkalmasak sem törzs kinevelésére, sem oltásra, sem pedig szaporító anyag előállításra (Kozma, 2001; Horticulture Industry Networks, 2012; Helwi, 2017).

1.3.A szőlőültetvény kezelése jégkár után

A kárfelmérés vihar után szükséges a beavatkozások megtervezéséhez. Jégverés után közvetlenül, széles határfokú, gyorsan felszívódó gombaölő szerrel, például folpet hatóanyagtartalmú készítményekkel ajánlott kezelni az érintett területet, legfőképp szürkerothadás, fakórothadás ellen. Fürtös állapotban minden további, várhatóan nedves időjárási körülmények előtt alkalmazni kell a Botrytis fertőzés elleni védekezést. Ha a törzs is sérült, érdemes törzsbetegségek ellen ható szerkezelést alkalmazni. Ami a lisztharmatot és peronoszpórát illeti, a jég és az eső lemoshatja a permetszert, vagy ha régen történt a permet kiszórása, extra eljárásként annak megismétlése ajánlott, mindamelllett, hogy továbbra is az előrejelző rendszer és a tervezett permetezési ütem által előírtak szerint kell haladni (eVineyard 2019; Helwi, 2017; Horticulture Industry Networks, 2012; Amann, et al. 1966; Prohászka, 1977).

A szőlő viszonylag gyorsan gyógyuló faj, de az első mechanikai beavatkozással öt-hat napot célszerű várni. Fitotechnikai munkák között elsődleges a sérült hajtások visszavágása az épen maradt részig. Célszerű 1-2 rügyes csapokat kialakítani. A kevésbé károsodott hajtásokat megtarthatjuk. Szerencsés esetben van elég idő az új hajtások beérlelésére, kellő odafigyeléssel gondozva teljes értékű termő vesszőkké fejlődnek a következő évben. Ha jelentős kár érte a virágokat, vagy a fő hajtások és oldalsó rügyek kiterjedt sérüléssel rendelkeznek, akkor érdemes őket visszavágni, hogy előbukkanhassanak az egészséges másodlagos hajtások és rügyek. Ilyenkor a fő cél a következő szezonra való helyreállítás lehet. A tépett, hiányos levelek továbbra is asszimilációs felületet jelentenek, így hagyjuk rajta a tőkén. A vesszők beérése

kardinális, téli fagyérzékenységre való tekintettel érdemes réztartalmú szerekkel kezelni, a folyamat felgyorsítása érdekében. Levéltrágyázást alkalmazhatunk a hajtások növekedésének ösztönzésére. Felső helyzetű hónaljajtások közül egy-kettőt érdemes megtartani a korrelációs gátlás végett. A csonkázást a jó beérés miatt időben kell elvégezni, virágzási időben ért kár következtében időzítését kívánatos eltolni. Ebben az esetben a nyugalmi időben végzett metszéskor is több rügyet kell meghagyni, hogy megfelelő rügyszámot kapjunk a következő szezonra. Ha a fűrtökben keletkezett kár, csökkenthető a szőlőt érő stressz, ha a fűrtöket eltávolítjuk (Horticulture Industry Networks, 2012; Hajdu és Borbásné, 2009; Ackermann, et al. 1996; eVineyard, 2019).

A jégesőre hajalmas klímán érdemes időt és pénzt fektetni a megelőző növényvédelemre, amelyek segítenek elkerülni a fertőzéseket. Környezeti tényezők befolyásolják a gyógyulási folyamat gyorsaságát, sikerességét, így a száraz idő kedvező feltétel. A száraz lombkorona is előnyös, de ha olyan mértékű szárazságot tapasztalunk, amely már kedvezőtlenül hat a növényre, érdemes lehet a mikroelemeket, aminosavakat tartalmazó lombtrágya használata, mely támogatja a növényt stresszhatással szemben. A vitalitás biztosítására alkalmas az okos öntözőrendszer kiépítése, kártevőirtás, műtrágyázás, és a terméskorlátozás bevezetése, mely a sebzáródási folyamatokra is kedvezően hatnak. Rendszeres permetezési program fenntartása mellett a műtrágyázás támogathatja a növény életerejét, természetesen érdemes talajvizsgálattal ellenőrizni a műtrágya alkalmazás indokoltságát (Ackermann, et al. 1996; Amann, et al. 1966; TerraviewOS, 2021; eVineyard, 2019; Horticulture Industry Networks, 2012).

1.4.A jégkár elleni védekezés lehetőségei

Statisztikák szerint jégesőben kárt szenvedő mezőgazdasági növények között a szőlő előkelő helyen szerepel. Az Egyesült Államokban évente átlagosan 1,3 milliárdos kárt okoznak a termésben. A Magyarországon kiépült országos lefedettségű talajgenerátoros jégelhárító rendszernek köszönhetően a jégeső által súlyosan érintett területek száma csökkenő tendenciát mutat (NAK, 2023; EyouAgro, 2022).

A jég elleni védekezési praktikák a modern technológiának köszönhetően fejlődnek. Az ember történelme során változatos eszközökhöz folyamodott segítségül, istenekhez fohászkodtak, nyílzáporral vagy hangoskodással próbálták elűzni a vihart. A XIX. századtól kezdve több országban (például Ausztria, Franciaország) a gyorstüzelésű viharágyúk bevetésében hittek, mely az osztrák Stiger Albert nevéhez fűződik. A monarchia alatt Magyarországon is alkalmazták, főként Balaton és Pécs környékén. Az elv lényege, hogy

levegő áramlat és hang keltésével más irányba tereljék a felhőket. 1899-1902-ben konferenciákat tartottak a probléma megoldásának reményében, végül Grazban kimondták, hogy az ágyú használata nincs hatással a viharfelhőkre. Ennek ellenére Cserszegtomajon még fél évszázadig tartották a hagyományt (Hajdu és Borbásné, 2009; Ackermann, et al. 1996).

A XX. század változást hozott, a radarkészülékek elterjedésével, meglehetősen drága, jégelhárító rakétákat fejlesztettek. Ezüst-jodid és trinitro-toluol tartalma kondenzáló magot képez, amely a felhő feldarabolódását és idő előtti kiesőzését okozza és jó esetben a jég azelőtt elolvad, mielőtt földet érne. A művelet csak akkor sikeres, ha a felhő mélyére sikerül juttatni a hatóanyagot. Az ezüst-jodidon kívül használatos a kálium-jodid, a kalcium-jodid és a szárazjég is (Hajdu és Borbásné, 2009; Ackermann, et al. 1996).

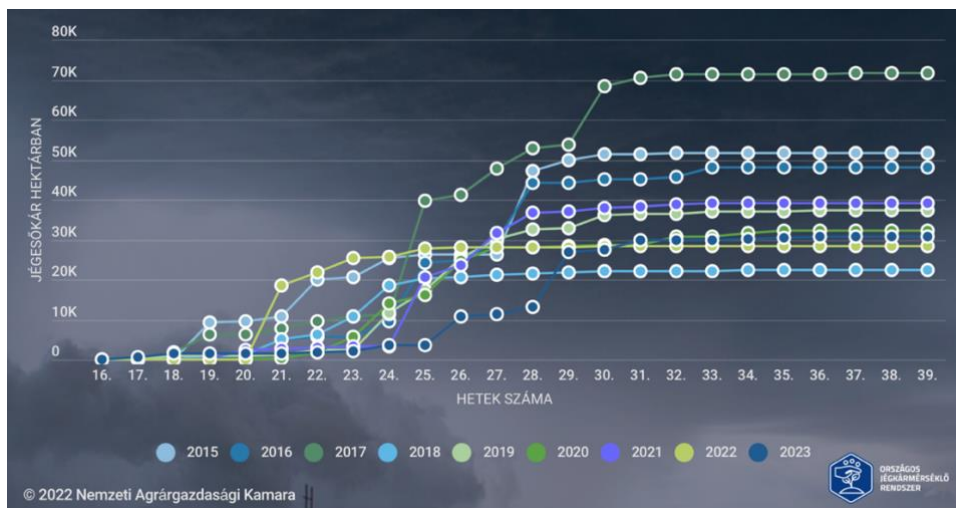
Az újabb technológiák között szerepel a repülőgépes elhárítórendszer, a jégelhárító és a talajgenerátor, noha a széleskörű és biztos védekezés továbbra sem megoldott. Mivel a rakétás módszer nem igazán hozott megfelelő eredményt, így tovább fejlesztésük után terjedtek el a hasonló elven működő talajgenerátorok használata. Lényege, hogy a levegő helyett, a földben úgynevezett ezüstjodidos „füstkályhákat” helyeznek el raszterben. Az ezüst-jodid részecskék felmelegítése után feláramlással jut nagyobb hatékonysággal a felhőbe. A műveletet három, de legkésőbb két órával a vihar érzékelése előtt kezdik el, mely alatt óránként nagyjából nyolc-kilenc gramm ezüst-jodidot égetnek el. A radaros előrejelző jelzést ad le a kezelőnek, aki dönt a működtetésről. Környezetterhelés szempontjából a hatóanyag kihelyezés célzott, tervezhető, energiafelhasználása napelemmel biztosítható, így a repülőgépes és rakétás módszerekhez képest jóval alacsonyabb kockázatot jelent (NAK, 2023; Ackermann, et al. 1996; Kozma, 2001; Wineanorak, 2021; Rochard, et al. 2019). Léteznek még héliumos ballonok, illetve alkalmaznak Doppler és X-sávós radart is. Míg a Doppler a legjobbnak, ám legköltségesebbnek bizonyuló technológia, addig az X-sávós radar megfizethető, de bizonytalan eredményt hoz (Ackermann, et al. 1996; Kozma, 2001; Wineanorak, 2021).

78%-os hatásfokával kiemelkedő védelmet nyújt, ám nagy anyagi ráfordítást igényel a műanyag, extrudált polipropilénből vagy szőtt polietilénből készülő, az ültetvény felett kifeszített jégelhárító. Ultrakönnyű, és ultraviola sugárzásnak ellenálló anyag. Szabvány és egyedi méretben is elérhető. Akár 25 mm átmérőjű szemcsenagyság ellen is véd, és préselt huzalokkal tovább lehet erősíteni. Franciaországban 90%-os kárcsökkenést ért el a használata. Kialakítása többféle lehet, vannak sáterszerű, és csak lokális védelmet biztosító hálókat, utóbbi kifejezetten a természet védelmét szolgálja. A háló típusa szerint eltérő mértékben védelmet nyújtanak darazsak ellen és árnyékolást is biztosítanak. Emiatt terroir módosító hatása lehet, így előnyös a magas fényintenzitású régiókban. Jó hatásfokkal alkalmazzák többek között Argentína

legkitettebb részében, Mendoza régiójában, de Olaszországban, Németországban és Ausztriában is (Rochard, et al. 2019; Kozma, 2001; Ackermann, et al. 1996; Wineanorak, 2021; EyouAgro, 2022).

Több országban összefogtak és közös jégeső-védelmi-hálózat létrehozásába fektettek. Céljuk a potenciális jégeső felhők észlelése radar készülékekkel és azok elhárítása. 1951-ben nonprofit kezdeményezésre létrejött az ANELFA (Association Nationale d'Etude et de Lutte contre les Fléaux Atmosphériques) Franciaországban. Az egyesületen belül régiókra specializálódott szövetségek jöttek létre ARELFA (Association Régionale d'Etude et de Lutte contre les Fléaux Atmosphériques) néven, például Burgundiára összpontosítva. Főként talajgenerátoros elven működő védelemmel dolgoznak, de az egyesület munkáját kiegészíti a Selerys rendszer szolgálata is, mely szoftveres megfigyelő és hélium ballonos védekezési technológiát használ. A felfelé irányuló áramlatok hatására a ballonok kalcium-kloridot bocsátanak ki a megfelelő magasságban (ANELFA, 2023; Wineanorak, 2021; Selerys, 2023).

A francia ANELFA közreműködésével több magyarországi régió tudott sikeresen váltani jégrakétákról a korszerűbb talajgenerátoros technológiára. A Baranya-, Tolna- és Somogy-vármegye érdekképviselőiben létrejött NEFELA (Dél-magyarországi Jégelhárítási Egyesülés) az ANELFA által használt készülékek betelepítésével és után gyártásával kezdte meg működését. A tokaji borrégió védelmében pedig 68 generátort telepítettek az ANELFA segítségével. Az eleinte régiónként működő egyesületek finanszírozási problémájának és egy átfogóbb rendszer kiépítésének érdekében 2018-ban egyedülálló országos lefedettségű, összesen 986 egységből álló talajgenerátoros jégvédelmi rendszer épült ki. A rendszer 219 darab távolról vezérelhető automata, és 767 darab személyes jelenlétet igénylő manuális talajgenerátorból áll, melyhez két csatornás radar, a „Meteosat” időjárási műholdvevő és számos előrejelzési térkép társul. Nagy előnye, hogy az időjárási viszonyokhoz és az érintett területekhez igazodva szakaszosan is üzemeltethető. 1991-2017 között mért adatok alapján 73%-os kárscökkenést, és 4,4 milliárd forint megtakarítás köszönhető a rendszernek. A rendszer kiegészítése előtti évben (2017) a bejelentett károk 72 ezer hektárra terjedtek ki, míg 2023-ban 30 ezer hektárról érkezett bejelentés. Heti bontásban bejelentett károk hektárban kifejezett mennyiségét a 3. ábra szemlélteti. Becslések szerint minden a rendszer működésére fordított egy forint, megközelítően 33 forintértékben véd meg termelési értéket (NAK, 2023; NEFELA, 2023).



3. ábra: Kumulált jégesőkár adatok 2015-2023 között (forrás: NAK honlapja, 2023)

A passzív védekezési elvek tanulmányozása során érdemes megemlíteni az ültetvény megfelelő földrajzi elhelyezkedésére irányuló döntési folyamatokat. A szőlőfajták kiválasztása is releváns lehet, erőteljesebb, szívósabb fajták használata kisebb mértékű károkat vetít előre. További óvintézkedéseket tehetünk a gazdasági károk mérséklése céljából az ültetvényre kötött biztosítás formájában (eVineyard, 2019; Hajdu és Borbásné, 2009; EyouAgro, 2022).

1.5.A klímaváltozás és a jégkár események összefüggése

Míg egyéb környezeti tényezők (például hőmérsékleti extrémítás, szélsőséges csapadékmennyiségek) és a klímaváltozás között viszonylag könnyű párhuzamot vonni, addig a jégeső jelensége nehezen megfigyelhető és dokumentálható, mivel helyi jellegű és ritka, továbbá a jégesőre vonatkozó részletes megfigyelések pontatlanok. Az egyre növekvő regisztrált jégkár események nem csak a gyakoriság növekedését valószínűsítik, hanem az emelkedő egyéni és gazdasági érdekek meglétét is. Bár ránézésre könnyű olyan következtetést levonni, miszerint sűrűbben és pusztítóbb hatású jégviharokra kell számítani a jövőben, a tanulmányok egymásnak ellentmondó eredményeket mutatnak (Raupach, et al. 2021; Henson, 2022; Tosato, et al. 2023).

Olaszországban, 2023 nyarán 19,46 cm átmérőjű jégdarab hullott az égből, ezzel beállítva Európában az új rekordot. A világrekordot egy 20,3 cm átmérőjű jéggömb tartja, mely Dél-Dakotában landolt 2010-ben. Az Egyesült Államokban könyvelt adatok szerint 2010 és 2020 között a jégviharok által okozott veszteség 80-140 milliárd dollár, miközben a tornádók által okozott károk 14,1 milliárd dollárt tettek ki (Pappas, 2023; Henson, 2022). 2018-ban Olaszországban, egyes termelők 70%-os veszteséget könyvelhettek el a tavaszi és nyári jégeső után. Minden mezőgazdasági növényt beleszámolva, több mint 500 millió eurós kár keletkezett,

borvidékek tekintetében Piemont, Emilia-Romagna, Lombardia és Veneto egyes részei voltak érintettek. Olaszországban a nagy méretű heves viharok földcsuszamlásokat okoztak, ami a talajművelő munkák csökkentéséhez vezetett, a talajeróziót minimalizálása érdekében. Franciaországban ugyanebben az évben május 26-án a heves viharok következtében 7000 hektár szőlőültetvény sérült Bordeaux-ban. 2014-ben Burgundiában 5000 hektár szőlőültetvényt vert el a jég, 2021 nyarán a spanyolországi Ribera del Duero-ban történt káresemény, 2000 hektár szőlőt érintett, ami a régió 10%-át teszi ki (Wineanorak, 2021; TerravivaOS, 2021).

A publikációk arra mutatnak rá, hogy régióként eltérő változásokkal kell számolni a jégesővel kapcsolatban, némely területen elképzelhető a gyakoriság növekedése, máshol csökkenő tendenciát mutat. Korábbi modellek arra a következtetésre jutottak, hogy a hőmérséklet emelkedésével csökkenni fog a jégesők keletkezésének valószínűsége. A jégszemek elolvadnak mielőtt földet érnének, valamint a feláramló meleg levegőnek hosszabb utat kell megtennie, mire elérné a felette lévő száraz hideg légtömeget. Azonban más faktorok is közrejátszanak, mint az instabil légkör, a gazdag légköri nedvesség, és az erős felfelé irányuló áramlás. 2011-ben publikáltak egy olasz tanulmányt (Eccel, et al. 2011), melyben Trentino régiójának 35 év alatt összegyűjtött klimatológiai adatait vetették össze a légköri változókkal. A terület fontos szőlő- és almatermesztési potenciálja miatt 1974 óta rendelkezik jégeső-figyelő hálózattal. Az eredmények általánosan azt mutatták, hogy a várttól ellenkezőleg, a jégeső kialakulását leíró index értékek nem igazán mutattak szignifikáns korrelációt egyik vizsgált légköri változóval sem, sőt némely esetben egyáltalán nem találtak összefüggést az értékek között. Trentino esetében a viharok számának minimális csökkenését, és a jégeső intenzitásának határozott növekedését állapították meg. Hasonló előrejelzést vetítettek elő francia mérések az 1989–2009 között vizsgált periódus alapján (Henson, 2022; Raupach, et al. 2021).

Az amerikai kontinensen jelentősebb rizikó faktort jelent a jég. Észak- és Közép-Argentína pampái, valamint az Egyesült Államok Sziklás-hegység keleti oldalán húzódó nagy síkság területe érintett a legjobban. Ennek magyarázata a közelben lévő kiterjedt vízforrás (Mexikói öböl, Amazonas) és megfelelő száraz levegő utánpótlás (Sziklás-hegység, Andok). Azok a kutatások, amelyek az instabilitás és szélnyírás összefüggéseit hasonlították össze térben és időben, nem adnak okot a szupercellák ritkulására, sőt a szélnyírás növekedése együtt állást mutathat a szupercellákat létrehozó feltételekkel. Az amerikai Doppler-radarok országos hálózatának adatai, a jégeső méretének és földrajzi kiterjedésének általános növekedését mutatta ki az 1995 és 2016 között az Egyesült Államokban, különösen a Sziklás-hegység térségében (Henson, 2022; Pappas, 2023).

Egy 2009-es holland kutatás (Botzen, et al. 2010) a gazdasági károk és az alkalmazkodás szükségessége felől közelíti meg a problémát. A biztosító társaságok díj emelésével és a kockázatvállalásuk mértékcsökkenésével számolnak, ami a mezőgazdasági szereplőkre fogja hárítani a felelősséget. A jégeső által okozott károk éves 48%-os prosperálását dokumentálták szabadtéri gazdálkodások esetében. A Nature Reviews Earth & Environment-ben megjelent publikáció a jégesőnek kedvező környezeti feltételek kialakulásának gyakoriságában mutatott 40-80%-os növekedést a század végéig. Az előrejelzés 14 regionális éghajlati modell (RCM) adatait elemezte. De nem csak az előfordulási hajlam, hanem az extrém nagy szemcseméret valószínűségének duplázódását vetítette előre Európa egyes részein. Ezzel ellentétben az Egyesült Királyságban némi regresszió várható a káros jégesők tendenciáit tekintve. Annyi kijelenthető, hogy Európában a légköri nedvességtartalomban jelentkező jövőbeni változások növekvő konvektív instabilitást okoznak (Raupach, et al. 2021; Botzen, et al. 2010).

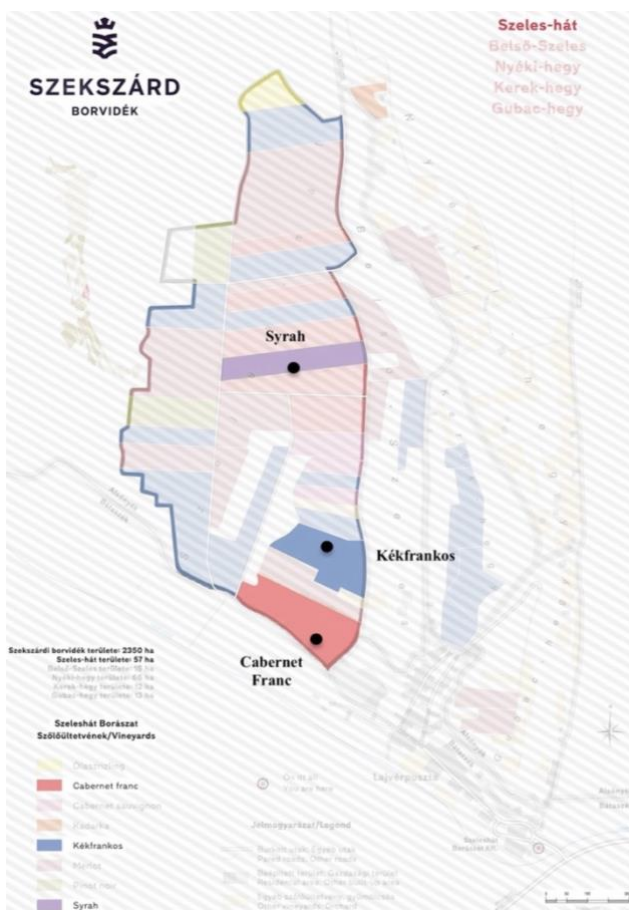
Az éghajlati modellek önmagukban nem tudnak biztos előrejelzést adni. Legtöbbjük durva időbeli és térbeli egyszerűsítést alkalmaz. A valószínűségi faktorok alkalmazása információt ad a klímaváltozékonyságra, az évszakok időjárási mintájára, és a rendkívüli időjárási események hajlamának és intenzitásának változására. Továbbá a meteorológiai szekvenciák többszöri számítása lehetőséget teremt időjárási kockázatbecslésre a növény legérzékenyebb biológiai ciklusaiban. Ilyen sztochasztikus időjárás generátorokat használnak már egy ideje, de a jövőben várhatóan nem csak a vízipar, hanem szélesebb réteg alkalmazhatja. A klímaváltozás hatására várhatóan időbeli eltolódások jelentkezhetnek a kultúrnövények fenológiai fázisában is. A szimulációk szerint az emelkedő átlaghőmérséklet korábbi rügyfakadást, virágzás és termés érést eredményez, az alapklimához és az 1961-től 2010 között mért időjárási viszonyokhoz képest. Ugyanakkor ezek a számítások nem adnak teljes térbeli és időbeli képet arról, hogy egyértelmű párhuzamot lehessen vonni a növények reakció szabályozó műveletei és a hőmérsékletváltozás között, ahogy nem ismeretes a fenotípusos akklimatizáció mértéke sem (Mosedale, et al. 2015).

Jóllehet a jégeső és a zivatarok közötti kardinális kapcsolat még nem teljesen kristálytiszta, a bizonytalanságok mellett a modellek és trendek arra engednek következtetni, hogy végső soron az éghajlatváltozás jó eséllyel hatással lesz a jéges eseményszámok elmozdulásában. Számos országban és zónában számolhatunk súlyosabb, nagyobb pusztítással járó jégeseményekkel, a növekvő konvektív instabilitás és olvadási szintmagasság (MLH) együttes hatásának következményeképp. Az USA-ban és Kelet-Ázsiában negatív irányú, Ausztráliában és Európában enyhén pozitív eltolódás várható a jégeső gyakoriságban (Raupach, et al. 2021).

2. ALKALMAZOTT MÓDSZEREK

2.1. A vizsgálat helye

A vessző és rügyszélek vizsgálatához szükséges laboratóriumi helyszínt a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (MATE) Szőlészeti Tanszéke biztosította Budapesten (47.48061051495172, 19.03941212138013). A káresemény Magyarországon, a Tolna vármegyében található Szelesháti borvidék, Szeleshát Birtok tulajdonában álló 57 hektáros területen történt, Bátaszék határában, Szelesháti vonzáskörzetében. A Szeles-hát dűlő több pontján történt a mintavételezés (Syrah: 46.219797, 18.685568; Kékfrankos: 46.21606761499543, 18.686672290297313, Cabernet Franc: 46.2140518228922, 18.6862777957644), melyet a 4. ábra mutat. A kár megközelítőleg a teljes birtokot érintette, melyet az 5. ábra szemléltet.



4. ábra: Káresemény helyszíne, mintavételi helyek (forrás: saját feldolgozás, Szeleshát Birtok ábrája alapján, 2023), 5. ábra: Ültetvényben keletkezett kár, Cabernet Franc (forrás: Fusz Kristóf, 2023)

A vesszők és rügyszélek átválogatása, részletes vizsgálata és feltárása, a rügyszélek hajtatása és képi dokumentációja laboratóriumi körülmények között történt, Budapesten.

2.2.A vizsgálat ideje

A káresemény helyi idő (GMT+1) szerint, 2022. május 25-én az esti órákban, 20:00 és 22:00 között következett be. A mintavételezésre ősszel került sor. A vizsgálati anyag első budapesti vizsgálata 2022. október 27-én történt. A vesszővizsgálat után rügyvizsgálat következett 2022.11.03-án. A rügyhajtatáshoz új minták kerültek kiválasztásra 2023. január 17-én, szintén a 4. ábrán jelölt területekről. Ezután Budapesten laboratóriumi körülmények között vizes kádban hajtásra kerültek és 2023. március 23-án fejeződött be az utolsó vizsgálat. Az eredmények kiértékelésére a vizsgálat és az azt követő időszakban került sor.

2.3.A vizsgálat anyaga

A borszőlő (*Vitis vinifera* L.) a Szeles-hát dülő jégkárral érintett parcelláiban három szőlő fajta: Cabernet Franc (*Vitis vinifera* Cabernet Franc), Syrah (*Vitis vinifera* Syrah) és Kékfrankos (*Vitis vinifera* Blaufränkisch) vesszőinek és rügyeinek vizsgálatára került sor. A fajtákat nem egyenlő módon érte a kártétel. A szőlőültetvények EL 17-18-as (BBCH 57) stádiumban, virágzás előtti, egyes fajtáknál a virágzás megindulásának kezdeti fenológiai fázisban voltak. A tőkék új telepítésűek, de termőkorúak (7 évesek) voltak a károkozás idejében. Az ültetvény szerkezete egysíkú huzalos támasz, a soron belüli távolság 0,8 m. Az érintett tőkék ernyőművelésben vannak. A jégverés idejére a hajtásokon általánosan 4-8 ízköz kifejlődése ment végbe. A hajtáscsúcsok többsége a jég által letörött, a hajtások kondíciójának és fejlődési állapotának, valamint a befűzés minőségének függvényében. A tőkék regenerálódása hónaljhajtásokból történt.

2.4.A vizsgálat módszerei

2.4.1. Meteorológiai és éghajlati adatok

Az érintett parcellák 108-135 méter tengerszint feletti magasság között helyezkednek el. A dülő a Szekszárdi borvidék része. Északról és nyugatról a Szekszárdi-dombság, délnyugatról a Mecsek kezdeti vonulatai, délről és keletről a Tolnai Sárköz fogja közre. Az ültetvény a tagolt felszínű Szekszárdi-dombság vonulatain terül el. A dülő főleg keleti kitettségű, a 46. és 47. szélességi fok és a 18. és 19. hosszúsági fok közé esik. Mérsékelt meleg és nedves éghajlati típusba tartozik, klímája szubmediterrán jellegzetességet mutat. Az évi középhőmérséklet 11,3 °C, az évi napfénytartam 2050-2100 óra közé esik. Csapadékmennyiség átlagosan évi 580-610 mm-t tesz ki, melyből 350-380 mm esik a vegetációs időszakban. Többnyire a májusi és a júniusi hónap a legcsapadékosabb.

Északnyugati szélirány uralkodik, de változatos áramlatok tudnak betörni északkeletről és délkeletről is (Lőrincz és társai, 2015; OMSZ, 2023; Szekszárdi borvidék honlapja, 2023).

Az éves átlagos klimatikus viszonyokat (középhőmérséklet, napfénytartam, csapadékmennyiség, szélirány) az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) által közölt éves ábrákról és kimutatásokról olvastam le. A földrajzi kitettséget és domborzati viszonyokat a Google Maps és Google Earth térképéről állapítottam meg. Az OMSZ segítségemre volt a jégesőt okozó szupercella tanulmányázásában is, mely a 13. ábrán látható. A káresemény időjárási adatait a parcellához legközelebb eső, Szekszárd-Faluhely-dűlőnél lévő, Defenso mérőállomásai által közzétett grafikonokról olvastam le, a kapcsolódó grafikon a 14. ábráról olvasható le. A Defenso ábrái mellett, szöveges növényvédelmi előrejelzéseiből tájékozódtam az aktuális növényvédelmi előrejelzésekről.

2.4.2. Vessző vizsgálat

1. Szálvesszők, cserrészek vizsgálata

A beérkezett vesszők először csoportosításra, majd szelektálásra kerültek. A vesszők fajta szerint lettek szétválogatva, így három nagy csoportra lettek osztva: Syrah, Kékfrankos és Cabernet Franc. A vesszők átestek egy mennyiségi átválogatáson is, lehetőleg olyan vesszők kerültek kiválasztásra, amelyeken sok sebzés található. A behozott minták vizsgálatra való alkalmasságuk alapján analízálásra kettő Syrah, kettő Kékfrankos és négy Cabernet Franc vessző került kiválasztásra. Az egyesével történő szemrevételezésük után, további szelektálásra került sor a vesszőket ért sebzés súlyossága alapján.

Ebből kifolyólag három súlyossági kategória került meghatározásra:

- 1. KATEGÓRIA: Gyenge mértékű sebzés

A felületi, sekély sérülések, karcolások tartoznak ide, ami elsődlegesen az epidermisz, tehát a legkülső héjréteg sérüléseit foglalja magában.

- 2. KATEGÓRIA: Közepes mértékű sebzés

Mélyebb, meglehetősen jól definiált sérülések, amelyek a holtkéreg részeinek felnyílását eredményezték. A sebzés elhelyezkedésétől és az ütés erősségétől függően érinthette az elsődleges kérget, esetleg a hánckoronát, hánctot. A sebzések szemmel láthatóan valamelyest bezárultak.

- 3. KATEGÓRIA: Erős mértékű sebzés

A legmélyebb rétegeket is érintő sérülések, melyek a holtkérgen túl az élő kéregig lehatoltak. Az erős ütés által megnyitott növényi szövetek között eltérő mértékben a hánctérteg (kemény- és lágyhánct), a para, a kambium, a bélsugár és a fa részek is

megtalálhatóak. Szemmel látható módon sebzáródásra nem került sor, vagy nem volt sikeres, a kambium szövetek közvetlenül érintkeznek a környezettel.

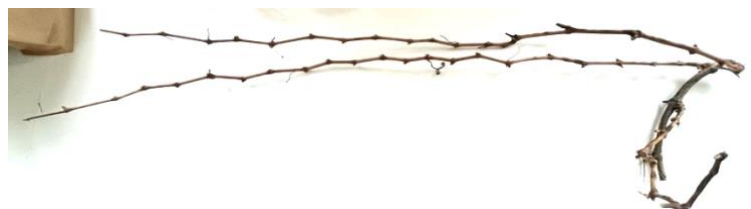
Fontos megjegyezni, hogy a sebzések által érintett növényi részek definiálása már a laboratóriumi körülményekben tapasztaltak alapján történt. A vesszők elsődleges és másodlagos szárvastagodásának időpontjában nagy eltérések lehetnek a különböző tőkék esetében, így nem rekonstruálható az eredeti állapot. A kategorizálás után minden vesszőn egyesével megszámlálásra került az egy vesszőre jutó sebzések száma. A sebzések száma súlyossági kategóriánkként is összesítve lett.



6. ábra: Felvételezésre került Syrah vessző (forrás: saját, 2022)



7. ábra: Felvételezésre került Kékfrankos vessző (forrás: saját, 2022)



8. ábra: Felvételezésre került Cabernet Franc vessző (forrás: saját, 2022)

Az 6-8. ábrákon láthatóak a sérült vessző a vizsgálatra érkezésükkor. A minták ezután a sebzési helyek tengelyében, merőlegesen kerültek átmetszésre oltókéssel és metszőolló segítségével. A metszetek eredeti méretét a mellé helyezett mérőszalag kívánja szemléltetni. A növény metszési felületén az esetleges elszíneződéseket, elhalásokat, a sebzés mélységét és a belső szövetek épségét vizsgáltuk. Arra kerestünk választ, hogy sebzés során a szállítószövetek érintve vannak-e, ha igen, történt-e hegesedés, és ebben az esetben alakult-e ki új edénynyaláb? A válaszokat annak érdekében kutattuk, hogy a sérült tőkék mennyire fognak megfelelni a jövő évi tenyészidőszakban. A vesszők cser részein is találtunk sérüléseket, így azok is dokumentálásra kerültek.

2. Rügyek vizsgálata

A vesszővizsgálatot után a fennmaradó, érintetlen vesszőkön lévő rügyek vizsgálata következett. A vesszőket teljes hosszukban dokumentáltam, majd a rajtuk található összes rügyet patogénmentes éles oltókés segítségével, a vessző felületével párhuzamosan, attól azonban elemelkedve, a rügy síkjában óvatosan elmetsettem. A metszési felületek szemrevételezésével azt vizsgáltuk, hogy a rügy milyen állapotban van, történt-e elszíneződés, elhalás, elszáradás vagy egyéb rendellenesség. Azt feltételeztük, hogy ha a vessző sérülése miatt sérült az edénynyaláb, akkor az a rügy tápanyag és nedvesség ellátottságára is hatással van. A felvételezett vesszők egy-egy példánya a 9-as, 10-es, és 11-es ábrákon látható.



9. ábra: Felvételezésre került egyik Syrah vessző (forrás: saját, 2022)



10. ábra: Felvételezésre került egyik Kékfrankos vessző (forrás: saját, 2022)



11. ábra: Felvételezésre került egyik Cabernet Franc vessző (forrás: saját, 2022)

2.4.3. A rügyhajtás

Az ültetvény 2023-as téli nyugalmi időszakában, az ilyenkor szokásos téli metszés alkalmával, az érintett parcellákból 10-10 újonnan befásodott vessző került mintavételezésre. Patogénmentesített metszőolló segítségével 1 rügyes csapokat készítettem a vesszőkből. Temperált laboratóriumi környezetben a csapokat vízzel feltöltött kádra helyezett rácsokba helyeztem úgy, hogy a csapok alsó 1/3-a érjen a vízbe. Azonosítás végett nemesfajta és gyűjtési helyük szerint egyesével felcímkézésre kerültek. A kádat természetes megvilágítás (ablak) elé

helyeztük, a kád a rövid csapokkal a 12. ábrán megtekinthető. A víz időszakos cseréje és a dugványok ellenőrzése heti rendszerességgel megtörtént. A dugványok pár hetes hajtása után arra kerestük a választ, hogy az egyes rügyek fakadásában és termékenységében jelentkezik-e különbség? Az eredményekből az alkalmazandó fitotechnikai műveletekre kívántunk következtetéseket levonni. Jelen a dolgozat, a vizsgálat során a jég által károsult szőlők növényi részeinek közvetlen megfigyelésével foglalkozik, és a 2.4. pontban taglalt kutatási módszerek által kapott eredményből von le rövid távú következtetést.



12. ábra: 1-2 rügyes csapok 3-4 hetes korukban, 1. kád (forrás: Dr. Lukácsy György, 2023)

2.4.4. Eredmények ábrázolásának módszere

A felvételezett adathalmaz először papír alapon, majd elektronikus formában került rögzítésre. Az általam vizsgált vesszők, rügyek, és a rügyhajtás kísérleteiből származó adatok feldolgozása és összesítése a vizsgálat teljes időtartamában Microsoft Excel program segítségével történt. Az adathalmazokból a táblázatokat és grafikonokat Microsoft Word és Excel program használatával nyertem ki. A vesszőkről és rügyekről telefonom segítségével fotódokumentációt készítettem.

3. EREDMÉNYEK

3.1. Meteorológiai viszonyok

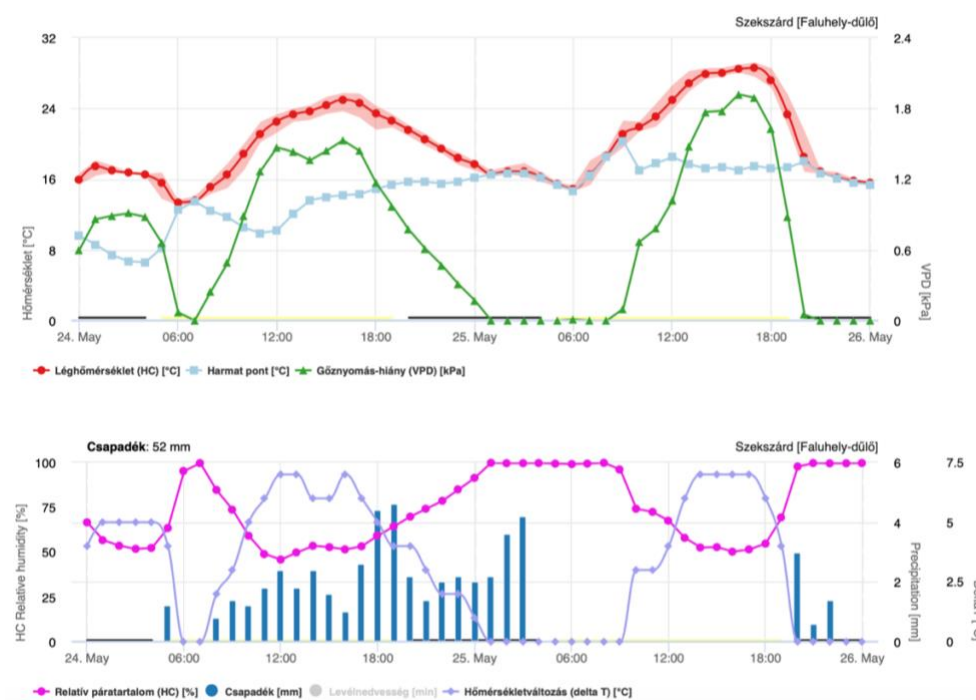
2022. május 25-én (az év 144. napján) 16 óra körül konvektív cellák érkeztek Magyarország nyugati és északnyugati részébe, Ausztria és Szlovénia térségéből. Bár ez elsősorban a nyugati területek és a Balaton térségét érintette, a meleg, párás levegőnek köszönhetően a keskeny talajközeli hidegfront fékező hatása visszaszorulóban volt, a torlasztó hatását viszont nem vesztette el. Eredményeképp 18 óra körül Somogy vármegyében új szupercellák alakultak meg, és összetalálkoztak a Zala vármegyéből erőre kapó zivatar felhőkkel, mely Bács-Kiskun vármegye felé vette az irányt. Ennek a konvektív viharláncnak az érkezése váltotta ki Tolna vármegyében a kialakult jégzáport, melyről készült radarfelvétel a 13. ábrán látható. A cellák egészen 10-12 km-es légköri magasságig felnyúltak, a vertikális radarmetszetek tanúbizonysága szerint (OMSZ, 2022).



13. ábra: 2022.05.25-én rögzített radarfelvétel 18:00 órában kiragadott pillanatképe, Hidegfront következtében vonuló szupercellák (forrás: OMSZ, 2022)

A szomszédos országokban (Horvátország, Szlovénia, Ausztria) számottevő károkról számoltak be, 6-7 cm átmérőjű jégzemcsék pusztítottak. Ehhez képest a magyarországi károk mérsékeltek voltak, köszönhetően az országos jégkarmérséklő rendszernek. Ami bár május 25. déli óráktól kezdődően teljes kapacitással működött a beriasztott zónákban, ennek ellenére a Szeleshát Birtok területe jelentős jégkárt szenvedett. A 14. ábráról leolvasható, hogy Szeleshát-dűlőben este 20:00 és 22:00 óra között 5 mm csapadék keletkezett, melynek túlnyomó része jég formájában hullott. Az esemény súlyosságát növelte, hogy a jégesést csak elenyésző mennyiségű eső kísérte, így a viszonylag száraz, élesebb formában érkező jégzemek nagyobb pusztítást okoztak. A vihar az ültetvény EL 17-18-as (BBCH 57) stádiumában, virágzás előtti, illetve egyes fajták esetében a virágzás megkezdésekor érkezett. Csak zöld növényi rész sérült,

fürt károsodás nem történt. A konvektív vihar 15-20 percig tartott. A pontos szélereősségi viszonyokról nem maradt fent információ, de a vonatkozó csapadék és időjárásdiagramok az 14. ábrán találhatók.



14. ábra: 2022.05.24. 0:00 és 2022.05.26. között mért klimatikus körülmények a jégkárt szenvedett ültetvényben (forrás: DEFENSO, 2022)

A jégzemcsék átmérője 1-5 cm között ingadozott jellemzően 2-3 cm átmérőjű borsó és cseresznye nagyságú jégdarabok potyogtak az égből, de előfordult dió nagyságú jég is. A régióban bejelentett jégesők és a jégzemcsék méretéről, valamint időbeli eloszlásáról az 1. és 2. táblázatból tájékozódhatunk (NAK, 2022).

Vármegye	Jégzemek hozzávetőleges nagysága bejelentések alapján					ÖSSZES (db)
	Búza	Borsó	Cseresznye	Dió	Tojás	
Bács-Kiskun	0	6	3	6	1	16
Tolna	0	5	4	2	0	11
Somogy	0	8	6	0	0	14
ÖSSZES (db)	0	19	13	8	1	

1. táblázat: 2022.05.23 és 2023.06.05. között jégbejelentések skálázása és összesítése (forrás: saját szerkesztés, az Országos Jégkármentéklő Rendszer, a NAK honlapján közzétett heti összesítője alapján, 2022)

Dátum	Jégzemek hozzávetőleges nagysága bejelentések alapján					ÖSSZES (db)
	Búza	Borsó	Cseresznye	Dió	Tojás	
2022.05.24	0	4	1	0	0	5
2022.05.25	3	27	19	11	3	63
2022.05.28	0	2	0	0	0	2
ÖSSZES (db)	3	33	20	11	3	

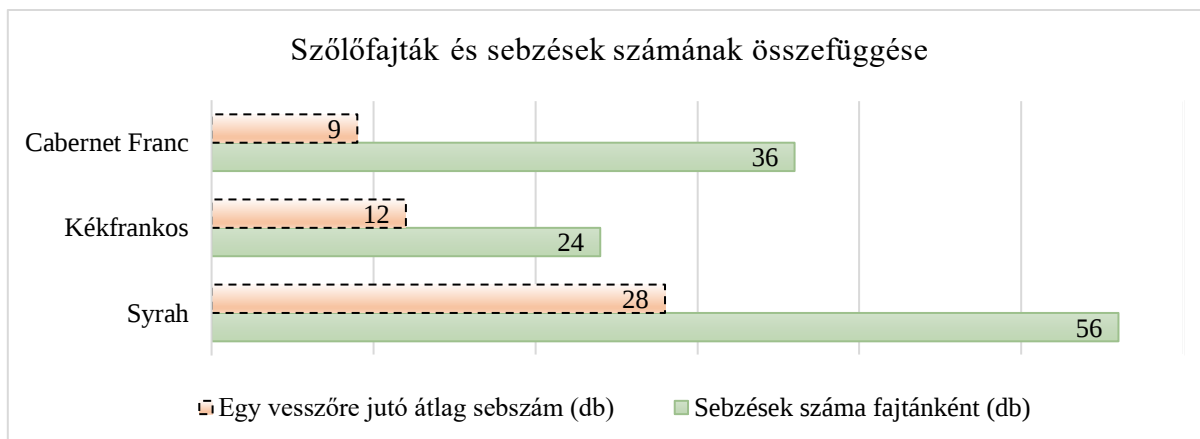
2. táblázat: A jégbejelentések mértékének napi bontása (forrás: saját szerkesztés, az Országos Jégkármentéklő Rendszer, a NAK honlapján közzétett heti összesítője alapján, 2022)

A káreseményt megelőző napon heves esőzések voltak a térségben, 2023. május 24. 05:00 és május 25. 05:00 között egy kisebb megszakítással összesen 47 mm eső esett 24 óra leforgása alatt. Növényvédelmi előrejelzések szerint 2022. május 25-26-án rendkívül magas Botrytis, antraknózis (fenésedés, *Colletotrichum spp.*), feketerothadás (*Guignardia bidwellii*) és lisztharmat (*Erysiphe necator*) fertőzési kockázattal, kellett számolni, ami mellett a peronoszpóra (*Plasmopara viticola*) fertőzési aktivitása is emelkedőben volt. Jelen tanulmányban a Botrytis fertőzését tekintjük mérvadónak, a hajtások kitettsége és a vizsgálat célja miatt. A többi kórokozó a vihar időzítésében, így vizsgálatunkban sem tekinthető relevánsnak. A kárt követően a birtokon azonnali réz-kén készítményekkel zárták a sebzéseket. Permetezés valósult meg a leginkább kitett területeken, ami így a több mint 50 hektáros birtok számottevő részére kiterjedt (Defenso, 2022; NAK, 2022).

3.2.A vesszővizsgálat

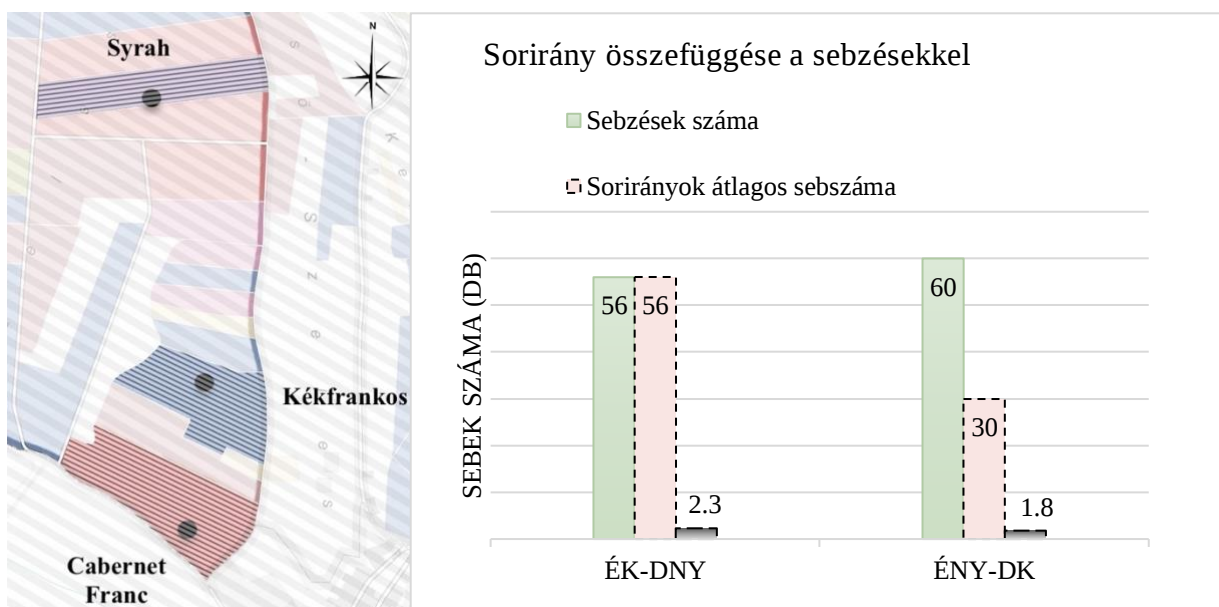
1. Vesszők és cserrészek vizsgálata

Megállapítható, hogy a vesszőkön és cserrészeken jelentős mennyiségű ütéskár keletkezett a jégverés hatására. Mivel a Cabernet Franc vesszőkből dupla akkora mennyiség állt rendelkezésre, mint a másik két fajtából, így mindig átlagot vontam belőlük, és végül azt hasonlítottam össze a Syrah és Kékfrankos adataival. A sebzések számának kiértékelését a 15. ábráról lehet leolvasni. A nyolc darab vizsgált vesszőn összesen 116 sebzést számoltam össze, 56 darabot a kettő Syrah vesszőn, 24 darabot a szintén két Kékfrankos vesszőn, és 36 darabot négy Cabernet Franc vesszőn. Ami azt jelenti, hogy átlagosan 14,5 darab sérülést szenvedtek a jégkár miatt a szőlővesszők. A 15. ábra grafikonjáról jól látható, hogy még annak ellenére is torony magasan a Syrah fajta szenvedte a legtöbb kárt, hogy fele annyi vesszőt vizsgáltunk ebből a fajtából, mint Cabernet Francból. Így nem meglepő, hogy az egy vesszőre jutó sebzések átlag mennyiségében is a Syrah érte el a legmagasabb, átlagosan 28 sebzési mennyiséget. A felmérés szerint bár a Kékfrankosnak van összetettben a legkevesebb sérülése, de arányosítva a Cabernet Franc megelőzi ebben, ugyan nem sokkal, átlagosan kilenc sebzés jutott egy vesszőjére. Így a Kékfrankos vesszőnként 12 sebbel a második, bár ennek a számnak a duplájával se tudta volna beérni a Syrah vesszőit.



15. ábra: Szőlőfajták és sebzési arányok összegzése (forrás: saját, 2023)

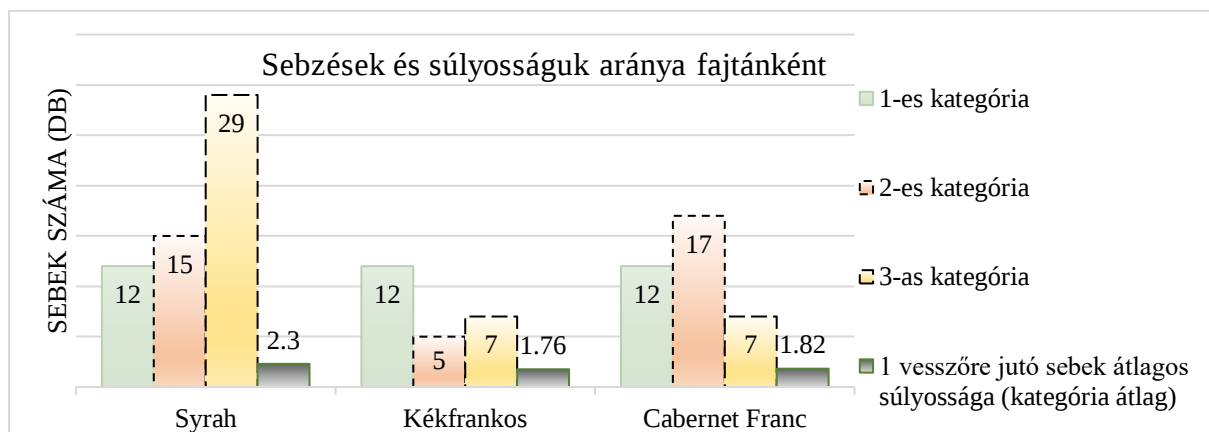
A sebzések eloszlását többek között a sorirányokra tudjuk visszavezetni. Bár a jég esésének irányáról nincsen pontos információnk, de a dűlők sorirányát ismerjük és a 16. ábra szemlélteti.



16. ábra: Érintett parcellák és sorirányok (forrás: saját feldolgozás, Szeleshát Birtok ábrája alapján, 2023)

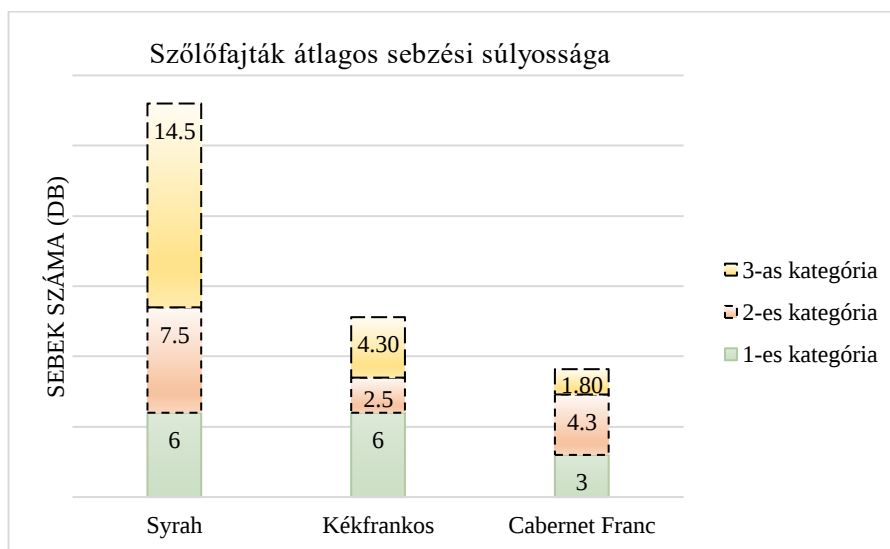
17. ábra: Sorirányok elemzése a sebzések mértékével (forrás: saját, 2023)

A térképrészleten kiemelt parcellák jelölik azokat a helyeket, ahonnan a vesszők származnak. A kiemelt területek sraffozása imitálja a sorok irányát. Az észak jel irányadásának segítségével kijelenthető, hogy a Cabernet Franc és Kékfrankos ültetvények északnyugat-délkeleti, a Syrah ültetvény északkelet-délnyugati irányultságú. Ennek következtében levonható a tanulság az ültetvényszerkezet és a károkozás mértéke közt. A 17. ábrán jól látszik, hogy az északkelet-délnyugati irányultságú Syrah szőlőkben majdnem dupla annyi kárt okozott a jég, mint az ellentétes északnyugat-délkelet irányultságúaknál. A sebzések súlyosságát is mértük, átlagosan 2,3 fokozatú sérülések keletkeztek a Syrah ültetvényben, ami fél kategóriával rosszabb eredmény, mint a másik két nemesfajta esetében.



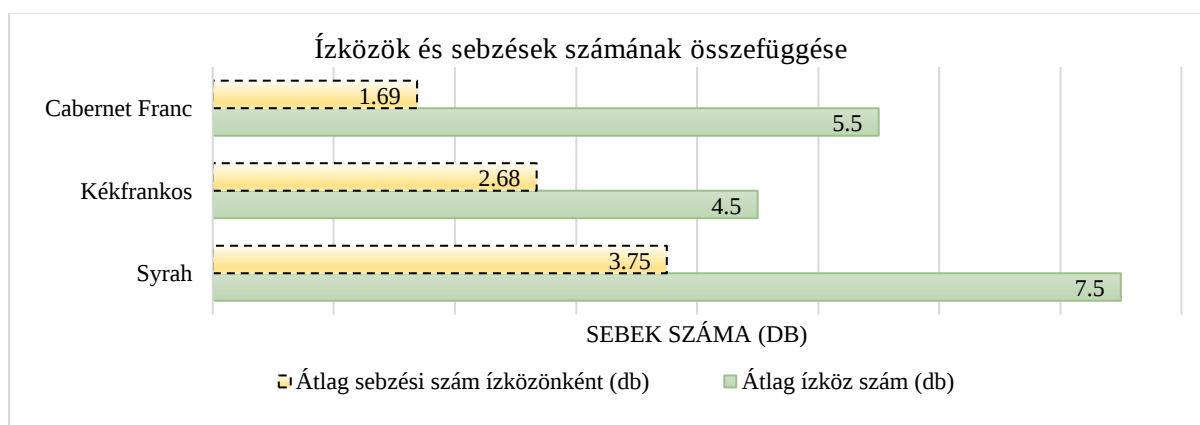
18. ábra: A sebzések száma sebzéskategóriánként (forrás: saját, 2023)

A sebzések és súlyosságuk alapján elmondható, hogy mindhárom szőlőfajta szenvedett mindhárom kategóriában sérüléseket. Az egyes kategóriában tulajdonképpen ugyanolyan számú sebzéseket tapasztaltam mindhárom fajtánál. A 18. ábrán jól látszik, hogy az eggyel súlyosabb, kettes kategóriában már volt egy kis szórás, ebben a szegmensben a Cabernet Franc vesszőknek volt a legtöbb sebesülése. Kicsivel lemaradva követi a Syrah és alig öt érülést könyvelt el a két Kékfrankos vessző. Átlagban 12,33 darab sérülés került a kettes kategóriába. A mély sérüléseket összegyűjtő harmadik kategóriában a Syrah kiemelkedően sok, 29 sérülést gyűjtött be, hiába csak kettő vizsgált vesszőről van szó. A másik két fajta ugyanannyira sérült ebben a kategóriában, viszonylag elenyésző százalékban. Az adatok egyértelműsítik, hogy a Syrah az egy vesszőre jutó sebek súlyossági kategóriájában is vezet, 2,3-as minősítéssel szintén majdnem fél kategóriával kritikusabb sérülések érték. A Kékfrankos és Cabernet Franc, viszont átlagosan majdnem ugyanolyan mértékű sebzéseket kapott. Az egy vesszőre vetített sebesülési kategóriában a Kékfrankos volt szerencsésebb.



19. ábra: A vesszők sebzésének összehasonlítása sebzési kategóriánként, a szőlőfajták függvényében (forrás: saját, 2023)

Miután összeszámoltam a sebeket és bekategorizáltam őket, kategóriánként és fajtánként egyesével átlagot vontam az értékekből, hogy megkapjam, átlagosan melyik fajtának milyen sebkategória átlaga van. A számítások alapján a 19. ábrán látható eredmények, jó közelítéssel szinkronban vannak a 18. ábrán közölt kimutatásokkal. A két ábra közötti lényeges különbség, hogy a 19. ábrán a szőlőfajták összes átlagsebzéséhez is viszonyulnak a kategóriák, tehát a vesszők szőlő fajtánként és kategóriánként összesített sebzéseinek mennyiségéből vontam átlagot, így könnyebben összehasonlíthatóak a fajták. Tehát míg ugyan a 18. ábrán látszik, hogy 12 darab könnyű sérülést szerzett összesen, de külön-külön mindegyik fajta, addig az utóbbi ábrán annak a vesszőszámhoz vett átlaga látszik. Így lehet, hogy felszíni sérülésekből vesszőnként átlagosan hat sebe van a Syrah és Kékfrankosnak, míg csupán három a Cabernet Francnak. A Syrah kirívóan magas súlyos sebzési aránya ezen az ábrán is jól észrevehető. A vesszőkön ízközöket is számoltam. Ez azért fontos adat, mert következtetni lehet belőle, hogy a milyen fejlődési állapotban érte a vesszőket a jég. Az ízköz szám természetes módon eltérő lehet fajtánként, de egyedenként is. A tőke kondícióról és a fajta növekedési erélyéről adhat információt. Az ízközök összevetését a sérülések számával a 10. ábrán lehet szemügyre venni. A legtöbb ízközzel átlagosan a Syrah vesszők rendelkeztek, legkevesebbel a Kékfrankos vesszők. Míg az ízközönkénti sebzések átlag mennyiségét is a Syrah vezeti, addig arányában a Cabernet Franc ízközein keletkezett seb a legkisebb arányban.

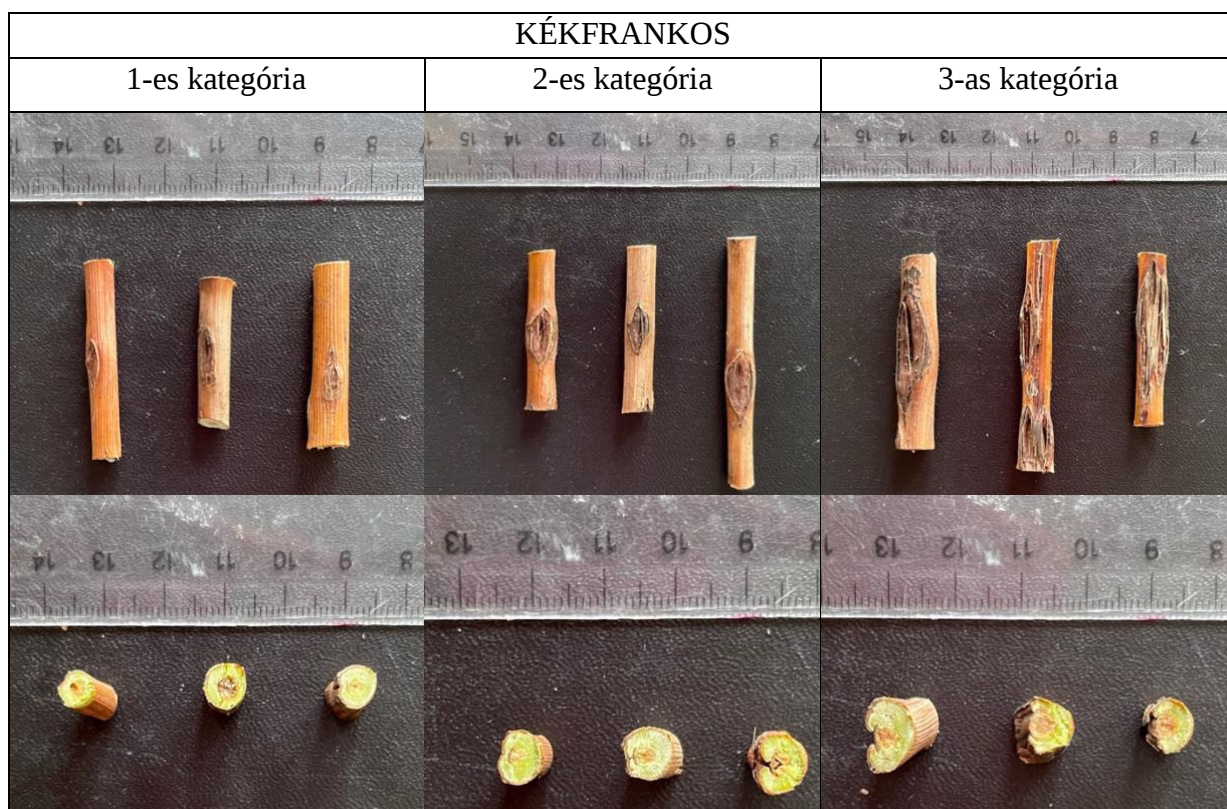


20. ábra: Vesszők ízközeinek száma és az ízközönkénti átlagos sebzések mennyisége (forrás: saját, 2023)

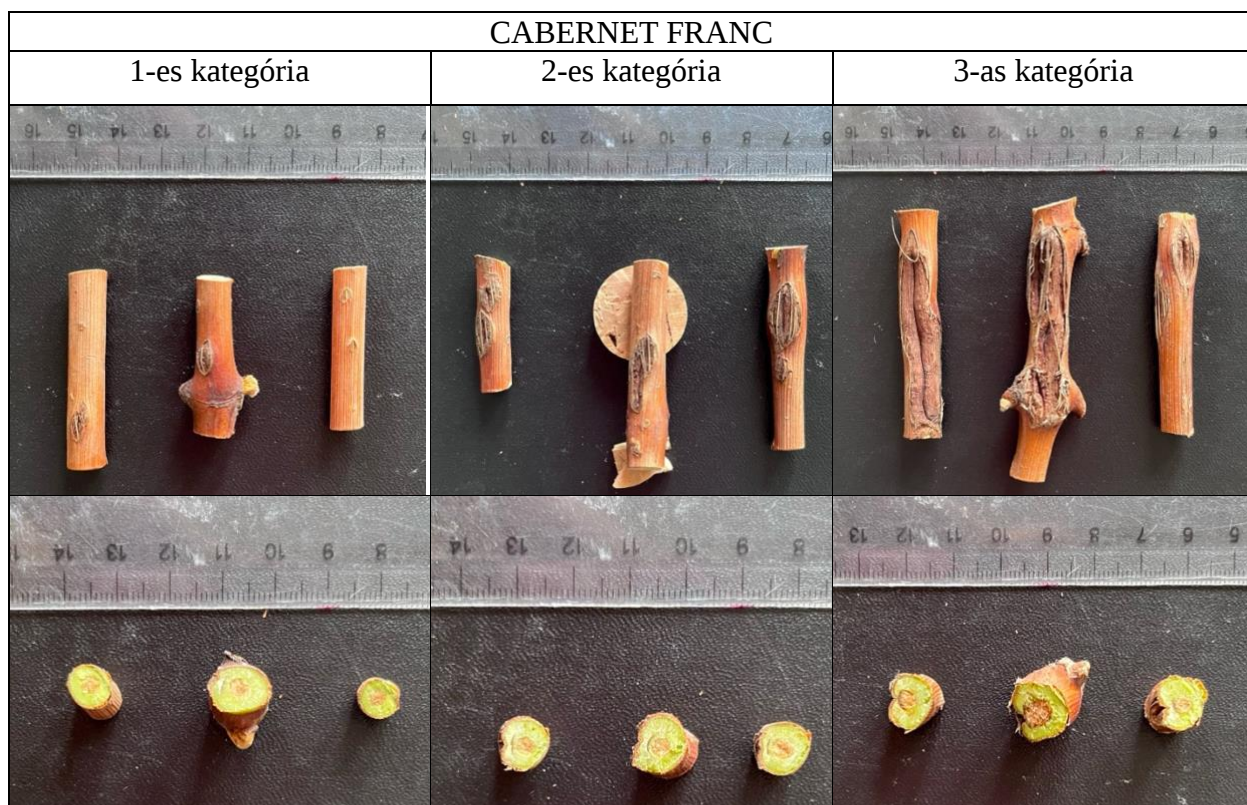
A vesszők és sebeinek leszámolása után megvizsgáltam őket belülről is. A vesszők felboncolására a korábbi megállapítások bizonyossága miatt volt szükség, illetve, hogy megfigyeljük a gyógyulás sikerességét. A szállítószövetek épségének megállapítása szemrevételezéssel utólag, a készített fotódokumentáció alapján történt. Meg kell jegyezni, hogy a szárrészek belső szerveinek azonosítása spekuláció része, mivel a laboratóriumba már fásodott állapotba kerültek be a vesszők, így az 1 éves vessző beérett keresztmetszetének megfelelő nomenklatúrát használtuk.



3. táblázat: Syrah vesszők sebeinek feltárása és kategorizálása (forrás: saját, 2022)



4. táblázat: Kékfrankos vesszők sebeinek feltárása és kategorizálása (forrás: saját, 2022)



5. táblázat: Cabernet Franc vesszők sebeinek feltárása és kategorizálása (forrás: saját, 2022)



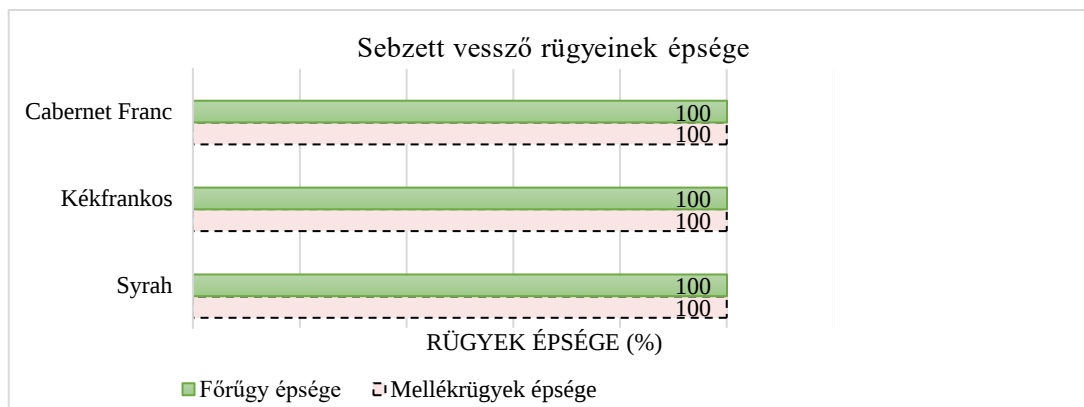
6. táblázat: Szőlőfajták cserrészen előforduló sebeinek feltárása és kategorizálása (forrás: saját, 2022)

A 3-6. táblázat a boncolási vizsgálat fotódokumentációja. A képeken jól látszik, hogy mennyire mélyre hatolt a jég. Fontos tisztában lenni azzal, hogy nem mindegyik növény tudja ugyanolyan módon reprodukálni a kategóriáktól elvárt képleteket, továbbá valamennyi hiba faktor a metszés helyéből is fakadhat, bármennyire igyekeztem a sebzés legnagyobb keresztmetszetében vágni. Amennyiben szükséges volt és a metszet eltérő következtetésre vezetett, abban az esetben a sebzési kategóriát módosítottam az adott vesszőnél. A *Vesszővizsgálat* alfejezetben közölt grafikonok már a módosított eredményeket tartalmazzák.

Eredeti feltételezéseinket támasztották alá, hogy az egyes kategóriában a sérülések nem érintik a lényegesebb szöveteket, a kambium és háncs rétegig sem hatolnak le. A kettős kategóriában valóban sérülhet a háncs, de az élő kéreg lezárója, a para nem sérült. A háncs szállítónyalábokkal van tele, mely részt vesz a víz, ásványi anyagok szállításában, továbbá hozzájárul az evapotranspirációhoz és a fotoszintézishez is. Több képen is látszik, hogy benyúlások vannak a belső barna élő részig, amelyek aztán új szövettel bezárultak. A világosabb eltérő szerkezetű és színű szövet a kallusz. Kívül nehezen különböztethető meg a sebzés többi rétegétől. A legmélyebbre behatoló jégdarabok által az élő fában okozott megnyílások nagyon szépen látszódnak a hármaskategória képein. Főleg a Kékfrankos és Syrah vesszői mutatják a legszembetűnőbb hézagokat. A lyukak sajnos annak a lenyomatai, hogy a növény nem kalluszosodott, vagy nem volt elég gyors. Bár a legbelső bél részt a boncolás alapján a legtöbb esetben nem érte el az ütés, a kambium több helyen károsodott, ami befolyásolhatta a vessző nedvesség és tápanyagáramlásait.

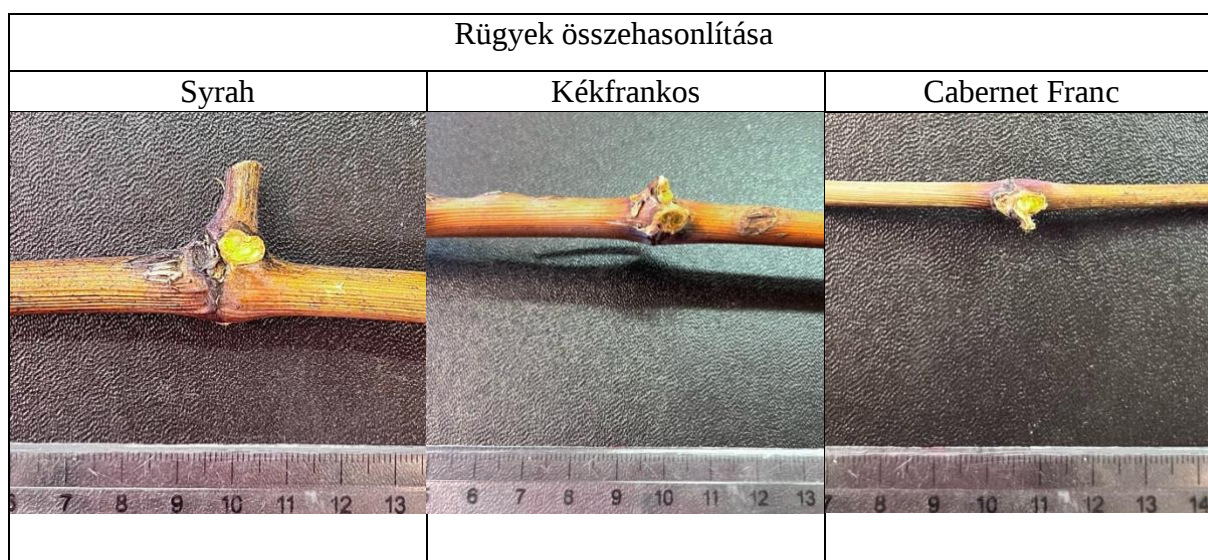
2. Rügyek vizsgálata

A termőképeség becsléséhez, ellenőrzéséhez a rügyek külsőleges szemrevételezése nem elegendő. Mivel sokszor rügygyapottal vagy rügypikkellyel rejtve vannak a szemek, így hasonlóképpen a vesszők sebeihez, a rügyeket is tengelyükre merőlegesen felboncoltam. A vizsgálat célja az volt, hogy abban a mélységben szeljük el a rügyeket horizontálisan, hogy leszámolható legyen a főrügyek és mellékrügyek száma, továbbá megállapítható legyen, hogy élő zöld szövegről vagy elhalt, megbarnult szövegről van szó. A 21. ábra mutatja a boncolási vizsgálat eredményét. Az összes rügy ép volt a vesszőkön, néhol elbizonytalanodásra adtak okot a kisebb bézs-barna színű foltok. Ezek a barnulások szerencsére csak abból fakadtak, hogy már egy ideje szárazon voltak a vesszők, elválasztva a tőkétől, így időközben a nedvesség szépen lassan elpárolgott. Ez a kezdetleges elszíneződés érintette a rügyeket takaró rügypikkelyeket és rügygyapotot, amik miatt néhol nehézkes volt a megfigyelés. A kékfrankos rügyéről készült kép erre jó példa, megtekinthető a 7. táblázatban.



21. ábra: Jégkárosított vesszők rügyeinek egészsége szőlő fajtánként (forrás: saját, 2023)

A rügyek nem azonos magasságúak, és a vessző síkjához is igazodnak, így volt amelyik rügyet nem sikerült teljesen átvágni. Mivel a kamera sok esetben tárol olyan optikai információt, amit a szem nem vesz észre, így az Apple saját képmódosító szoftverét használtam arra, hogy a takart rügyekről meg lehessen állapítani, hogy ép szövetek-e. A végeredmény azt mutatja, hogy 100%-os épségről beszélhetünk főrügyek és mellékrügyek tekintetében is. A mellékrügyek között nem rangsoroltam, az egyes és kettes mellékrügyek statisztikáit összegeztem és együtt kezeltem. A rügyeket szinte egyáltalán nem érintette a jég, valószínűleg a vesszőkön keletkezett sebzések sem voltak kellően számottevők, hogy befolyásolják a rügy fejlődését. A rügyvizsgálatot alátámasztó fotódokumentáció a 7. táblázatban látható.



7. táblázat: Példa rügyek, a rügyvizsgálatról fajtánként (forrás: saját, 2022)

3.3. Rügyhajtás

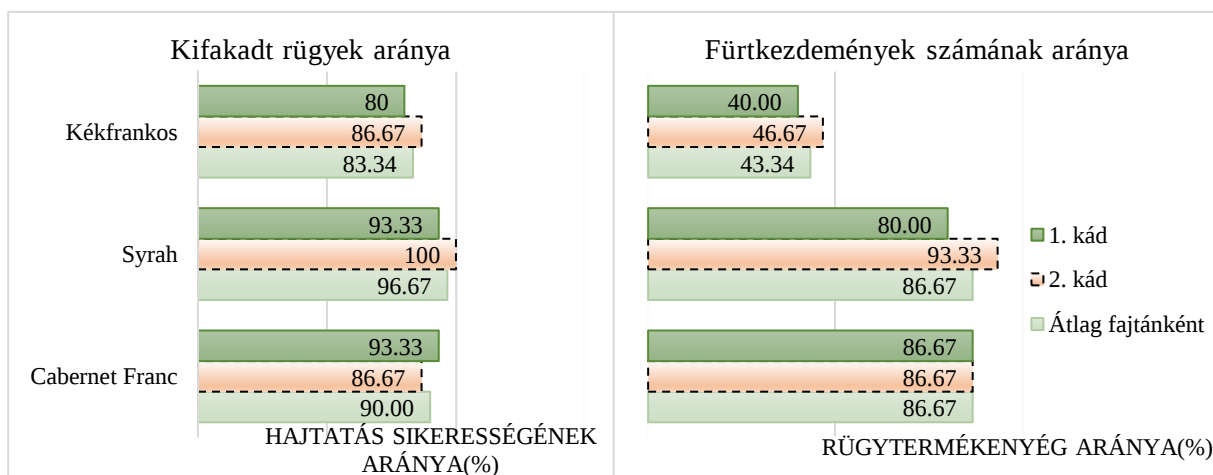
A rügyhajtás sikerességét az 22. és 23. ábra szemlélteti. Ahogy a képekről is látszik, több mint 1 hónapos hajtás során a legtöbb rövid csapnak nem okozott gondot kihajtani, több rügyet hozni, sőt fűrt kezdeményt hozni sem. A sebzett vesszőkkel azonos parcellákból begyűjtött Syrah, Kékfrankos és Cabernet Franc alapanyag rügyhajtás szempontok alapján kiértékelt statisztikáját a 24-25. ábra tartalmazza. Az iker hajtásoktól és a még rügy állapotban lévő hajtásoktól eltekintettem, a fakadás arányát és a fűrtkezdemények számát vizsgáltam.



22. ábra: Rügyhajtás eredménye, 1. kád (forrás: saját, 2023)

23. ábra: Rügyhajtás eredmény, 2. kád (forrás: saját, 2023)

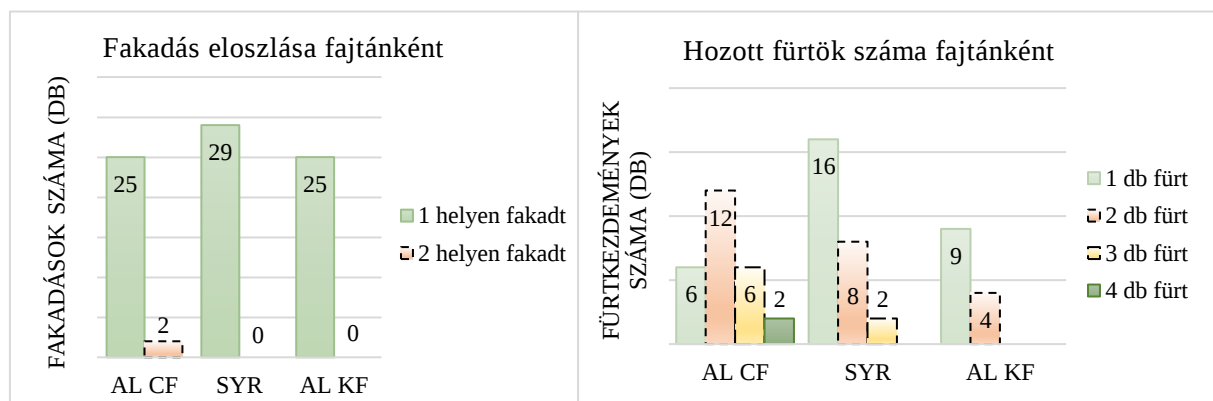
Az én mintáim az „AL CF” (Cabernet Franc), SYR (Syrah), AL KF (Kékfrankos). Ezek a minták származnak az eddig vizsgált parcellákból. A két kádban így kétszer három sor minta volt, egy kádban egy sorban pedig 15 rövidcsap. Leszámoltam rajtuk, hogy történt-e fakadás, és ha igen akkor leggyakrabban hány helyen hajtott ki. A csaponként vett kihajtások sikeres arányát (egyelőre csak a kihajtás sikeressége számított) és a fajtákra vonatkoztatott átlagát a 24. ábráról tudjuk meg. A hajtásokon már megjelent, szabad szemmel felismerhető fázisban lévő fűrtkezdeményekkel is ugyanígy jártam el, ezt a 25. ábra mutatja.



24. ábra: Sikeres hajtás aránya kádanként és fajtánként (forrás: saját, 2023)

25. ábra: Fűrtkezdemények aránya kádanként és fajtánként (forrás: saját, 2023)

A kádaknak különösebben nincs jelentőségük, az egyszerűbb kezelhetőség kedvéért tettük kettőbe. Az eredmények jók, a kis 1-2 rügyes csapok minden fajtánál több mint 80%-os sikerrel fakadtak. A rügytermékenység meghatározása aszerint történt, hogy szemmel láthatóan mennyi rügy volt életképes, és hány fürtös hajtást hozott a növény. Kiszámításához a relatív (RTE) termékenységi együtthatót használtam, amelyből kiderül a fürt-rügy aránya és hogy a meghajtatott rügyekből átlagosan hány termő hajtás várható. Ez sok esetben utal a fitotechnikai műveletek minőségére is. A kapott értékek azt mutatják, hogy a Syrah és a Cabernet Franc termékenyek, előbbi 1,3-as utóbbi 1,9 értéket ért el, ami nagyon jónak mondható. A Kékfrankos viszont 0,7-es értékével elmarad. Ugyanígy a Kékfrankos a leggyengébb a kihajtási arányban is, mind a sikeres kifakadásokra, mind pedig a fürtkezdeményekre vonatkozóan. A Syrah és a Cabernet Franc bizonyul a legmegbízhatóbbnak, mindkettő vizsgált szempontból. Azt is megvizsgáltam, hogy ahol sikeres volt a hajtás, mennyi hajtásszámot hozott a kis növény. Egyedül a Cabernet Franc fakadt ki több helyen is, ami életképes volt, viszont a Syrah fakadt ki a legtöbb csap esetében. A Kékfrankos és Cabernet Franc ilyen szempontból ugyanolyan arányban fakadtak. A fürtkezdeményeknél ugyan egy fürtös kis hajtások tekintetében szintén a Syrah a legsikeresebb, viszont az ebben a kategóriában kevésbé aktivizálódó Cabernet Franc a két hajtásos esetekben tör ki jobban. Kétharmaddal több esetben hozott dupla rügyet, mint a nem jól szereplő Kékfrankos, ami csak négy esetben hozott dupla fürtöt. Három fürt kezdeményt kizárólag a Cabernet Franc és a Syrah produkált. Extra négy fürtös hajtást pedig csak a Cabernet Franc tudott hozni. A fakadások és termőképesség arányait a 25. és 26. ábra közli.



26. ábra: Fakadási képességek jégkár után, 1-2 rügyes csapok esetén (forrás: saját, 2023)
 27. ábra: Terméshozó képességek jégkár után, 1-2 rügyes csapok esetén (forrás: saját, 2023)

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Bár a száraz jégeső által a felszíni növényi részeken végzett károk elrettentőek voltak, az elvégzett vizsgálatok azt állapították meg, hogy a szőlő túlélési-, regenerálódási-, kihajtási- és rügytermőképessége nem sokban fog eltérni a normál állapotoktól. A vesszővizsgálat során a sebek erősségével kapcsolatban megállapításra került, hogy az egyes kategóriájú gyenge sebek esetében teljesen ép szállító szövet állományt találtam. Kettes kategóriájú, közepesen mély sebeknél már keletkezik károsodás a szállító szövetekben. A vesszők másodlagos vastagodása által lefűzött új szállító szövetek általában teljesen zártak. Hármaskategóriájú, legsúlyosabb sebek esetében a szállítószövetek legalább 20-30%-a sajnos már nem tudott regenerálódni.

A kapott eredmények azt mutatják, hogy a sebzések átlagos erőssége egy 1-től 3-ig terjedő skálán közelítést alkalmazva 2-esnek bizonyult. A legtöbb és legerősebb kártétel a Syrah fajta szenvedte el, valószínűleg a parcella sorirányának köszönhetően. A vizsgált vesszők közül a Cabernet Franc és Kékfrankos vesszőkön hasonló jelenség tapasztalható. A Cabernet Franc kicsivel erősebb sebzést szenvedett el, viszont a Kékfrankos kicsivel több esetben érte kár. Ízközlőként átlagosan 2,45 sebet jegyeztünk le. Érdekes, hogy a fajták között jelentős különbség adódott. A vesszők külsőleges, szemrevételezéssel történt vizsgálatából kiderült, hogy a Kékfrankos zárta legrosszabbul a sebzéseket, egy-egy sebzés esetén a szállítószövetek 50%-a maradt meg. A Cabernet Franc viszont a legkedvezőbben reagált, a szállítószövet regenerációja közel 90%-os. A vesszőkön található világos rügyek átmetszése során minden rügyet, és a rügyeken belül a főrügyet és a két mellékrügyet is épnek találtam. Rügytermékenység szempontjából a Kékfrankos maradt el jóval a másik két fajtától.

A sebzések megléte esetünkben várhatóan nem befolyásolják a kihajtást, sem az idei, sem a következő évi termésmennyiséget. Az ernyőművelés miatt fitotechnikai beavatkozások előtt javasolt a szálvessző töréspróba elvégzése, annak érdekében, hogy kiderüljön időben, hogy lehajtható-e (például a kékfrankos vesszője fajtából adódóan könnyebben törik). Ahol nem lehet szálvesszőt lekötöni, átmeneti megoldásként a tavaly lekötött szálvessző tőkén hagyása lehet a megoldás, és azon rövidcsapokkal lehet a terhelést beállítani, a megfelelő termésmennyiség eléréséhez. Mivel a szálvessző évről évre eltávolításra kerül így hosszú távon nem okoz problémát. Minden további esetben, ha az ívnél nincs sebzés, vagy nem számottevő a sebzés, akkor a normális módon járunk el. Töréspróbára sajnos esetünkben nem volt lehetőség, fizikai korlátai voltak. A próbát a téli metszési idő előtt célszerű végrehajtani, közvetlenül lombhullás után a legkedvezőbb, hiszen a vesszők ekkor tartalmazzák a lehető legtöbb

nedvességet. Ahol a vessző lehajtható, gyors metszéssel, őszi időszakban javasolt lekötésük még megfelelő víztartalmú állapotban. A lombhullást meg kell várni a művelet kulcsa, hogy a vessző beérés a lehető leghatékonyabb legyen, és ezt megfelelő lombfelülettel tudja elérni a vessző. Szüret után, ilyen esetben lombhullás késleltetésére alkalmas kezelések javasoltak, a megfelelő mennyiségű tartalék szénhidrát felhalmozódása érdekében.

Metszést érintő munkákban nincs szükség módosításra. A sebek keresztmetszetének megvizsgálása kritikus pont, ha a kar/törzs kialakítását szolgálná, akkor a sebzett vessző alkalmatlan rá törzsbetegségekre való hajlam miatt, illetve a fontos tápanyag ellátási rendszerek kiterjedését rontja.

Az időközben Szeleshát Birtoktól érkezett információ szerint a 2022-es és 2023-as évjáratok is az előrejelzéseknek megfelelően zajlottak le. 2022-es évjárat termésében nem tapasztaltak hiányt, sem mennyiségben, sem minőségben. Az ültetvény regenerációja szépen haladt, így a 2023-as évben a szüret során minden vizsgált fajta esetén magasabb termésmennyiséget regisztráltak, mint 2022-ben.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Alapszakos szakdolgozatomat a rövid személyesnek mondható bevezető után a szekszárdi káreset vonatkozásában szükséges jelenségek és teóriák szakirodalmi tanulmányozásával folytattam. Igyekeztem körbejárni a témát mindenféle szempontból. A téma alapjául a jégeső fogalma szolgált. Magyarországi és külföldi források segítségével sikerült feltérképezni a kialakulásához szükséges viszonyokat, magát a jelenség okát, az általa okozott károkat és a rendelkezésre álló védekezési lehetőségeket.

Ezen belül foglalkoztam a szőlő növényhez kapcsolódó káreseményekkel. Egyrészt részletesen feltártam a szőlő különböző növényi részeire okozott hatásait, például a lombkoronára, a vesszőkre és a termésben okozott károkra, kitértem következményeire és kezelési lehetőségeire. A káresemények tekintetében fontosnak tartottam megemlíteni a felkészülésben és védekezésben elérhető technológiai újdonságokat, illetve az országos szinten működő jégelhárító rendszert. Foglalkoztam a jégeső klímaváltozással összefüggő előrejelzéseivel, számos kutatásból arra a következtetésre jutottam, hogy a jövő kutatásai jégeső szempontjából nagyon bizonytalanok, de valószínűsíthető, hogy Magyarország területén is várható intenzitás béli növekedés.

Az anyag és módszertanban beszámoltam a kutatásom alapjául szolgáló kiindulási feltételekről, helyszínről, a felhasznált anyagokról és eszközökről, aminek a segítségével el tudtam végezni a kísérleteket. A jégeső károk tanulmányozása meglehetősen nehéz, a humán faktorok és megfigyelési hibák, valamint a jégeső ritkasága miatt. Ennek tekintetében jó megközelítésnek tartom, hogy szőlő biológiai oldaláról közelítünk a témához az ültetvényben kárt szenvedett vessző és annak rügyeinek vizsgálásával. Az egy éve kezdődött kutatásban vizsgáltam a vesszők regenerációs képességét, a jég által okozott sebek fajtáit, kialakulásának okait, a rügyek egészségi állapotát és termőképességét. Statisztikai következtetéseket vontam le a sebzések gyakoriságról, annak számáról, az ízközőkkel, soriránnyal való összefüggéseiről fajtánkként, majd összegeztem az eredményeket táblázatban, a dolgozatomban pedig könnyebben értelmezhető grafikont készítettem belőlük. Fontos része volt a kutatásnak, hogy a kihajtás sikeres legyen, azaz a sérült szőlő fakadni tudjon, és ennek köszönhetően levonhassuk a megfelelő következtetéseket a termés mennyiségének és minőségének szinten tartása érdekében.

Az eredmények rövid összefoglalója és az erre épülő útmutatás a *Következtetések, javaslatok* fejezetben olvasható.

6. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozom Dr. Lukácsy György Tanár Úr témavezetőnek, a sok tanácsért, segítségért, információért és a lehetőségért, hogy részt vehettem a kutatásban. Nélküle ez a szakdolgozat nem jöhetett volna létre.

Szeretném megköszönni a MATE Szőlészeti és Borászati Intézet, Szőlészeti Tanszékének, hogy vizsgálataimat a tanszéki laboratóriumban elvégezhettem. Szeretném megköszönni a tanszék minden további oktatójának is, hogy segítségnyújtásra rendelkezésemre álltak.

Továbbá szeretném megköszönni a Szeleshát Birtok képviselőjében Rosta Krisztinának és Fusz Kristófnak, akik lehetővé tették a szakdolgozat létrejöttét, és információval szolgáltak.

7. IRODALOMJEGYZÉK

1. Ackermann, P., Botos E. P., Glos, L., Hluchý, M., Hrnčár, M., Kakalíková, Ľ., Korpáš, O., Kotvas, F., Kozma P., Křivánek, V., Litschmann, T., Nagy I., Malík, F., Michlovský, M., Novotný, M., Reisinger P., Repka, V., Szabó T., Szőke L., Šurina, B., Valachovič, A., Vaneková, Z., Záruba, P. (1996): A szőlő növényvédelme. In: Jégverés okozta kár. Budapest: Mezőgazda Kiadó, p. 66.
2. Advice for growers dealing with hail damage (2021): The Australian Wine Research Institute. Letöltés dátuma: 2023. 07. 30. forrás: https://www.awri.com.au/information_services/ebulletin/2021/10/29/advice-for-growers-dealing-with-hail-damage/
3. Amann, H., Bräutigam, J., Denim, A., Fardossi, A., Fidesser, W., Freudhofmaier, L., Gattinger, L., Gollhofer, J., Gosch, F., Kaserer, H., Oppenauer, A., Pleil, J., Resch, E., Schüller, J., Sieberth, J., Wunderer, W. (1966): Szőlősgazdák könyve - Integrált szőlőtermesztés. In: Ápolási munkák. Budapest: Mezőgazda Kiadó, pp. 97–98. p. 105.
4. Association Nationale d'Etude et de Lutte contre les Fléaux Atmosphériques (ANELFA) honlapja. Letöltés dátuma: 2023. 10. 29. forrás: <https://www.anelfa.asso.fr/>
5. Bondor Gy., Csirmaz K. (N. a.): Alapvető tudnivalók a jégesőről. Viharvadászok Egyesületének honlapja. Letöltés dátuma: 2023. 10. 19. forrás: <http://regi.szupercella.hu/node/266>
6. Botzen, W. J. W. – Bouwer L. M. – van den Bergh, J. C. J. M. (2009): Climate change and hailstorm damage: Empirical evidence and implications for agriculture and insurance, Resource and Energy Economics Volume 32, Issue 3: 341–362 (2010), 22 p. DOI: 10.1016/j.reseneeco.2009.10.004, forrás: <https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2009.10.004>
7. Changon, S. A., Changon, D., Hilberg, S. D. (2009): Hailstorms Across the Nation. In: Formation of Hail and Hailstorms. Champaign, Illinois: Illinois State Water Survey, pp. 5–6. Letöltés dátuma: 2023. 09. 03. forrás: <https://www.isws.illinois.edu/pubdoc/cr/iswscr2009-12.pdf>
8. Dealing with hail, a viticultural hazard that's becoming more common (2021): Wineanorak Global Wine Journal. Letöltés dátuma: 2023. 09. 20. forrás: <https://wineanorak.com/2021/01/31/dealing-with-hail-a-viticultural-hazard-thats-becoming-more-common/>

9. Defenso (BASF Hungary) honlapja. Letöltés dátuma: 2023. 05. 25. forrás: <https://defenso.hu/szolo/allomas-adatok/00203665>
10. Dél-magyarországi Jégelhárítási Egyesülés (NEFELA) honlapja. Letöltés dátuma: 2023. 09. 19. forrás: <https://www.nefela.hu/index.php?fid=2>
11. Dél-magyarországi Jégesőelhárítási Egyesülés (NEFELA). Letöltés dátuma: 2023. 10. 18. forrás: <https://www.nefela.hu/index.php>
12. Eccel, E. – Cau, P. – Riemann-Campe, K. – Biasioli, F. (2011): Quantitative hail monitoring in an alpine area: 35-year climatology and links with atmospheric variables, International Journal Of Climatology, International Journal Climatolo Volume 32, Issue 4: 503–517 (2012), 15 p. DOI: 10.1002/joc.2291, forrás: <https://doi.org/10.1002/joc.2291>
13. Fahey, D., Englefield, A. (2019): Grapevine management guide. In: Hail and severe storms. State of New South Wales: NSW Government, Department of Primary Industries, pp. 36–38. Letöltés dátuma: 2023. 09. 10. forrás: <https://www.dpi.nsw.gov.au/agriculture/horticulture/grapes/grapevine-management-guides-current-and-past-editions/grapevine-management-guide-2019-20>
14. Fernandes, G. W. – Oki, Y. – Mendes de Sá, C. E. – Sales, N. M. – Quintino, A. V. – Freitas, C. – Taires, T.B. (2012): Hailstorm impact across plant taxa: Leaf fall in a mountain environment, Neotropical Biology and Conservation Volume 7, Issue:1: 8–15, 8 p. DOI: 10.4013/nbc.2012.71.02; forrás: <https://doi.org/10.4013/nbc.2012.71.02>
15. Hail in vineyards – damage, protection methods and management (2019): eVineyard Blog. Letöltés dátuma: 2023. 10. 10. forrás: <https://www.evineyardapp.com/blog/2019/07/23/hail-in-vineyards-damage-protection-methods-and-management/>
16. Hajdu E. és Borbásné Saskői É. (2009): Abiotikus stresszhatások a szőlő életterében. In: A csapadék. Budapest: Agroinform Kiadó, pp. 89–92.
17. Henson, B. (2022): Hailstorms and climate change: What to expect Yale Climate Connections. Yale Climate Connections honlapja. Letöltés dátuma: 2023. 10. 29. forrás: <https://yaleclimateconnections.org/2022/03/hailstorms-and-climate-change-what-to-expect/>
18. Hofmann, U., Köpfer, P., Werner, A. (2008): Ökológiai szőlőtermesztés. In: Ökológiai növényápolás. Budapest: Mezőgazda Kiadó, pp. 193–195.
19. How To Prevent Hail Damage In Your Vineyards (2022): Eyouagro – Protecting crops. Letöltés dátuma: 2023. 10. 10. forrás: <https://eyouagro.com/blog/prevent-hail-damage-in-vineyards/>

20. Kozma P. (2000): A szőlő és termesztése I. In: A szőlő táplálkozása. Második kiadás. Budapest: Akadémiai Kiadó, pp. 131–142.
21. Kozma P. (2001): A szőlő és termesztése II. In: Kozma P.: A rügyterhelés hatása. Második, átdolgozott kiadás. Budapest: Akadémiai Kiadó, p. 199–202.
22. Kozma P. (2001): A szőlő és termesztése II. In: Kozma P.: Az időjárás kártételei. Második, átdolgozott kiadás. Budapest: Akadémiai Kiadó, p. 257.
23. Lőrincz A., Sz. Nagy L., Zanathy G. (2015): Szőlőtermesztés. In: Zanathy G.: Belső alaktan. Negyedik átdolgozott kiadás. Budapest: Mediaworks Hungary Zrt., pp. 84–86.
24. Lőrincz A., Sz. Nagy L., Zanathy G. (2015): Szőlőtermesztés. In: Lőrincz A.: A szőlő évi biológiai ciklusa. Negyedik átdolgozott kiadás. Budapest: Mediaworks Hungary Zrt., pp. 92–123.
25. Lőrincz A., Sz. Nagy L., Zanathy G. (2015): Szőlőtermesztés. In: Sz. Nagy L.: Klimatikus tényezők. Budapest: Mediaworks Hungary Zrt., pp. 242–245.
26. Lőrincz A., Sz. Nagy L., Zanathy G. (2015): Szőlőtermesztés. In: Zanathy G., Bényei F.: A metszés biológiai alapjai. Negyedik átdolgozott kiadás. Budapest: Mediaworks Hungary Zrt., pp. 356–360.
27. Lőrincz A., Sz. Nagy L., Zanathy G. (2015): Szőlőtermesztés. In: Zanathy G., Bényei F.: A metszés technikájának néhány alapszabálya. Negyedik átdolgozott kiadás. Budapest: Mediaworks Hungary Zrt., p. 377.
28. Lőrincz A., Sz. Nagy L., Zanathy G. (2015): Szőlőtermesztés. In: Zanathy G.: Általánosan végzendő zöldmunkák. Negyedik átdolgozott kiadás. Budapest: Mediaworks Hungary Zrt., p. 410.
29. Managing grapevines after hail damage (2021): The Australian Wine Research Institute, Fact Sheet Viticulture. 5 p. Letöltés dátuma: 2023. 07. 30. forrás: <https://www.awri.com.au/wp-content/uploads/2014/12/fact-sheet-hail-damage.pdf>
30. Mosedale, J. R. – Wilson, R. J. – Maclean, I. M. D. (2015): Climate Change and Crop Exposure to Adverse Weather: Changes to Frost Risk and Grapevine Flowering Conditions, PLoS ONE 10(10): e0141218, 16 p. DOI: 10.1371/journal.pone.0141218, forrás: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141218>
31. National Severe Storm Laboratory (NOAA) honlapja: Letöltés dátuma: 2023. 10. 19. forrás: <https://nssl.noaa.gov/education/svrwx101/hail/>
32. Országos Jégkarmérséklő Rendszer, Nemzeti Agrárgazdasági Kamara honlapja. Letöltés dátuma: 2023. 10. 29. forrás: <https://www.nak.hu/szolgaltatasok/jeger>

33. Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) honlapja. Letöltés dátuma: 2023. 10. 31.
forrás: <https://www.met.hu/>
34. Petoumenou, D. G. – Biniari, K. – Xyrafis, E. – Mavronasios, D. – Daskalakis, I. – Palliotti, A. (2019): Effects of Natural Hail on the Growth, Physiological Characteristics, Yield, and Quality of *Vitis vinifera* L. cv. Thompson Seedless under Mediterranean Growing Conditions, *Agronomy* 2019, 9, 197, 15 p. DOI: 10.3390/agronomy9040197;
forrás: <https://doi.org/10.3390/agronomy9040197>
35. Phytosanitary Protection Against Summer Hailstorms (2021): Terraviva. Letöltés dátuma: 2023. 10. 18. forrás: <https://www.terraviva.co/phytosanitary-protection-against-summer-hailstorms-vineyard/>
36. Pierre, H. (2017): Managing Vines After Hail Damage. Texas A&M University honlapja. Letöltés dátuma: 2023. 09. 02. forrás: <https://aggie-horticulture.tamu.edu/vitwine/2018/05/20/managing-vines-after-hail-damage/>
37. Poni, S. - Bernizzoni, F. – Civardi, S. - Libelli, N. (2009): Effects of pre-bloom leaf removal on growth of berry tissues and must composition in two red *Vitis vinifera* L. cultivars, *Australian Journal of Grape and Wine Research* 15, 185–193, 2009, 9 p. DOI:10.1111/j.1755-0238.2008.00044.x; forrás: <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2008.00044.x>
38. Prohászka F. (1977): Szőlő és bor. In: Jégverés. Tizenegyedik, átdolgozott kiadás. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, p. 152.
39. Raupach, T. H. – Martius, O. – Allen, J. T. – Kunz, M. – Lasher-Trapp, S. – Mohr, S. – Rasmussen, K. L. – Trapp, R. J. – Zhang, O. (2021): *Nature Reviews Earth & Environment*, Volume 2: 213–226, 14 p. DOI: 10.1038/s43017-020-00133-9; forrás: <https://doi.org/10.1038/s43017-020-00133-9>
40. Recovery from hail damage - Grapevines (2012): Horticulture Industry Networks. Letöltés dátuma: 2023. 09. 10. forrás: <https://www.hin.com.au/current-initiatives/Horticulture-recovery-from-extreme-events/recovery-from-hail-damage-grapevines>
41. Ribeiro Tosato, D. – Van Volkenburg, H. – Vasseur L. (2023): An Overview of the Impacts of Climate Change on Vineyard Ecosystems in Niagara, Canada, *Agriculture* 2023, 13, 1809, 13 p. DOI: doi.org/10.3390/agriculture13091809, forrás: <https://doi.org/10.3390/agriculture13091809>
42. Rochard, J. – Monamy, C. – Pauthier, B. – Rocque, A. (2019): Stratégie et équipements de prévention vis-à-vis du gel de printemps et de la grêle. Perspectives en lien avec les

- changements climatiques, projet ADVICLIM, BIO Web of Conferences 12, 01012, 11 p.
DOI: 10.1051/bioconf/20191201012; forrás:
<https://doi.org/10.1051/bioconf/20191201012>
43. Selerys honlapja. Letöltés dátuma: 2023.10.29. forrás: <https://selerys.fr/>
44. Stafne, E. (2019): Hail Damage on Grapes. Mississippi State University honlapja.
Letöltés dátuma: 2023. 07. 07. forrás: <https://grapes.extension.org/hail-damage-on-grapes/>
45. Stephanie P. (2023): Is Climate Change Causing More Record-Breaking Hail? Scientific American honlapja. Letöltés dátuma: 2023. 10.29. forrás:
<https://www.scientificamerican.com/article/is-climate-change-causing-more-record-breaking-hail/>
46. Szekszárdi borvidék honlapja. Letöltés dátuma: 2023.10.31. forrás:
<https://szekszardibor.com/termeszeti-adottsagok/>
47. Szűcs J. (1965): A szőlő növényvédelme. In: Jégverés. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, pp. 14–15.
48. Vasconcelos, M. C. – Castagnoli, S. (2000): Leaf Canopy Structure and Vine Performance, American Journal of Enology and Viticulture, 51(4):390–396, 7 p.
DOI: 10.5344/ajev.2000.51.4.390, forrás:
https://www.researchgate.net/publication/268390822_Leaf_Canopy_Structure_and_Vine_Performance

8. TÁBLÁZATJEGYZÉK

1. táblázat: 2022.05.23 és 2023.06.05. között jégbejelentések skálázása és összesítése (forrás: saját szerkesztés, az Országos Jégkarmérséklő Rendszer, a NAK honlapján közzétett heti összesítője alapján, 2022)	24
2. táblázat: A jégbejelentések mértékének napi bontása (forrás: saját szerkesztés, az Országos Jégkarmérséklő Rendszer, a NAK honlapján közzétett heti összesítője alapján, 2022)	24
3. táblázat: Syrah vesszők sebeinek feltárása és kategorizálása (forrás: saját, 2022)	29
4. táblázat: Kékfrankos vesszők sebeinek feltárása és kategorizálása (forrás: saját, 2022)	29
5. táblázat: Cabernet Franc vesszők sebeinek feltárása és kategorizálása (forrás: saját, 2022)	30
6. táblázat: Szőlőfajták cserrészen előforduló sebeinek feltárása és kategorizálása (forrás: saját, 2022)	30
7. táblázat: Példa rügyek, a rügyvizsgálatról fajtánként (forrás: saját, 2022)	32

9. ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra: A jégeső formálódása (forrás: saját szerkesztés, az Australian Government Bureau of Meteorolog ábrája alapján, 2018).....	3
2. ábra: A szőlő fenológiai fázisai (forrás: saját szerkesztés, Lőrincz és társai könyve alapján, 2015)...	5
3. ábra: Kumulált jégesőkár adatok 2015-2023 között (forrás: NAK honlapja, 2023).....	14
4. ábra: Káresemény helyszíne, mintavételi helyek (forrás: saját feldolgozás, Szeleshát Birtok ábrája alapján, 2023), 5. ábra: Ültetvényben keletkezett kár, Cabernet Franc (forrás: Fusz Kristóf, 2023)	17
6. ábra: Felvételezésre került Syrah vessző (forrás: saját, 2022)	20
7. ábra: Felvételezésre került Kékfrankos vessző (forrás: saját, 2022).....	20
8. ábra: Felvételezésre került Cabernet Franc vessző (forrás: saját, 2022).....	20
9. ábra: Felvételezésre került egyik Syrah vessző (forrás: saját, 2022)	21
10. ábra: Felvételezésre került egyik Kékfrankos vessző (forrás: saját, 2022).....	21
11. ábra: Felvételezésre került egyik Cabernet Franc vessző (forrás: saját, 2022)	21
12. ábra: 1-2 rügyes csapok 3-4 hetes korukban, 1. kád (forrás: Dr. Lukácsy György, 2023)	22
13. ábra: 2022.05.25-én rögzített radarfelvétel 18:00 órában kiragadott pillanatképe, Hidegfront következtében vonuló szupercellák (forrás: OMSZ, 2022)	23
14. ábra: 2022.05.24. 0:00 és 2022.05.26. között mért klimatikus körülmények a jégkárt szenvedett ültetvényben (forrás: DEFENSO, 2022).....	24
15. ábra: Szőlőfajták és sebzési arányok összegzése (forrás: saját, 2023).....	26
16. ábra: Érintett parcellák és sorirányok (forrás: saját feldolgozás, Szeleshát Birtok ábrája alapján, 2023)	26
17. ábra: Sorirányok elemzése a sebzések mértékével (forrás: saját, 2023)	26
18. ábra: A sebzések száma sebzéskategóriánként (forrás: saját, 2023).....	27
19. ábra: A vesszők sebzésének összehasonlítása sebzési kategóriánként, a szőlőfajták függvényében (forrás: saját, 2023)	27
20. ábra: Vesszők ízközeinek száma és az ízközönkénti átlagos sebzések mennyisége (forrás: saját, 2023)	28
21. ábra: Jégkárosított vesszők rügyeinek egészsége szőlő fajtánként (forrás: saját, 2023).....	32
22. ábra: Rügyhajtás eredménye, 1. kád (forrás: saját, 2023)	33
23. ábra: Rügyhajtás eredmény, 2. kád (forrás: saját, 2023).....	33
24. ábra: Sikeres hajtás aránya kádanként és fajtánként (forrás: saját, 2023).....	33
25. ábra: Fürtkezdemények aránya kádanként és fajtánként (forrás: saját, 2023)	33
26. ábra: Fakadási képességek jégkár után, 1-2 rügyes csapok esetén (forrás: saját, 2023).....	34
27. ábra: Terméshozó képességek jégkár után, 1-2 rügyes csapok esetén (forrás: saját, 2023)	34

10. NYILATKOZATOK

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakedolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről

A hallgató neve: NAGY TICIÁNA
A Hallgató Neptun kódja: PR4579
A dolgozat címe: A JEGYKAR MÉRTEKÉNEK ELEMZÉSE EGY SZAKKÖZVETÉSI PÉLDÁN
A megjelenés éve: 2023
A konzulens intézetének neve: MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM
A konzulens tanszékének a neve: SKOLÉSEKTI INTÉZET

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakedolgozat/diplomadolgozat/portfólió² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitóri rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitóri rendszerében.

Kelt: 2023 év 11 hó 02 nap


Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

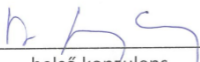
NYILATKOZAT

NAGY TIBOR (név) (hallgató Neptun azonosítója: PR45TQ)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól
tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő
védésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem³

Kelt: 2023 év 10 hó 02 nap


belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.