



**SOPRONI
EGYETEM**

ERDŐMÉRNÖKI
KAR

Erdő- és Természeti Erőforrás-Gazdálkodási Intézet

TDK dolgozat

Időskorú magas kőris (*Fraxinus excelsior*) állományok talajból és a gyökérnyaki részéből kimutatható kórokozók

*Pathogens detectable in the soil and root collar region of elderly common ash
(*Fraxinus excelsior*) stands*

Készítette: Lepedus Erzsébet Klára
Sopron
2024

1. Bevezetés

A kőrispusztulás ökológiai, társadalmi és gazdasági problémát jelent manapság Magyarországon és Európában. A magas és magyar kőris együttvéve Magyarországon közel 40 000 ha területet foglal el, a teljes erdőterület 2%-át. Az élőfakészlete megközelítőleg 10 millió m³. Nagy jelentősége van az ártéri keményfás ligeterdők ökológiai egyensúlyának fenntartásában, illetve a hegyvidéki tölgy- és bükkerdők diverzitásának biztosításában. A kőrispusztulás jelenleg is egyre fokozódik és a magas és magyar kőris magyarországi előfordulását fenyegeti. Emellett társadalmi jelentősége is van, hisz a dölések veszélyesek lehetnek az autósokra, kirándulókra. A kőris fája értékes, széles körben felhasználható, de talán ennél is nagyobb jelentősége van a hegyvidéki gyengébb termőhelyek erdősítésében. Emellett nagy gondot okoz az erdőgazdálkodóknak, hogy a dölések miatti záródáshiány következtében felújítási kötelezettség lép fel sok erdőrészletben.

A témában a tünetek megjelenése óta sok kutatás készült, de eddig nem sikerült a pusztulás okát teljesen feltárni, illetve megoldást találni a problémára. Ha a kőris pusztulásáról beszélünk, először tisztázni kell, hogy melyik problémára is gondolunk. Az 1990-es évek óta észlelik a kőris hajtáspusztulását, melyet ma már tudjuk, hogy egy *Hymenoscyphus fraxineus* nevű gomba okoz. A hajtáspusztulás ma is fennáll, elsősorban fiatalabb, illetve mint gyengítő tényező az idősebb állományokban, de az utóbbi évtizedben fellépett a kőrisek döléses betegsége, mely jóval súlyosabb probléma mind a faj fennmaradása, mind az emberek biztonsága szempontjából. Kutatások bizonyították, hogy a gyökérzet korhasztásáért nem a *Hymenoscyphus* a felelős, hanem más kórokozók alkotta kárláncolat. A kérdés, hogy melyik az a gomba, amely elsőként töri át a védelmet, és hogyan viszonyul a többi kimutatható kórokozóhoz. Van-e összefüggés a gyökérnél, törzsön, illetve a koronában észlelhető tünetek között. Továbbá van-e olyan termőhelyi tényező, ami jelentősen befolyásolja a pusztulás mértékét. Ezekre a kérdésekre keresem a választ a kutatásomban.

Azért választottam ezt a témát, mert fontosnak tartom, hogy őshonos elegyfajaink továbbra is jelen legyenek az erdei ökoszisztémában, biztosítsák annak változatosságát. A kőrispusztulás kérdése jelenleg nagyon sok megválaszolandó kérdést hordoz magában, érdemes időt szánni a válaszok felkutatására. Emellett motivációt ad az, hogy az erdőgazdálkodók számára hasznos információkkal, javaslatokkal szolgálhatok a kőris problémájának megoldásában.

2. Célkitűzés

A TDK dolgozatomban szereplő kutatásommal célom, hogy egészségi állapotfelmérések segítségével megtaláljam az összefüggéseket a fák egészségi állapota és a termőhelyi tényezők között. Hogy a mintavételek segítségével nemzetség szinten meghatározzam a gyökfőből kimutatható kórokozókat. Emellett hosszútávú céljaim között szerepel, hogy genetikai vizsgálatok segítségével pontos fajmeghatározást adjak a kórokozókról, vizsgáljam azok egymásra hatását, ezáltal keressek védekezési módokat. Dolgozatomban a kutatási módszeremet, eddigi eredményeimet írom le, illetve javaslatokat teszek a kutatás folytatásának lehetőségeire.

3. Irodalmi áttekintés

3.1. Magas kőris (*Fraxinus excelsior*) általános jellemzése

A magas kőris (*Fraxinus excelsior* L.) az olajfafélék családjába tartozó fafaj. Európában, Kis-Ázsiában és a Kaukázusban elterjedt, Magyarországon leggyakrabban dombvidéki és középhegységi erdeinkben fordul elő. Síkvidéken csak a Kisalföld északi részén található meg, ahol a magyar kőrist (*Fraxinus angustifolia* ssp. *danubialis* L.) helyettesíti az ártéri ligeterdőkben. (Bartha 2012)

Termőhely szempontjából tág tűrőképességű fafaj. Sziklás, sekélyebb termőrétegű domboldalakon és mély termőrétegű, patakparti termőhelyeken is megtalálhatjuk. Optimuma viszont a mély rétegű, üde vályogtalajok. Megkülönböztethetjük a „hegyi kőris” és a „lapályi kőris” ökotípusát, amely nem összekeverendő a barna rügyekkel rendelkező magyar kőrissel. (Gencsi és Vancsura, 1992)

3.2. Károsítói és kórokozói

A magas kőrisen számos rovar és gombafaj élőszködik, de számuk meg sem közelíti példának okáért a tölgyeken élőszködők mennyiségét. Dolgozatomban elsősorban a törzs- és gyökér károsítóit tüntetem föl, néhány egyéb, a fa egészsége szempontjából jelentős károsítóval egyetemben.

Kőris hajtáspusztulás (*Hymenoscyphus fraxineus* (*Chalara fraxinea*) Kowalski)

Az 1990-es évek óta a magas kőrisen általánosan elterjedt betegség. Magyarországon 2008-ban írták le először (Szabó 2008a). Apotéciumos termőtestű gomba, mely a levelek és a hajtások száradását, elhalását okozza (Lakatos és Szabó 2012). A folyamatos elhalásokkal idővel jellegzetes sátoros formát alakít ki a koronában. A fiatal fáknál a gomba a faegyedek elhalását is okozhatja, idősebb fáknál azonban csak a koronaveszteség gyengítő hatása jelentkezik (Szabó 2008b). Nagy (2016) kimutatta, hogy a mesterségesen megfertőzött magas kőris egyedek 10%-a rezisztens a kórokozóval szemben. A betegségre fogékony a magyar kőris is, bár kisebb mértékben, a virágos kőris csak kevésbé, az amerikai kőris egyáltalán nem fertőződik meg a gombától. A védekezési lehetőség leginkább a rezisztens egyedek szaporításával lehetséges. Felvetette, hogy a pusztulást ezentúl „kőrisfavész” néven emlegessék, párhuzamba állítva így a szilfavész betegséggel.

Ázsiai kőris-karcsúdíszbogár (*Agrilus planipennis* Faimaire)

Oroszország távol-keleti területein őshonos inváziós károsító, mely tömegesen elszaporodva rágásával egész állományok pusztulását okozhatja. Magyarországon még nem fordul elő, de várható pár éven belüli bekerülése. Jelenleg a 600 km-re lévő Kijev környékén bizonyított az előfordulása, terjedési sebessége 50 km/év. Megjelenése hazánkban tovább súlyosbítaná a *Hymenoscyphus fraxineus* és gyökérbetegségek kárláncolatát (Csóka és Korda 2024).

Kőris baktériumos kéregrákja (*Pseudomonas savastanoi* pv. *fraxini* Janse)

A kőrisen fellelhető gyakori baktériumos betegség, mely az ágakon és a törzsön okoz egyre mélyülő, be nem forradó nekrotizációs foltokat (Varga 2001). A *Hylesinus* fajok is gyakran szerepet játszanak terjedésében, a sebzéseken *Fusarium* fajok jelenhetnek meg, melyek fokozzák a tüneteket toxinjaikkal. A baktérium nem okozza a fák pusztulását, de erősen legyengíti őket, így fogékonyá válnak más kórokozókkal szemben (Lakatos és Szabó 2012).

A *Pseudomonas* baktérium jégmagot képez a megfertőzött sejt körül, melynek következményeként a sejt már -1,8 – (-3,8) °C-os hőmérsékleten megfagy (Maki et. al. 1974).

Deres tapló (*Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat) és vastagkérű tapló (*Ganoderma adspersum* (Schulzer) Donk)

Fehérkorhadást okozó, inkább szaprofiton jellegű faj, de élő törzsek sebzett részein is előfordul. Kozmopolita faj, hazánkban mindenütt előfordul (Igmándy 1991). Párja a vastagkérű tapló (*Ganoderma adspersum* (Schulzer) Donk), mely lombos fákon előforduló nekrotrof tőkorhasztó. Az előző fajhoz hasonló küllemű gomba, de kérge vastagabb (a fonákot megnyomva, nem marad ott az ujjlenyomat). Többnyire sebzéseken keresztül hatol be a fatestbe, ahol fehéren korhaszt. Igmándy 1991-ben még úgy találta, hogy elsősorban parkfák, utcai sorfák tövéen fordul elő, erdei környezetben ritka. Napjainkban azonban erdei környezetben pont a kőrisek dőlésével összhangban egyre több példányát lehet megtalálni.

Gyűrűs tuskógomba fajok (*Armillaria* sp.)

A fajegyüttes fajai micéliumos formában laboratóriumi tesztek nélkül nem megkülönböztethetők. Termőtestje általában ősszel jelenik meg a fák törzsének alapjánál. Jellemző megjelenése a fák kérge és szíjácsa között található fekete rizomorfái, hifa megvastagodásai. Az *Armillaria* fajok alkalmi paraziták, a fák legyengülése esetén támadják meg az élő fatestet, máskor inkább szaprotróf jelleggel találhatók meg tuskókon, elhalt maradványokon. A gyökereket és a gyökfőt fehéren korhasztja, ami miatt a fák gyakran töből kidőlnek (Szabó, 2003).

Bunkós agancsgomba (*Xylaria polymorpha* (Pers.) Grev)

Elhalt faanyagon, tuskókon fejlődik, jellegzetes fekete, bunkó alakú sztómákkal rendelkezik (Szabó 2003).

***Diaporthe eres* Nitschke**

A *Diaporthe eres* egy kozmopolita kórokozó, mely széles körben elterjedt a Föld északi féltekén. Kisméretű, gömbalakú fekete peritéciumokat képez elhalt ágakon és gallyakon (Uduyanga 2014). A kőrisen előforduló gyakori gombafajok közül a kevésbé patogének közé tartozik, megelőzi több más faj mellett a *Hymenoscyphus fraxineus*, mely a kőrisen előforduló legpatogénebb kórokozó (Kowalski et. al. 2017). A magas kőrissel elegyes hegyi juhar állományokban tapasztalható volt a gomba átfertőzése a fajok között (Vachter 2024).

Vadkár

Nem felejtendő ki a listából a nagyvad, mint károsító. Elmondhatjuk, hogy a vadfajok károsításának hatása erdeinkben a legtöbb kőrisen tenyésző rovar- és gombafaj károsítását felülmúlja. Emellett a vad hántásával, rágásával keletkezett sebek utat nyitnak a különböző rovarok és gombák számára a fatestbe (Lakatos, 2006).

Egyéb magas kőrisen előforduló jelentős károsítók, melyek ebben a dolgozatban nem kerültek részletezésre: *Botryosphaeria stevensii*, *Diplodia mutila*, *Diaporthe fraxini*, *Fusarium sp*, *Kretzschmaria deusta*, *Neonectria sp*, *Procyphillus fraxinicola*, *Trichoderma sp*. (Tuba et. al. 2023)

3.3. Kutatási eredmények a témában

Eperjes (2023) kimutatta, hogy a magas kőris állományok leromlásának folyamata korosztálytól független. Vági (2019) megfigyelései szerint a vizsgált erdőrészekben a fiatalok állományok még egészségesnek voltak mondhatók, a kor növekedésével fokozódik a betegség hatása. Nagy (2016) szignifikáns egészségi romlást mutatott ki az évek során a vizsgált állományokban, amely azonban nem volt összefüggésben a termőhelyi tényezőkkel, valamint a faállomány-szerkezeti tulajdonságokkal. Balogh (2018) szerint a pusztulás okai az éghajlatban tapasztalható változások, a talajvízszint csökkenés és az állományok túltartottsága. Az éghajlati tényezők szerepét Németh (2016) is megerősítette, aki a felmelegedést és a nem kiegyenlített csapadékmennyiséget okolja a magas kőrisek fogékonyságáért a betegségekre. Vörös-Torma

(2018) kutatásai alapján is az jött ki, hogy az állományok egészségi állapota és a termőhely között nincs összefüggés. Ő is összefüggést vélte felfedezni az állományok késői bontása és a betegség mértéke között.

Eperjes (2023) szerint a magasabb fák jobb egészségi állapotban vannak, viszont a fa tövében jelentkező aszimmetria nem hozható kapcsolatba az egészségromlással. Ezzel szemben Dávid (2019) egyenes arányú összefüggést talált a tő és a törzs deformációja és a fa egészségi állapota között. Kimutatta, hogy minél idősebb állományt vizsgált, annál nagyobb volt a deformáció értéke és annál rosszabb volt a fák egészségi állapota. Vörös-Torma (2018) igazolta, hogy minél nagyobb a faanyag károsodása, a törzsek deformáltságának mértéke, valamint minél alacsonyabbak a fák, annál rosszabb a fák egészségi állapota.

Balogh (2018), Dávid (2019), Eperjes (2023), Vági (2019) megállapították, hogy a kőris pusztulása Magyarországon egy kárláncolat, mely terület, kor, termőhely és a kőris állományban betöltött szerepétől függően más és más lefolyású, ezért érdemes helyi jellegű védekezési stratégiát felállítani.

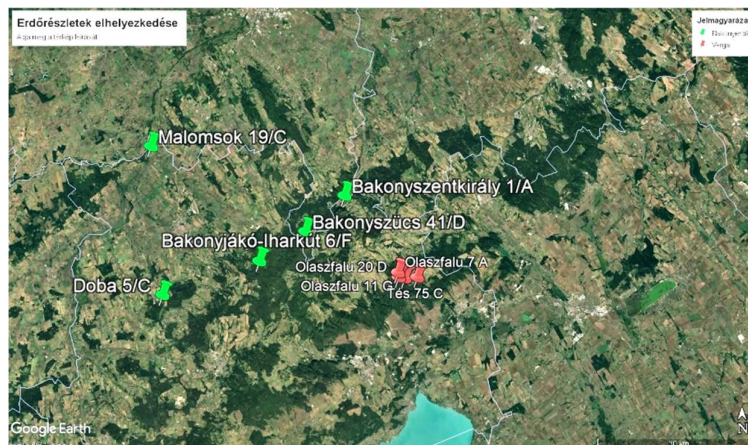
4. Anyagok és módszerek

A vizsgálatnak kettős célja van: megtalálni a kőris pusztulásának láncában azt a kórokozót, ami áttöri a fa elsődleges védelmét, illetve egészségi állapot- és termőhelyi változók segítségével vizsgálni az összefüggést a biotikus és abiotikus hatások között. Ennek érdekében a vizsgálati területeket aszerint választottuk ki, hogy változatosságot mutassanak valamely állományleíró tényező szempontjából. A TDK dolgozatomban a Bakony hegységben végzett terepi mérések és azok laboratóriumi, illetve statisztikai kiértékelését mutatom be.

4.1. A vizsgálat helyszíne

A kutatásomban a terepi mintavételeket a Bakony-hegységben végeztük, a Bakonyerdő Zrt. és a Veszprémi Erdőgazdaság Zrt. területein (1. ábra). A minták kitenyésztését két helyszínen végeztük: Mátrafüreden, az Erdészeti Tudományos Intézet (ERTI) Erdővédelmi Osztályának laboratóriumában, illetve a Soproni Egyetem Erdő- és Természeti Erőforrás Gazdálkodási Intézetének laboratóriumában.

A kiválasztott erdőrészek a Pápa-Devecseri Síkság, Magas-Bakony és Keleti-Bakony erdészeti tájakhoz tartoznak (1. táblázat). Ezek a Dunántúli-Középhegység erdészeti tájcsoporthoz tartoznak. Azért esett erre a tájcsoporthoz a választásunk, mert egyaránt rendelkezik sík-, domb- és hegyvidéki területekkel. Vízfolyásokkal szabdaltsága miatt, így patakmenti, többletvízzel érintett állományokat is találhatunk benne. Legfontosabb talán, hogy a Bakony vidékén van országosan a legtöbb magas-kőrises állomány, így a pusztulás is nagymértékű, mely már jelentős gondot okoz a helyi erdőgazdálkodóknak.



1. ábra: Mintaterületek elhelyezkedése (Forrás: Google Earth)

Az alábbi táblázatban ismertetem az erdőrészek leírását az Erdészeti Leírólapok szerint. Az erdőrészekről, csak a TDK dolgozatomból releváns információkat tüntettem fel (1. táblázat). A részekről való megfigyeléseimet, összevetést a leírólapokkal az Eredmények fejezetben ismertetem részletesen.

1. Táblázat: Erdőrészek jellemzői leíró lap szerint

	Erdészeti táj	Ter. (ha)	Domborzat	Hidro- lógia	Fafajok (fafajsor szerint)	Kor	MK e.a. (%)	EÜ (év)	Fto
Doba 5/C	Pápa-Devecseri Síkság	6,18	Sík	FELSZ	MÉ, MK	65	62	2023	1
Bakonyszücs 41/D	Magas-Bakony	0,94	Domboldal	TVFLN	MK	86	100	2023	2
Malomsok 19/C	Pápa-Devecseri Síkság	1,22	Sík	IDŐSZ	MK, KST, MJ	81	95	2020	2
Bakonjjákó-Iharkút 6/F	Magas-Bakony	3,17	Völgy	TVFLN	B, MK, GY	86	71	2022	1
Bakonyszentkirály 1/A	Magas-Bakony	9,84	Domboldal	TVFLN	MK, CS, KH, GY, KTT, KJ, B	90	31	2016	1
Tés 75/C	Keleti-Bakony	4,51	Domboldal	TVFLN	MK, GY, CS, MJ	38	44	2020	2
Olaszfa 11/G	Magas-Bakony	12,48	Domboldal	TVFLN	B, KTT, MK, GY, KH	67	21	2023	2
Olaszfa 20/D	Magas-Bakony	0,69	Sík	IDŐSZ	MK, KJ	41	73	2023	1
Olaszfa 7/A	Magas-Bakony	12,29	Domboldal	TVFLN	GY, MK, CS, KH, MJ	38	28	2023	3

4.2. A vizsgálat ideje

A terepi vizsgálatokat augusztus első két hetében végeztük, négy napot töltve a Magas-Bakony és Bakonyalja vidékén, majd következő héten újabb négy napig felvételeztünk a Keleti-Bakonyban. Így lehetőség nyílt teljeskörű egészségi vizsgálatot végezni a lombvesztés mértékének a feljegyzésével. A két felvételezés közötti időben az első héten vett mintákat táptalajra oltottuk Mátrafüreden. A Keleti-Bakonyban gyűjtött mintákat szeptember elején oltottuk le táptalajra (2. táblázat). Október közepén a telepeket kémcsőbe oltottuk, az izolálást a következő hónapokban fogjuk elvégezni.

2. táblázat: A vizsgálatok típusa és ideje

Vizsgálat típusa	Vizsgálat ideje
Felvételezés Magas-Bakony	2024.08.05. – 2024.08.08.
Minták leoltása (Mátrafüred)	2024.08.10. – 2024.08.11.
Felvételezés Keleti-Bakony	2024.08.12. – 2024.08.15.
Minták leoltása (Sopron)	2024.08.28. – 2024.09.12.

4.3. A vizsgálat módja

A kutatásom két fő részre tagolódik: terepi és laboratóriumi munkára. Ezek módszertanát külön alfejezetekben ismertetem.

4.3.1. Egészségi vizsgálat és terepi mintavétel

A terepi vizsgálat során kettős célunk volt: felmérni a területet a magas kőrisek egészségi állapota szempontjából, illetve mintát venni a fákból kórokozók kitenyésztése céljából. A mintaterületeket elsősorban termőhelyi, illetve elegyedési szempontok szerint választottuk ki. A termőhelyek összehasonlíthatósága érdekében a következő szempontokat vettük figyelembe az egyes erdőrészek kiválasztásánál:

- Egyes – egyetlen
- Fiatal – idős
- Domb-hegyvidéki – síkvidéki
- Többlévízzel érintett terület – többlévízhatástól független terület

Az egészségi állapotfelmérés során minden erdőrészletben felkerestük azt a területet, ahol egy kisebb, maximum 20 m sugarú körön belül többféle egészségi állapotú kőris volt megtalálható. Ennek a foltnak a közepébe beállva megszámoztuk a tíz legközelebb álló kőrist, majd ezeken végeztünk részletes egészségi vizsgálatot. Meghatároztuk a mintakör sugarát, majd felvettük a körön belül található egyéb fafajokat, így kiszámolható volt a mintakör elegyaránya. A fák egészségi állapotát leíró jellemzőket hol mértük (átmérő, magasság, távolság), hol becsültük kategorizálás, szembecslés szerint (pl. lombvesztés, gyökfő korhadásának mértéke, terpesz nagysága).

A vizsgálat során jegyzőkönyveztük a fák egészségi állapotát az alábbi kategóriák szerint (3., 4. táblázat):

3. táblázat: A felvételi jegyzőkönyv fejléce

Helység		Mintakör					Dátum									
Sorszám	Mintázott fa	Átmérő (cm)	Magasság (m)	Távolság (m)	kategória	Gyökfő		Törzs			Korona			Hymeno		Megjegyzés
						Terpesz (mag)	Repedés (01)	Korhadás	Gomba	Vadkár	Kéregrák (01)	Fattüthajtás (01)	Folyás (sv)	Lombvesztés (%)	Elszíneződés (01)	

4. táblázat: A felvételi jegyzőkönyv kategóriái és leírásuk

Fa jellemzők	Sorszám	1-10
	Mintázott fa	pl. „A3”
	Átmérő (cm)	terpesz fölött mértük átlalóval a legnagyobb és legkisebb átmérőnél
	Magasság (m)	Nikon magasságmérő segítségével mértük
	Távolság (m)	lézeres távmérővel, vagy lépéssel
	Kategória	osztályozva A-tól E-ig
		A tünetmentes
		B deformálódott
		C felrepedt
		D üreges
		E kidőlt
Gyökfő	Terpesz	becsülve egy 0-tól 3-ig terjedő skálán (nincs, kicsi, közepes, nagy)
	Repedés	bináris osztályozás (0 – 1)
	Korhadás	becsülve egy 1-től 3-ig terjedő skálán (0-10 cm, 10-20 cm, >20 cm)
	Gomba	nemzetségnév, ha volt
Törzs	Vadkár	bináris osztályozás (0 – 1), fiatal állományokban volt észlelhető, idősebb állományokban a törzsön megjelenő sebzéseket jegyeztük ide
	Kéregrák	bináris osztályozás (0 – 1)
	Fattyúhajtás	bináris osztályozás (0 – 1)
	Folyás	bináris osztályozás (0 – 1), jelöltük a folyás színét (sötét, világos, vöröses)
Korona	Lombvesztés (%)	becsülve, egy egészséges 0%-nak feltételezett etalonhoz képest
	Elszineződés	bináris osztályozás (0 – 1)
	Láthatóság	bináris osztályozás (jó - nem jó), a becslések megbízhatósága érdekében
	Szociális helyzet	osztályozva 1-től 5-ig terjedő skálán
		1 kimagasló
		2 uralkodó
		3 közbeszorult
		4 alászorult
		5 böhönc
<i>Hymenoscyphus</i>	Elszáradt ágak	osztályozva 1-től 4-ig terjedő skálán
		1 Felső koronarész
		2 Alsó
		3 Foltokban/áganként
		4 Teljes koronában
	Termőtest	bináris osztályozás (0 – 1), <i>Hymenoscyphus</i> termőtest az avarban
	Megjegyzés	minden egyéb meglátás, egyedi jellemző

A terepi mintavétel során 5 kategóriába soroltuk a fákat a gyökfő tünetei szerint (4. táblázat). A kategóriákat aszerint súlyoztuk, hogy a keresett primér kórokozó melyik egészségi stádiumban lelhető fel várhatóan a szíjácsban. Minden kategóriában 3-3 fát jelöltünk meg, ezek közül az „A”, „B” és „C” kategóriákból 2-2 fát, a „D” és „E” kategóriákból 1-1 fát mintáztunk meg erdőrészletenként. Nem minden erdőrészletből tudtunk nyolc fát megmintázni, mivel előfordult, hogy a mintakörön belül, vagy annak környezetében sem találtunk bizonyos kategóriájú fákat. A hármas ismételésre az állandósításnál azért volt szükség, hogy esetleges jövőbeli

visszatérésnél ne okozzon problémát, ha időközben a mintázott fa kidől vagy valamilyen okból kivágásra kerül.

A fákból három helyről vettünk mintát aszerint, hogy a deformációk vagy a kéreghibák alapján honnan tenyészthető ki később a keresett kórokozó. Abból a feltételezésből indultunk ki, hogy a fatest lassabb vastagsági növekedést mutat a beteg területeken, így az ellaposodott, elszíneződött vagy korhadt rész és az egészséges rész határáról vettünk mintát, ahol még növekedésben lehet a gomba. A kéreg eltávolítása után vésővel és kalapáccsal 1-1,5 cm mélyről vettünk mintát a szíjácsból, melyet rögtön papírzacskóba tettünk és feliratoztunk (2. ábra).



2. ábra: Mintavétel gyökfőből (Forrás: Balogh Borbála)

A Tés 75/C erdőrészletben a Veszprémi Erdőgazdaság Zrt. erdésze segítségével kidöntöttünk egy jellegzetes tünetekkel bíró fát, amelyet feldaraboltunk tizenkét 1 méter hosszúságú darabra (3. ábra). Minden darabból vettünk mintát az elszíneződött és ép területek határáról. Ennek a vizsgálatnak a célja az, hogy felmérjük, hogy a koronában és a gyökérben lévő kórokozók között van-e összefüggés: meddig hatol fel az egyik és meddig ereszkedik le másik (5. táblázat).



3. ábra: Magas kőris döntése és feldarabolása

5. táblázat: Mintavételek száma

Erdőrészlet	Min tázo tt fák (db)	Mintavétel i helyek (db)	Petri- csész e (db)
Doba 5/C	8	22	66
Bakonyszücs 41/D	6	18	54
Malomsok 19/C	6	18	54
Bakonyjákó-Iharkút 6/F	6	18	54
Bakonyszentkirály 1/A	8	24	72
Tés 75/C	7	23	69
Olaszfalu 11/G	8	27	81
Olaszfalu 20/D	8	24	72
Olaszfalu 7/A	4	4	12
Darabolt fa	1	21	63
Összesen	62	199	597

4.3.2. Laboratóriumi vizsgálat

A laboratóriumi munka első lépéseként burgonya-dextróz agar (Potato Dextrose Agar – PDA), illetve maláta táptalajt főztünk. A táptalajok elkészítéséhez kimértünk megfelelő mennyiségű porkeveréket (39 g PDA alappor; 20-20 g maláta és agar alappor) és hozzáadtunk 1 liter desztillált vizet. Az oldatot elektróda segítségével 90 °C-on homogenizáltuk. Ezt követően a folyékony táptalajt sterilizáltuk autokláv segítségével, PDA esetében 115 °C-on 18 percig, maláta táptalaj esetén 121 °C-on 23 percig, majd kiadagoltuk Petri-csészékbe.

Pár nap múlva, miután a Petri-csészék kiszáradtak a lerakódott párától, elvégeztük a minták leoltását a táptalajokra. Minden terepen gyűjtött mintából (fámként három darab) árral, szikével és csipesszel leválasztottunk három kisebb darabot biztonsági ismételtség céljából. Ezeket fertőtlenítettük először 70%-os alkoholban 7 percig, majd 3%-os hidrogén-peroxidban (H₂O₂) újabb 7 percen keresztül (4. ábra). Azokat a mintákat, amelyből bazídiumos gombákat remélünk kitenyészteni maláta táptalajra oltottuk, a többi mintát PDA táptalajra. *Ganoderma* és *Xylaria* termőtestek belsejéből is vettünk mintát, ezeket sterilizálás nélkül maláta táptalajra oltottuk. Ezt követően a Petri-csészéket feliratoztuk és lezártuk parafilmmel, hogy csökkentsük a befertőződés esélyét.

A laboratóriumi munka során törekedtünk az eszközök folyamatos fertőtlenítésére 96%-os alkohollal, illetve égetéssel. A gombák kifejlődése után a tenyészeteket egyesével jellemeztük a későbbi genetikai vizsgálatra való válogatás érdekében (5. ábra).



4. ábra: Minták fertőtlenítése



5. ábra: Tenyészetek leírása

4.4. Kiértékelés során alkalmazott statisztikai módszerek, szoftverek

A TDK dolgozatomhoz az egészségi állapot felmérés adatait értékeltük ki statisztikai módszerekkel. Ehhez a terepi vizsgálatok során rögzített jegyzőkönyvet bevittük Excel formátumba, majd a változókat skáláztuk azok súlyossága szerint. Alap összefüggések megállapításához és ábrázolásához az adatokat alap statisztikai módszerekkel értékeltük. Emellett kiértékeltek az adatokat Spearman-féle rangkorreláció és ANOVA (varianciaanalízis) vizsgálatokkal, keresve az összefüggést a fa egyes részeit leíró változók egészségi állapota között. Az adatok megbízhatóságát szignifikancia teszttel elemeztük. A statisztikai vizsgálatok a StatSoft Statistica szoftver segítségével végeztük.

5. Eredmények

5.1. Észlelések és közlések

5.1.1. Doba 5/C

A Doba 5/C erdőrészletet bejárva a terület alapvetően megegyezett a leíró lapban közöltekkel. A mintaterületet egy kőrisesebb, jobban pusztuló foltban jelöltük ki, a részlet többi részén a magas kőris jobb egészségi állapotot mutatott. A nedves talajon a múlt évben lehullott levelek levélnyelén találtunk *Hymenoscyphus fraxineus* termőtestet, a fák gyökfőjénél *Armillaria* rizomorfákat, és *Xylaria* termőtestet, utóbbit sikeresen kitenyésztettük táptalajon is. Az erdőrészletben ott maradt tuskókon jól láthatók voltak a korhadások nyomai, több fa ki is volt dőlve, melyek gyökerénél megtaláltuk az *Armillaria* rizomorfákat.

A Doba 5/C erdőrészletben a kijelölt mintaterület a leíró lapon is feltüntetett déli, kiritkult részén volt a részletnek, így a becsült záródás értéke a mintakörben 30%. A leírólapon a fafaj-sorokban csak a mézgás éger és magas kőris szerepel. A mintakörön belül találtunk gyertyánt, kislevelű hársat és csert is, a körön belüli elegyaránya a magaskőrisnek 38% (6. táblázat)

Porpáczy András, kerületvezető erdész elmondása szerint korábban volt egy forrás a területen, amely bár már elapadt, az erdőrészlet továbbra is időszakosan víz alatt áll. Tapasztalata szerint a területen nem csak a magas kőris, de a mézgás éger (*Alnus glutinosai*, L.) is pusztul. Ennek okát ő az utóbbi időben megnőtt nyári légköri aszályokban vélte felfedezni. A betegség a sorozatos egészségügyi gyérítések után sem szűnt meg, viszont meglátása szerint a szálan-kénti elegyben előforduló magas kőrisek jobb egészségi állapotban vannak.

5.1.2. Bakonyszücs 41/D

A Bakonyszücs 41/D erdőrészlet korábbi dölések és egészségügyi kitermelések okán erősen kiritkult volt, becsült záródása 60%. Alapvetően egy kisebb, elegyetlen magas kőrises állomány, de előfordult benne pár egyéb fafaj is. A mintakörön belüli elegyarány 67% volt (6. táblázat). A felvételezés során megfigyeltünk a területen *Armillaria* rizomorfát, illetve valószínűsíthetően *Hymenoscyphus fraxineus* miatt elszáradt ágvégeket. A részletben nem találtunk „C” kategóriába eső, felrepedt gyökfőjű egyedeket, illetve a kidőlt fák nagy részét is eltakarították. Szeptember eleji megfigyelés szerint egy „B2” kategóriába tartozó fa kidőlt időközben. Megfigyeléseink szerint főképp a koronában jelentkezett a pusztulás, illetve sok volt a deformálódott és sebzett törzs. Jellemző volt, hogy a korhadások kívülről nem látszóttak, csak ha megbontottuk a kérget a mintavételhez.

Az erdőrészt a Bakonybéli Erdészethez tartozik, ahol Kovács Attila erdészetigazgató, Fellner Zoltán és Vajai Dániel erdőgondnokokat kérdeztem a tapasztalataikról. Elmondásuk szerint nincs különbség a pusztulásban a különböző termőhelyek között, a magas kőris dőlését mindenhol tapasztalják. Meglátásuk szerint a pusztulás összefügg a fiatalkori hántáskárral, hiszen a sebzéseken keresztül kerülhetett be gomba a fatestbe. Megfigyelték, hogy már fiatal, 10-20 éves fák is bőséges termést hoznak, ami a rossz egészségi állapotuk indikátora lehet.

5.1.3. Malomsok 19/C

A Malomsok 19/C erdőrészt több szempontból is különleges volt. A Marcal mellett húzódott egy keskeny sávban, így többletvízzel érintett terület volt. Az erdőrésztben nagyon sűrű második lombkorona szint volt mezei juharból, mely a koronákat teljesen takarta, ezért nem tudtunk részletes egészségi állapotfelmérést végezni.

Megfigyeléseink szerint az erdőrésztben nem volt dőlt egyed, a fák gyökfői is többnyire egészségesek voltak. Jellemző volt viszont a törzseken az erős *Pseudomonas savastani* fertőzés, illetve a kisebb rákos kinövések.

A szomszédos (2/B) erdőrésztet bejárva viszont teljesen más kép fogadott. A fák többsége idősebb volt, vastagabb, nagy egészséges koronával. Viszont minden korhadás tünetét mutató gyökfőn jelen volt a *Ganoderma*. A tuskókon látszott, hogy nem rég volt fakitermelés az erdőrésztben.

5.1.4. Bakonyjákó-Iharkút 6/F

A Bakonyjákó-Iharkút 6/F erdőrészt Csalános-árok aljában terült el, jelentősen kiritkult. A mintaterületem a völgy aljában volt, ott a záródás 20% körüli. A mintakörön belül 100 % volt a kőris elegyaránya (6. táblázat). Egyes fák gyökfőjénél megtaláltuk az *Armillaria* rizomorfákat, sok ágon elszáradt levélsomókat figyeltünk meg. A területen folyamatosak a dölések, a meredek domboldal miatt egy-egy dőlő fa viszi magával a többi.

A közelben megnéztük a Németbánya határában lévő erdőrészteteket. Itt láthattunk fiatal állományokat, amik súlyosan károsodtak a vad hántása által. Találtunk *Armillaria* rizomorfákat itt is, de mellette *Ganoderma* termőtesteket is. A koronákon látszottak az aszályos nyár jelei, a levelek fakók és fonnyadtak voltak.

Eljöttünk egy rakodó mellett, ahol az erdészek elmondták, hogy az alsó 0,5-1 m-en látszanak sötétebb színű elváltozások, korhadások, feljebb egészséges a törzs. A kitermelés során ezt az alsó részt kiejtik, a többi gond nélkül értékesítik.

A Farkasgyepői Erdészettől Szolnoki Gergely erdőgondnok vezetett körbe a területen és osztotta meg velünk meglátásait. Területein leginkább sekély termőhelyen, elegyfajként alkalmazza a magas kőrist. A pusztulás azért okoz nagy gondot, mert ezeken a területeken, nincs nagyon alternatíva, hogy mivel újítsanak fel helyette. Elmondása szerint évente visszatérnek a kőrises erdőrészekbe és mindent, ami gyanús, hogy beteg lehet kivesznek. Évi 6000 m³ kőrist termelnek egészségügyi okok miatt. Észrevétele szerint a nagy koronájú, és fiatal kőrisek (30-40 év) is ugyanúgy pusztulnak. Érdekes észrevétele volt, hogy amelyik fa törzsén megjelent egy vöröses színű levegőalga, az a fa pár éven belül kidől.

5.1.5. Bakonyszentkirály 1/A

A Bakonyszentkirály 1/A erdőrészletben idős, feltűnően nagy átmérőjű és koronájú magas kőrisek voltak. Az mintakörön belül 100% volt a kőris elegyaránya, a záródás becslésünk szerint 60% (6. táblázat). A részletben *Armillaria* és *Ganoderma* is volt, emellett az egyik fa gyökfőjén *Kretzschmaria deusta* termőtest volt megfigyelhető. A részlet szélén lévő fiatal egyedeken erős hántáskár volt megfigyelhető.

A Bakonyszentlászlói Erdészettől Hoffner Tamás erdőgondnok mutatta meg a területet. Jól mutatja a probléma súlyosságát, hogy az erdőrészletet előző évben jelölték ki egészségügyi termelésre, azóta dupla annyit kellett termelni a nyáron, amely lassan felújítási kötelezettséget von maga után. A kitermelések során a korona alapján egészségesnek tartott egyedeket bennhagyják, a letermelt fák alsó 1-2 m-t kiejtik. Felújítások során nem térnek vissza magas kőrissel, de a természetes újulatot meghagyják. Meglátása szerint az elegyesség nem befolyásolja a dőlés mértékét, inkább a légköri szárazságban és az erős sugárzásban látja a pusztulás okát. A környéken, lévén idegen vadászterület nagyon erős a hántáskár, ami a fiatal egyedeket erősen megviseli.

5.1.6. Tés 75/C

A Tés 75/C erdőrészlet egy úgynevezett „Ősdagonya” mellett található, így erős a vadnyomás. A mintakörön belül a magas kőris elegyaránya 100% volt, a becsült záródás 70% (6. táblázat). Az erdőrészletben megtalálható volt a *Ganoderma* és az *Armillaria* is. Az erdőrészletben nemrég volt egészségügyi termelés, melynek következtében nem találtunk dőlt, „E” kategóriába eső fát. A mintakör fái között inkább a koronában jelentkeztek a betegség tünetei, a gyökfő sok helyen ép volt.

A ledöntött fa feldarabolásakor a vágáslapon megfigyelhető elszíneződés 1 m-rel feljebb nem volt már észlelhető. Megfigyelhető volt azonban a törzs hosszában végigmenő bél körüli elszíneződés.

A helyi erdész megfigyelései szerint a fakitermelésekkor a vágáslapon nem észlelhető általában korhadás vagy elszíneződés. Jellegzetessége a beteg fának, hogy nem pirosodik el a bél körül a kitermelés után kis idővel. Véleménye szerint nincs különbség az állományokban pusztulás szempontjából, elegyes-elegyetlen, fiatal-idős, nedves vagy üde termőhelyen növő állományok egyaránt pusztulnak. Reményre adhat okot, hogy a kőrisnek továbbra is bő lependéktermése van, ami könnyen felújul.

5.1.7. Olaszfalu 11/G

Az Olaszfalu 11/G erdőrészletben alacsony volt a magas kőris elegyaránya, a mintafákat is két kisebb körön belül tudtam felvenni. A záródás becslés szerint 80% volt, de egy-egy friss tuskón látszottak a korábbi termelések. A vágáslapon nem látszódtak korhadás nyomai, de a gyökér szinte teljesen elkorhadt. A fák nagy része ovális alakban nőtt, sok sebzés volt észlelhető a törzseken. A gyökfőnél látszottak az *Armillaria* rizomorfák, de más gomba termőtestjét nem találtam meg a részletben.

Tóth Attila erdészeti igazgató kifejtette, hogy a Veszprémi Erdőgazdaság Zrt. (VERGA Zrt.) területén kiemelt jelentőségű a kőrispusztulás esete, mivel az erdőgazdaság a gyengébb termőhelyeken előszeretettel alkalmazza a magas kőrist elegy- vagy akár főfafajként. A dölések következtében jelentős záródáshiány alakul ki, ami felújítási kötelezettséget eredményezhet. Hogy ezt elkerüljék, csak a beteg egyedeket szedik ki egészségügyi gyérítések során, az egészségesnek látszókat bent hagyják, reménykedve, hogy nem dől ki a következő évben. Tapasztalatuk szerint, ha már érzékelhető a korona kiritkulása, a következő évben nagy valószínűséggel kidől az adott fa.

5.1.8. Olaszfalu 20/D

Az Olaszfalu 20/D erdőrészlet nagyon kis területű, melynek fele fiatal korai juhar, másik fele magas kőris. A mintaterületen a magas kőris elegyaránya 100%, a mintafák egy lék körül, megközelítőleg körben helyezkedtek el, a záródásuk alig volt 30% (6. táblázat). A fák magasra nőttek, kicsi, de egészséges koronával rendelkeztek. Sok fa ovális keresztmetszetű volt, jellemző volt a villák elszáradása. A részletben megtaláltak az *Armillaria* rizomorfáit.

5.1.9. Olaszfalu 7/A

Az Olaszfalu 7/A erdőrészlet fiatal, elegyes állomány. Mivel a fák törzse vékony volt, így mintát csak egy helyről vettünk. Jól látható volt a hántások nyoma a fák kérgén, egy-egy kőris erősen meg is volt dőlve. Mintakört nem jelöltem ki az erdőrészletben, a záródás 100% volt. Jellemző volt a koronák elszáradása, a fák az eddig tapasztaltakkal ellentétben inkább lábon száradtak el, mint dőltek. Több helyen megfigyeltünk *Ganoderma* és *Xylaria* termőtesteket.

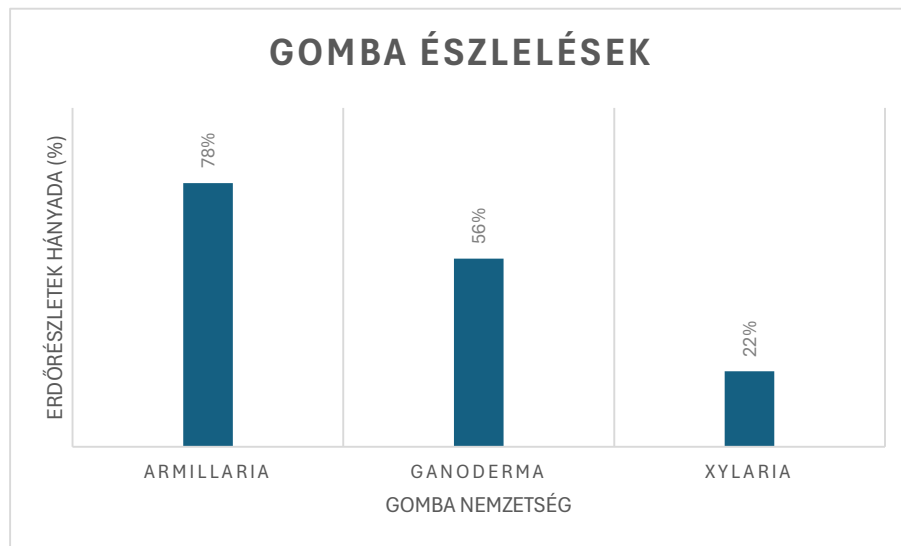
5.2. Mintaterületek elegyaránya és a kitenyésztett kórokozók

A mintakörön belül két erdőrészletben (Doba 5/C, Bakonyszücs 41/D) voltak megtalálhatók egyéb fajok, a többi erdőrészletben a mintakör 100% elegyarányú magas kőrises foltot fedett le. A mintakörök sugara alapján elmondható, hogy a Tés 75/C erdőrészletben álltak a legsűrűbb hálózatban az egyedek, míg a Bakonyjákó-Iharkút 6/F völgytalpi erdőrészletben voltak a legtágabb hálózatban megtalálhatók a kőrisek (6. táblázat). A táblázat alapján a záródást nem lehet biztonsággal megbecsülni, mivel az nagyban függ a koronák nagyságától.

6. táblázat: Elegyarány és hálózat számítása

Részlet	Sugár (m)	Magas kőris (db)	Összes fa (db)	Elegyarány
Tés 75/C	7,5	10	10	100%
Olaszfalu 20/D	12,0	10	10	100%
Bakonyszücs 41/D	15,8	10	15	67%
Doba 5/C	17,8	10	26	38%
Bakonyszentkirály 1/A	19,3	10	10	100%
Bakonyjákó-Iharkút 6/F	20,5	10	10	100%

Az észlelések alapján az erdőrészletek 78%-ban találtuk meg az *Armillaria* nemzetség rizomorfáit, 56%-ban a *Ganoderma* és 22%-ban a *Xylaria* nemzetség termőtestjeit (6. ábra). Ezeket sikerült táptalajon is kitenyészteni, a következő hónapok feladat, hogy genetikai vizsgálatokkal meghatározzuk őket faj szinten is (7., 8., 9. ábra).



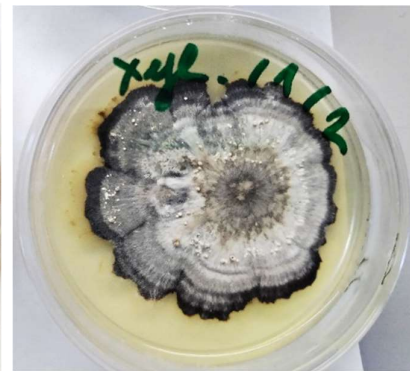
6. ábra: Gomba termőtestek észlelése



7. ábra: *Armillaria* sp.



8. ábra: *Ganoderma* sp.



9. ábra: *Xylaria* sp.

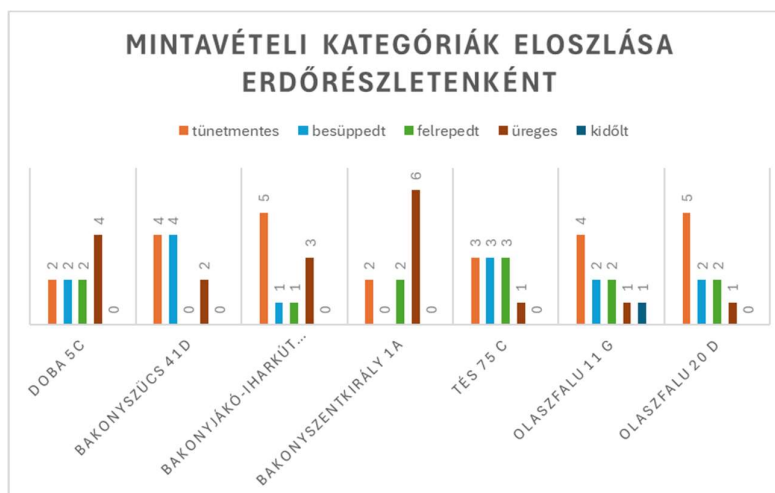
5.3. Statisztikai eredmények

A kitenyésztések genetikai vizsgálatát még nem tudtuk elvégezni, így azokból nem tudunk megbízható statisztikai eredményeket kihozni. A kilenc erdőrészből felvett erdőrészből hétnél lehetett megbízható statisztikai elemzést végezni (a Malomsok 19/C erdőrészből a sűrű második szint miatt, nem lehetett a lombvesztést felvenni, az Olaszfalu 7/A-ban pedig túl nagy hálózatban fordultak elő a kőrisek a mintakör kijelöléséhez).

A statisztikai kiértékelésnél az erdőrészek, ezáltal a termőhely összehasonlítására törekedtem, ezért az eredményeket nem erdőrészenként szétbontva, hanem összefüggéseiben tárgyalom.

Mintavételi kategóriák eloszlása

Összegeztük a mintavételi kategóriákat erdőrészletenként (10. ábra), majd a teljes mintavételre (11. ábra). Ez alapján megállapíthatjuk, hogy a pusztulás a Doba 5/C és Bakonyszentkirály 1/A erdőrészletekben előrehaladottabb stádiumban van, míg a többi erdőrészletben többségében van az ép gyökfőjű, vagy a csak kisebb tüneteket produkáló egyedek. A kidőlt fák majdnem mindenhol hiányoznak, ennek okát abban látom, hogy az erdészetek minden évben kiveszik a beteg és kidőlt fákat az erdőrészletekből biztonsági okokból (10. ábra).



10. ábra: Mintavételi kategóriák eloszlása erdőrészletenként

A 11. ábra bemutatja, hogy a felvételezés során a fák 36%-nak gyökfője ép, tünetmentes volt. Második leggyakoribbak a bekorhadt fák, míg a deformálódott és felrepedt fák közel azonos mértékben ötödét képviselték a felvett kőriseknek.

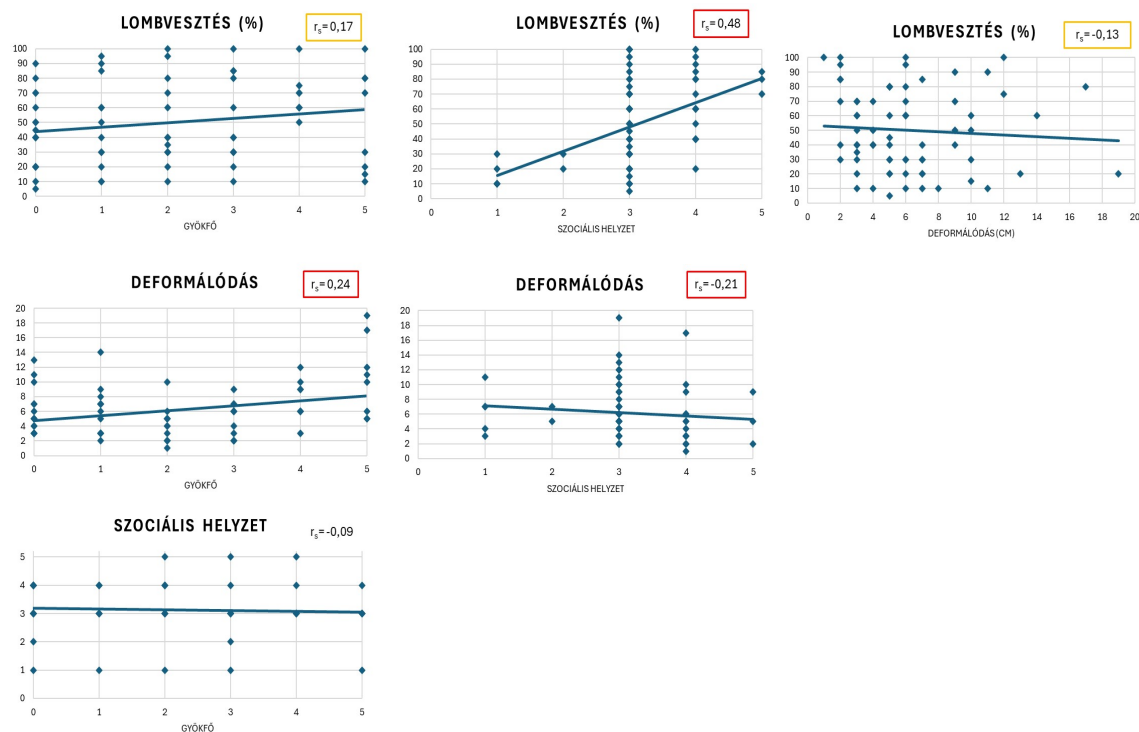


11. ábra: Mintavételi kategóriák eloszlása

Spearman- féle rangkorrelációs vizsgálat

A felvételi lapon szereplő kategóriák összefüggéseink vizsgálatát Spearman-féle rangkorrelációs statisztikai elemzéssel végeztük. Az eredményül kapott korrelációs együttható megmutatja, hogy az egyes állapotjelzők között egyenes vagy fordított arányosság van-e, illetve mennyire szoros az összefüggés. Az eredményekkel szignifikancia vizsgálatot is végeztünk. A szignifikáns együtthatókat ($p < 0,05$) az ábrákon piros kerettel, azokat az értékeket, amik közel szignifikánsak sárgával, a nem szignifikánsakat fehér kerettel ábrázoltam (12. ábra). A vizsgálat eredményei a következők:

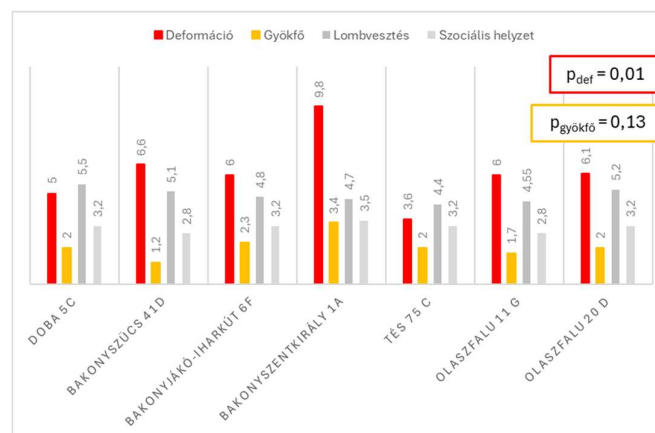
- Minél betegebb a gyökfő, annál nagyobb a lombvesztés (tendencia)
- Minél betegebb a gyökfő, annál inkább deformálódott a törzs (szignifikáns)
- A gyökfő állapota és a fa szociális helyzete között nincs korreláció
- Minél jobb a fa szociális helyzete, annál kisebb a lombvesztés (szignifikáns)
- Minél jobb a fa szociális helyzete, annál jobban deformálódott a törzs (szignifikáns)
- Minél nagyobb a deformálódás, annál kisebb a lombvesztés (tendencia)



12. ábra: Felvételi kategóriák összefüggései (Spearman)

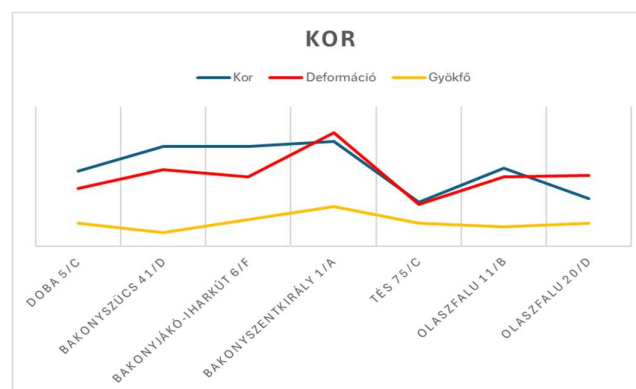
ANOVA-vizsgálat

A varianciaanalízissal megvizsgáltam, hogy az egyes kategóriákban (deformáció, gyökfő, lombvesztés, szociális helyzet) van-e szignifikáns eltérés az erdőrészetek között. A pontosítást részlet szinten Least Significant Difference (LSD) vizsgálattal végeztem. A Spearman-vizsgálathoz hasonlóan pirossal jelöltem a szignifikáns ($p < 0,05$), sárgával a tendenciát mutató, és szürkével a nem szignifikáns eredményeket. A részetek között nagy eltérés volt deformáció szempontjából, emellett néhány erdőrészet között különbség volt a gyökfő egészségi állapotában is. A lombvesztés mértéke és a fák szociális helyzete közel azonos volt minden vizsgált erdőrészetben (13. ábra).



13. ábra: Eltérés vizsgálata az erdőrészetek között

A kijött eredményeket összevettem az erdőrészetek általam vizsgált leíró lap szerinti jellemzőivel (domborzat, hidrológia, kor, elegyarány). Egyedül a kor szempontjából mutatott közel azonos tendenciát, a többi jellemzőnél nem találtam összefüggést a deformáció mértéke, illetve a gyökfő egészségi állapota között (14. ábra).



14. ábra: A kor hatása a deformációra és a gyökfő állapotára

6. Eredmények értékelése

A Spearman-féle rangkorrelációs vizsgálat alapján erős egyenes arányú összefüggés van a szociális helyzet és a lombvesztés között, vagyis a fák állományban betöltött szerepének nem csak a korona nagyságára, de annak egészségi állapotára is hatása van. Érdekes ezért az erdőművelés során a kőriseket nagyobb koronával nevelni, mert az javítja a lombkoronájuk egészségi állapotát, ezáltal ellenállóbbak lesznek a gyökfő betegségeivel szemben is. Kimutattuk az összefüggést a gyökfő korhadása és deformálódása között is, így bizonyítva lett az a feltételezés, hogy a fa ellaposodásainál, illetve annak határán lelhető fel a gyökfőt károsító gombafaj. Kisebb korrelációt mutat a deformálódás és a szociális helyzet között összefüggés, de szignifikánsan jelzi, hogy a gyengébb szociális helyzetű egyedeknek kevésbé deformálódott a törzse. Ez magyarázható azzal, hogy a közbe- és alászorult egyedeknek kisebb a magassága is, így statikailag nincs akkora szükségük terpeszek növesztésére, illetve kevésbé vannak kitéve az időjárás szeszéjeinek. Alacsony tendenciát mutat a lombvesztés és a gyökfő, illetve a deformálódás közti összefüggés, ami azt bizonyítja, hogy a magas kőris dőlésére a lombkorona egészségi állapota bár hatással van, de nem szabályszerű az összefüggés a kettő között.

Az ANOVA-vizsgálatban kirívó értéke van a Bakonyszentkirály 1/A erdőrészletnek. Ez azzal magyarázható, hogy a vizsgált állományok közül ez volt a legidősebb (90 év), emellett 1-es fatermési osztályban volt, ezért jóval nagyobb vastagsági növekedést is mutatott a többi erdőrészletnél. Az eredmények mérési hibával terheltnek lehetnek, mivel a fák átmérője többször meghaladta az átlaló által mérhető 60 cm-t. Emellett az idősebb fák köztudottan nagyobb terpeszt növesztenek, illetve az sem meglepő, hogy itt a legtöbb egyed a korhadásnak egy későbbi stádiumában volt már, mint a többi erdőrészletben. Ezzel magyarázható a kor és a gyökfő deformálódása közötti összefüggés is.

Kutatásom alátámasztja Vági (2019) megállapítását, hogy a korrallal romlik a fák egészségi állapota. Vörös-Torma (2018) és más kutatásokhoz hasonlóan én sem találtam összefüggést a termőhely és a pusztulás mértéke között. A gyökfő deformálódása és egészségi állapota között összefüggések alátámasztották Dávid (2019) és Vörös-Torma (2018) megállapításait, de cáfolták az Eperjes (2023) diplomamunkájában elmondottakat.

7. Következtetések, javaslatok

Az észlelések, szóbeli közlések és a statisztikai elemzések alapján elmondható, hogy a pusztulás jelenléte kortól, elegyaránytól, domborzattól és termőhelytől független. Az elmondások alapján az is kiderült, hogy a terepen dolgozó erdészek többsége a korona egészségi állapota alapján dönti el, hogy az adott fa kitermelésre kerüljön-e az adott évben. Mivel a korona egészségi állapota és a gyökfő pusztulása között nincs egyértelmű kapcsolat, ezért javaslom a magas kőrisek gyökfő környéki korhadását, deformálódását vizsgálni a gyérítések kijelölése alkalmával. Az elmondások és megfigyeléseim alapján a gyökfőnél jelentkező korhadás és elszíneződés nem megy feljebb 1-1,5 m-nél, így a faanyag minőségét nem befolyásolja annyira negatívan.

Az elmondásokból kiderült és a fiatal erdőkben tapasztaltuk is az erős vadnyomás káros hatását a még sima kérgű fák egészségi állapotára. A pusztulásra egy megoldás lehet az, hogy a fák számára stresszt okozó hatásokat csökkentjük. Ennek érdekében javaslom a vadállomány szabályozását, annak ellenére, hogy ez érdekellentéteket szülhet.

A 6. táblázat alapján elmondható, hogy az egyes mintaterületeken jelentős volt a záródásihiány, mely a dőlésekre és az évenkénti egészségügyi kitermelésekre vezethető vissza.

A dolgozatomban a kutatásom első lépéseit mutattam be, de a témát szeretném tovább vinni diplomamunkámban, illetve majd doktori témámban is. Még nagyon sok kutatási lehetőség van a témában, ezek közül a teljesség igénye nélkül említek párat. A kutatás következő lépése a tiszta tenyészetek meghatározása genetikai vizsgálatokkal lesz. Az idei diplomamunkám és a doktori során szeretném kiterjeszteni a vizsgálatot országos szintű mintavételekre. Tájegységként megnézni a pusztulás okát, mértékét (Hanság, Gemenc, Bereg, Somogy, Mátra, Kőrösök vidéke, Rába vidéke). Kisebbségi felvételezéseket, melyeket most nem tettem be a dolgozatomba végeztem már a Mátrában, Bükkben, Beregben, Gyula mellett és Tolna vármegyében is. A következő hónapokban célom eljutni a Hanságba és a Keszthelyi-hegységbe mintavételezésekre. Célom még az elmúlt 30 év meteorológiai adatsorainak vizsgálata, választ keresve arra a kérdésre, hogy van-e összefüggés az aszályos-csapadékos évek váltakozása, a sugárzás erőssége és a pusztulás kialakulása, mértéke között. Vizsgálom még a kitenyésztett fajok növekedését és egymásra hatását. Fontosnak tartom az erdőgazdálkodók véleményét, ezért egy kérdőív segítségével kérdezném őket meglátásokról.

8. Összefoglalás

Kutatásom során a magas kőris egészségi állapotát és a gyökérnyaki részéből kimutatható kórokozókat vizsgáltam a Magas-Bakony, Pápa-Devecseri Síkság és a Keleti-Bakony területén. Augusztus első felében kilenc erdőrésztletet kerestem fel a Bakonyerdő Zrt. és a Veszprémi Erdőgazdaság Zrt. (Verga Zrt.) területén melyekben kijelöltem egy-egy vizsgálati változó sugarú mintakört. Megvizsgáltam a mintakör közepéhez tíz legközelebb eső egyedet, felmérve a gyökfő, a törzs és a lombkorona egészségi állapotát. Az adatokat és egyéb megfigyeléseimet jegyzőkönyvbe vezettem, amit később statisztikai módszerekkel értékeltem ki. Mintakörönként nyolc fából vettem mintát három helyről, melyeket maláta és PDA táptalajon kitenyésztettem.

Az egészségi állapotfelmérés eredményeként megállapítottam, hogy erős pozitív összefüggés van a lombvesztés és a fák szociális helyzete között. Szignifikáns korrelációt állapítottam meg a gyökfő egészségi állapota és a deformálódás mértéke között. Eszerint minél nagyobb a terpesz fölött mért deformálódás, annál rosszabb a gyökfő egészségi állapota. A lombvesztés és a gyökfő egészségi állapota között nem jött ki egyértelmű összefüggés, ami azt bizonyítja, hogy az egészségügyi gyérítések során érdemesebb a gyökfő deformálódásait és korhadását vizsgálni a lombvesztéssel szemben.

Az erdőrésztletek között nem volt egyértelmű eltérés a fák lombvesztése és szociális helyzete tekintetében. Megfigyelhető volt azonban, hogy minél magasabb az állományok kora, annál erőteljesebb a pusztulás mértéke az erdőrésztletekben. A mért adatok alapján kimutattam, hogy a kőrisek dőlése egyaránt jelentkezik elegyedéstől, kortól, termőhelytől és domborzattól függetlenül minden állományban.

Összesített adatok alapján megállapítottam, hogy a vizsgált mintaterületeken a magas kőrisek egyharmada ép gyökfővel rendelkezik, de arányaiban nem sokkal volt kevesebb a bekorhadt egyedek száma. A deformálódott és felrepedt törzsek egyaránt a vizsgált fák ötödét tették ki.

Terepi észlelések és kitenyésztések alapján a fák gyökfői részénél a *Ganoderma*, *Armillaria* és *Xylaria* nemzetségek képviselőit mutattam ki az erdőrésztletekben.

Összességében elmondható, hogy a magas kőrisnek termőhelytől függetlenül mindenhol jelentkezik a döléses betegsége, melynek fő tünetei a fák gyökérnyaki részénél keresendők.

Irodalomjegyzék

- Balogh K. 2018: Idős magas kőris (*Fraxinus excelsior*) állományok egészségi vizsgálata a Sárospataki Erdészet területén. Diplomamunka. Soproni Egyetem. Erdőmérnöki Kar. Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet, Sopron.
- Bartha D. 2012: Dendrológia. Nyugat-Magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, 191-194
- Csóka Gy., Hirka A., Koltay A. és Kolozs L. 2013: Erdőkárok képes útmutató. Agroinform Kiadó és Nyomda Kft., Budapest, 74-78
- Csóka Gy. és Korda M. (szerk) 2024: OEE Szaktudás füzetek 4.: Biológiai inváziók az erdőben. Országos Erdészeti Egyesület, Budapest
- Dávid B. Á. 2019: Idős magas kőris állományok egészségi vizsgálata a Farkasgyepői Erdészet területén. Diplomamunka. Soproni Egyetem. Erdőmérnöki Kar. Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet, Sopron
- Eperjes A. 2023: Különböző korú magas és magyar kőris állományok egészségi vizsgálata a Kisalföldi Erdőgazdaság Zrt. Kapuvári Erdészetének területén. Diplomamunka. Soproni Egyetem. Erdőmérnöki Kar. Erdő- és Természeti Erőforrás-Gazdálkodási Intézet, Sopron
- Erdőrészlet Leíró Lapok 2024: Királyszállási Erdészet. Olaszfalu 7/a; 20/D; 11/G; Tés 75/C; Farkasgyepői Erdészet. Bakonyjákó-Iharkút 6/F; Bakonyszentlászlói Erdészet. Bakonyszentkirály 1/A; Bakonybéli Erdészet. Bakonyszücs 41/D; Pápai Erdészet. Doba 5/C; Malomsok 19/C
- Gencsi L. és Vancsura R. 1997: Dendrológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 656-670
- Igmándy Z. 1991: Magyar erdők táplógombái. Akadémiai Kiadó, Budapest, 53-55
- Kowalski T., Bilanski P. and Kraja W. 2017: Pathogenicity of fungi associated with ash dieback towards *Fraxinus excelsior*. Plant Pathology, 66: 1228-1238.
- Lakatos F. 2006: A magyar kőris rovarvilága. Erdészeti Lapok, 141 (11): 348-349

- Lakatos F. és Szabó I. 2012: Növényvédelem az erdőgazdálkodásban. Szaktudás Kiadó, Budapest, 177 pp
- Maki LR, Galyan EL, Chang-Chien M and Caldwell DR. 1974: Ice Nucleation Induced by *Pseudomonas syringae*. Appl Microbiol 28.
- Nagy L. 2016: A kőrisek új betegsége, a *Hymenoscyphus fraxineus* által okozott hajtáspusztulás terjedésének, növekedésének, patogenitásának vizsgálata. Doktori értekezés. Soproni Egyetem. Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola, Sopron
- Németh A. 2016: Magas kőris állományok egészségi állapotának vizsgálata a Jánossomorjai Erdészet területén (Kisalföldi Erdőgazdaság Zrt.). Diplomamunka. Nyugat-magyarországi Egyetem. Erdőmérnöki kar. Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet, Sopron.
- Szabó I. 2003: Erdei fák betegségei. Szaktudás Kiadó, Budapest, 179 pp
- Szabó, I. (2008a): First report of *Chalara fraxinea* affecting common ash in Hungary. New Disease Reports 18: 30.
- Szabó, I. (2008b): A magas kőris *Chalara fraxinea* okozta hajtás- és vesszőpusztulásának megjelenése Magyarországon. Növényvédelem 44 (9): 444-446.
- Tuba K., Eperjes A., Vági E., Balázs B., Tóth V., Jakab J., Kelemen G. 2023: Diseases causing the deterioration of the common ash stands in Hungary. Poster. Forest Protection Colloquium, Wien
- Udayanga D., Castlebury, L. A., Rossman, A. Y., Chukeatirote, E. and Hyde, K. D. 2014: Insights into the genus *Diaporthe*: phylogenetic species delimitation in the *D. eres* species complex. Fungal Diversity, Vol. 67: 203-229.
- Vachter P. 2024: A hegyi juharokat fertőző *Cryptostroma corticale* terjedése az első igazolt előfordulási helyén. Diplomamunka. Soproni Egyetem. Erdőmérnöki Kar. Erdő- és Természeti Erőforrás-Gazdálkodási Intézet, Sopron

-
- Vági E. 2019: Különböző korú magas és magyar kőris állományok egészségi vizsgálata a Nyírerdő Zrt. Nyíregyházi Erdészetének területén. Diplomamunka. Soproni Egyetem. Erdőmérnöki Kar. Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet, Sopron.
- Varga F. (szerk) 2001: Erdővédelemtan. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 302 pp
- Vörös-Torma Sz. 2018: Magas kőris állományok egészségi vizsgálata a Ravazdi Erdészet területén. Diplomamunka. Soproni Egyetem. Erdőmérnöki Kar. Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet, Sopron.

Köszönetnyilvánítás

A kutatásom során rengeteg segítséget kaptam a munka minden területén. Elsősorban szeretném megköszönni konzulensemnek, dr. Tuba Katalinnak egyetemi docensnek a rám szánt időt, a sok tanácsot, útmutatást, segítséget, amely nélkül nem valósulhatott volna meg ez a dolgozat. Köszönöm Jakab Jenőnek és Korda Évának a laboratóriumi munkákban nyújtott segítségüket.

Köszönettel tartozom az ERTI Erdővédelmi Osztályának, elsősorban külső konzulensemnek dr. Koltay Andrásnak a tanácsokért, mintavételben nyújtott segítségéért. Köszönöm az osztályvezetőnek, dr. Csóka Györgynek, hogy biztosította számomra a laboratóriumot kitenyésztés céljából.

Köszönöm a Bakonyerdő Zrt. és a Veszprémi Erdőgazdaság Zrt.-nek, hogy biztosítottak számomra szállást, kijutási lehetőséget, eszközöket a felvételezéshez. Külön köszönöm Váradi József főmérnöknek, Tóth Attila erdészvezetőnek, Kökény Gergely erdőgondnoknak és Kiss Csaba László erdészeti tervezőnek, valamint az erdészetek többi dolgozójának is a sok segítséget.

Az EKÖP-24-2-III számú projekt a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a 2024-2.1.1-EKÖP-2024-00007 pályázati program finanszírozásában valósult meg.

Külön köszönöm páromnak és barátaimnak, hogy támogattak és mindenben a segítségemre voltak.