

XXXIV. OTDK Biológia Szekció

TÓTH BENCE

osztatlan tanári szak (biológia-egészségtan / kémia tanár), 6. évfolyam

Nagytestű növényevő fajok és erdészeti fahasználatok együttes hatásának vizsgálata egy pilisi gyertyános-tölgyesben

Témavezető:

Kovács Bence

tudományos segédmunkatárs

MTA Ökológiai Kutatóközpont, Ökológiai és Botanikai Intézet



Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

Budapest, 2019

1. TARTALOMJEGYZÉK

2.	ÖSSZEFOGLALÓ	3
3.	RÖVIDÍTÉSJEGYZÉK.....	3
4.	BEVEZETŐ	4
5.	CÉLKITŰZÉSEK.....	6
6.	ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK.....	6
6.1.	A terület bemutatása.....	6
6.2.	A kísérleti elrendezés	7
6.3.	Adatgyűjtés.....	8
6.4.	Adatfeldolgozás	10
7.	EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK.....	10
7.1.	A növekedési tulajdonságok változása	10
7.2.	A vadkizárás hatása a kategoriális változókra	13
8.	KÖVETKEZTETÉSEK.....	17
9.	SZERZŐI HOZZÁJÁRULÁS	18
10.	IRODALOM.....	18
11.	KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	21

2. ÖSSZEFOGLALÓ

A patás nagyvadfajok állományának növekedése jelentős hatást gyakorol a hazai erdők természetes felújulására. Vizsgálatom célja az volt, hogy a vadhatást a különböző erdészeti fahasználatokkal (tarvágás, egyenletes bontás, hagyásfacsoport, lék) együttesen, az újulati egyedek növekedésének nyomon követésével elemezzem. A kísérletet állandósított újulati egyedpárokon végeztem, amelyek egyik tagját vadkizáró kerítéssel elzártuk. 2014-től évente rögzítettem az egyedek növekedési tulajdonságait (hajtáshossz, tőátmérő, hajtásszám, levélszám, levélfelület) és rágottságát. A elemzésekhez az újulatban előforduló leggyakoribb fajokat (kocsánytalan tölgy, gyertyán, virágos kőris) vettem figyelembe, illetve a cserjealkatú fajokat összevontan kezeltem. A vizsgálat során kimutattam, hogy a rágottsággal összefüggő változók gyakorisága az idő előrehaladtával ellenkező irányba változott a vadkizárás hatására: például a kerítésen belül nőtt az ép vezérhajtások száma; azon kívül csökkent. Az egyedek növekedésére jobban hatott a kezelés, mint a vadkizárás – a lékben és tarvágásban volt a legintenzívebb növekedés. A virágos kőrison kívül minden faj hajtáshossz-növekedése szignifikánsan nagyobb volt az elkerített részben. A cserjefajok növekedése a hajtásszám kivételével minden változóra szignifikánsan nagyobbnak bizonyult a kerítésen belül. Ez alapján a cserjék védő hatása az erdészeti célfajokra nézve is jelentős lehet, ami indokolhatja a jól fejlett cserjeszint fenntartását a gazdasági erdőkben.

3. RÖVIDÍTÉSJEGYZÉK

Erdészeti fahasználatok:

B	bontóvágás (egyenletes bontás)
H	hagyásfacsoport
K	kontroll (zárt) állomány
L	lékvágás
T	tarvágás

Fajkódok:

KTT	kocsánytalan tölgy
GY	gyertyán
VK	virágos kőris
CSRJ	egyéb cserje- és elegyfajok

A felmért folytonos változók:

h	hajtáshossz
d	tőátmérő
n	hajtásszám
LA	levélfelület

Alkalmazott adattranszformációk:

sqrt	négyzetgyök
ln	természetes alapú logaritmus

A kategoriális változók kódjai:

NR	nem rágott
O	csak az oldalhajtások rágottak
C	csak a csúshajtás rágott
OC	a csúcs- és oldalhajtások is rágottak
ER	a hajtások több, mint fele rágott
A1	egyenes
A2	csak a magasság fele fölött ágazik el
A3	a magasság fele alatti elágazás(ok)
A4	cserjealkatú
A5	sok, rövid, fejletlen hajtás
I1	nem rágott
I2	csak az elmúlt 1-2 évben rágott
I3	csak 2 évnél régebben volt rágott
I4	több évre visszamenőleg folyamatosan rágott

4. BEVEZETŐ

A hagyományos vágásos erdőgazdálkodás számos tekintetben megváltoztatja az erdők szerkezetét: homogén, egykorú állományokat alakít ki (Bartha 1996), amelyek a természetestől jelentősen eltérő elegyarány-viszonyokkal és kevesebb holtfával rendelkeznek, az idős fák és mikro-élőhelyek előfordulási valószínűsége is kisebb (Paillet *et al.* 2010). A jelenlegi erdőgazdálkodási gyakorlatra a vágásos üzemmód túlsúlya jellemző, mivel üzemi léptékben ennek tervezése és kivitelezése a legegyszerűbb. A vágásos szálerdőüzemnek számos természetvédelmi vonzata is van, mint a csökkent fajgazdagság (Paillet *et al.* 2010) vagy az így kezelt állományok fokozottabb bolygatásokkal szembeni érzékenysége, ami egyúttal profitkiesést is eredményezhet az erdőgazdálkodónak (Scelhaas *et al.* 2003).

Ezek miatt az utóbbi évtizedekben az erdészeti gyakorlatban sok helyen előtérbe került a folyamatos erdőborítást biztosító gazdálkodás igénye, amely a vágásos üzemmód fahasználataihoz képest kevésbé drasztikus változásokat okoz a termőhelyi viszonyokban és az erdei életközösségekben (Schütz 2012). Így a végeredmény a természetes erdőkhez hasonlóbb társulás, megtartva a gazdasági célú erdő kívánt produktivitását. Folyamatos erdőborítás az örökerdő üzemmódban többféle fahasználattal is megvalósítható, például lék-, szálalóvágás vagy szálalás révén (Csépanyi 2013).

Bükkösök esetében a lékgazdálkodás – amely a kis erdőciklus természetes regenerációs folyamatát imitálja – kiterjedt nemzetközi és hazai irodalommal rendelkezik (Naaf & Wulf 2007, Gálhidy *et al.* 2006, Csépanyi 2013), azonban tölgyesekben végzett vizsgálatok közül jóval kevesebb áll rendelkezésre (Csépanyi 2008, Kovács *et al.* 2013). A tölgy nagy fényigénye, kezdeti lassú növekedése és vadkárral szembeni érzékenysége miatt a tölgyes állományok folyamatos erdőborítást biztosító gazdálkodás melletti felújítása az egyik legnehezebb feladat a hazai gazdálkodók számára (Csépanyi 2008).

A mai napig kevés olyan vizsgálat áll rendelkezésünkre, amely a hagyományos vágásos üzemmódra jellemző beavatkozások (pl. tarvágás, bontóvágás, gyérítés), illetve az örökerdő üzemmódban alkalmazható fahasználatok hatásait egymás mellett vizsgálja (pl. Zenner *et al.* 2006). Annak érdekében, hogy a különböző céloknak leginkább megfelelő erdőkezelési módot válasszuk, több ehhez hasonló vizsgálatra lenne szükség, a gazdasági szempontból különösen fontos tölgyes állományokban is.

A lékdinamikához hasonlóan állandó és fontos eleme a mérsékelt övi erdők természetes bolygatási rezsimjének a nagytestű növényevők jelenléte és az erdei életközösségre gyakorolt hatása (Standovár 1996). Legfontosabb tevékenységeik közé tartozik a rendelkezésre álló

növényi anyag fogyasztása, a fás szárú egyedek kérgének lehántása, a taposás, a talaj bolygatása, valamint a propagulum-terjesztés (Gill 1992, Côté *et al.* 2004). Ezen hatások nem tekinthetők egyértelműen pozitívnak vagy negatívnak, az erdő természetes részei. A rágás például bizonyos egyedeket hátrányosan érint, ugyanakkor növelheti az újulat diverzitását (Royo *et al.* 2010). Az utóbbi évszázadban – elsősorban a vágásos gazdálkodás következtében – az európai erdők természetességi állapota leromlott. Ezzel párhuzamosan a vadlétszám is rendkívül megnőtt ebben az időszakban (Côté *et al.* 2004, Katona 2007). E két hatás jelentősen fokozta a növényevők természetes újulatra gyakorolt negatív hatásait.

A hazai állományok közül ez a tölgyeseket erőteljesen érinti, ugyanis a tölgy különösen érzékeny a patás nagyvadfajok által okozott rágáskárra, főképp akkor, ha más preferált fajok kisebb arányban vannak jelen (Gill & Beardall 2001, Sütő *et al.* 2017). E fajok rágása miatt, vadlétszámtól függően, az egykorú, gazdasági tölgyesek természetes felújulása erősen korlátozott. Bizonyos területeken a vaddisznó általi makkpredáció is legalább ilyen jelentős tényező lehet (Sütő *et al.* 2017).

A vadrágás hatása többféle aspektusból vizsgálható. Boulanger és mtsai. (2009) elegyes tölgyesekben, az európai patás fajok táplálékszelektivitását vizsgálva kimutatták, hogy az egyértelműen preferált fajok az olyan cserje- és elegyfajok, amelyek gyakran hiányoznak a gazdasági erdők újulati szintjéből (pl. som, galagonya). A tölgyet az általuk vizsgált állományokban kisebb arányban fogyasztották, amit a patások által kedveltebb cserjefajok jelenlétének tulajdonítottak. Hasonló eredményre jutottak Jensen és mtsai. (2012) is, akik megállapították, hogy a cserjeszint nagy tápanyagtartalmú fajai védelmet biztosíthatnak a rágás ellen a célfaj csemetéi számára. Ugyanakkor kimutatták, hogy a cserjeszint nagy összborítása növelheti a csemeték mortalitását.

A patások rágásában nemcsak faj-, hanem méretpreferencia is kimutatható. A kis – jellemzően 20-30 cm alatti – egyedek esetében a rágás nem jelentős, a tölgyek mortalitása ebben a mérettartományban általában más okokra vezethető vissza (Götmark *et al.* 2005). Hazai vizsgálatokban a legnagyobb arányú rágottságot a fő- és elegyfajok esetében egyaránt a 20-150 cm-es méretkategóriában mutatták ki (Kenderes & Standovár 2007, Kovács *et al.* 2013). Ez a magasság nem csak a rágás valószínűségét, de az intenzitását is növeli, mivel ezek az egyedek találhatóak a vad számára legkönnyebben elérhető helyen (Jensen *et al.* 2012).

A rágáskár hatásának vizsgálatára gyakran alkalmazott módszer a teljes vagy részleges vadkizárás. Drexhage és Colin (2003) kísérletükben rámutattak arra, hogy mérsékelt vadnyomás esetén nincs jelentős különbség a tölgycsemeték növekedésében a vadtól elzárt és el nem zárt egyedek területeken – bár a növekedés lassabb lehet és a faanyag gazdasági értéke csökkenhet a

rágás hatására. Nagyobb vadlétszám vagy eltérő fajösszetétel esetén ugyanakkor az eredmény ettől jelentősen eltérhet (Sütő *et al.* 2017).

5. CÉLKITŰZÉSEK

A vadhatással foglalkozó kutatások ritkán térnek ki arra, hogy a vadragás hogyan befolyásolja az egyes egyedek növekedését. Vizsgálatom elsődleges célja az volt, hogy a patás nagyvadfajok legelésének hatását direkt, kvantitatív módon kövessem olyan fásszárú újulati egyedeken, amelyek eltérő erdészeti fahasználatokkal érintett mintaterületeken találhatóak.

Vizsgálatom során arra kerestem választ, hogy

1. a területen jelenlévő vadállomány okoz-e szignifikáns különbséget a vadtól elzárt, illetve a vad számára elérhető egyedek növekedésében;
2. a vadkizárás vagy az erdészeti beavatkozások hatása erősebb a vizsgált gyertyános-tölgyes fásszárú újulatának esetében;
3. az alkalmazott kezelések (vadkizárás illetve fahasználatok) hatásai időben változnak-e;
4. az egyes vizsgált fajok hogyan reagálnak az őket érő hatásokra?

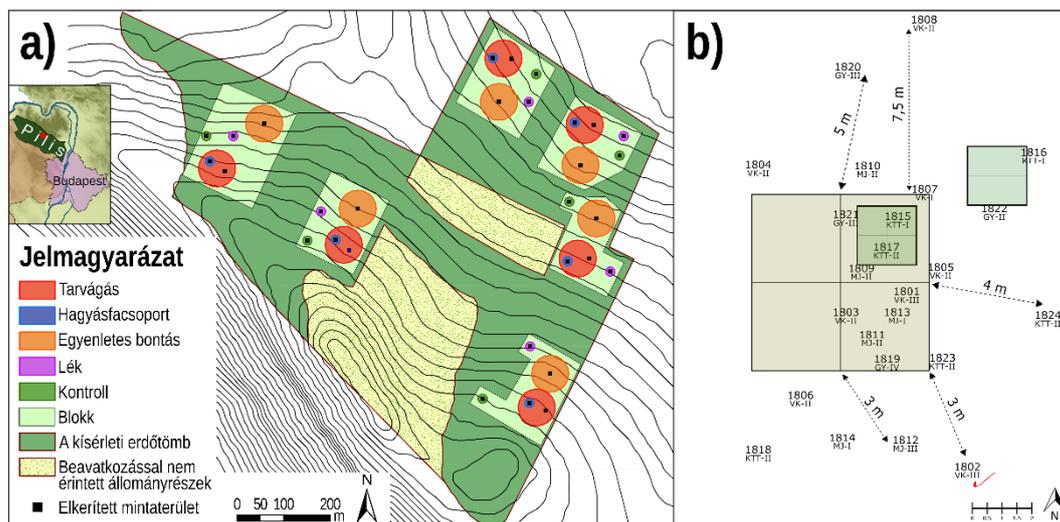
A mérhető, növekedéssel összefüggő növényi tulajdonságok mellett a nagyvad fajok hatását a vizsgált újulati egyedek életképességére, az eddigi gyakorlattól eltérően, több, gyakran keveredő szempontot (pl. Katona *et al.* 2013, Kenderes & Standovár 2007) elkülönítve értékelve becsültem is. Ebben az esetben a fő cél – a módszertan kidolgozása mellett – annak megválaszolása volt, hogy:

5. miként hat a vadkizárás az egyedek vezérhajtására, alakjára, rágottságára és a rágáskép időbeli folytonosságára?

6. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

6.1. A terület bemutatása

Vizsgálataimat az MTA ÖK ÖBI Erdőökológiai kutatócsoportjával együttműködve, a „Pilis Üzemmod Kísérlet” keretében folytattam (<https://www.piliskiserlet.okologia.mta.hu/>). A kísérleti terület a pilisi Hosszú-hegyen található (47°40'N, 18°54'E), 370-470 m tengerszint feletti magasságon. A kísérleti terület egy egységesen észak-északkeleti kitétségű, enyhe (7-10°-os) lejtőszögű 40 hektáros egynemű tömbben helyezkedik el (*1. a* ábra).



1. ábra A kísérleti terület bemutatása. a) A kísérleti tömb elhelyezkedése a Pilisben; a blokkok és a kezelések helyzete. b) Példa a kezelések közepén található elkerített mintaterület környezetében készített csemetetérképre, az egyedek legfontosabb adataival.

A területen régóta alkalmazott vágásos üzemmód következtében az állomány megközelítőleg egykorú (80 éves), kétszintes gyertyános–kocsánytalan tölgyes. Állományszerkezete és fajösszetétele egyaránt homogén. A lombkorona felső szintjében a domináns faj a kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*), alsó szintjében a gyertyán (*Carpinus betulus*) a leggyakoribb faj. Ritka elegyfajként megjelenik a virágos kőris (*Fraxinus ornus*), a bükk (*Fagus sylvatica*), a csertölgy (*Quercus cerris*) és a vadcsereesznye (*Prunus avium*) is. A kiindulási állapotban a lombkorona záródása egyenletes, kb. 90%-os volt. Az erdő cserjeszintje gyér, főként a gyertyán és a virágos kőris, valamint a mezei juhar (*Acer campestre*) újulata alkotja, de szálszerűen előfordulnak az egybibés galagonya (*Crataegus monogyna*), a húsos som (*Cornus mas*), a közönséges fagyal (*Ligustrum vulgare*) és bibircses kecskerágó (*Euonymus verrucosus*) egyedei. A terület nagyvad állományát alkotó legfontosabb fajok a gímszarvas (*Cervus elaphus*), az európai őz (*Capreolus capreolus*), és a vaddisznó (*Sus scrofa*).

6.2. A kísérleti elrendezés

A területen ötféle kezelést valósítottunk meg hat ismétlésben, teljes blokk elrendezést követve. Az egyes blokkok és kezelések elhelyezkedése az *1. a) ábrán* látható. Az alkalmazott kezelések:

- Tarvágás (T): 80 m átmérőjű, kör alakú mikrotarvágás, amelyen belül minden 2 m-nél magasabb faegyed kivágásra került.
- Hagyásfacsport (H): A tarvágáson belül, 20 m átmérőjű körben meghagyott állományrész.

- Bontás (B): 80 m átmérőjű körben egyenletes bontást alkalmaztunk. Az alsó lombkoronaszint összes egyede és a felső lombkoronaszint egyedeinek 30%-a kivágásra került.
- Lék (L): Kb. egy fahossznyi, 20 m átmérőjű körben kitermelésre került az összes faegyed.
- Kontroll (K): Érintetlenül hagyott eredeti állomány erdészeti kezelés nélkül.

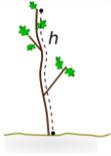
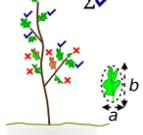
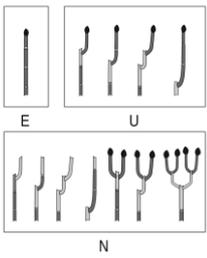
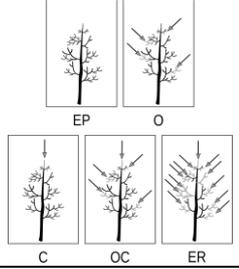
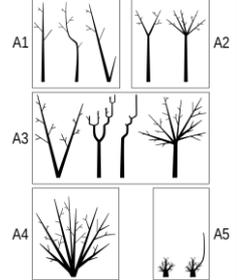
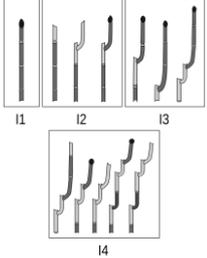
A fahasználatokat a Pilis Parkerdő Zrt. munkatársai végezték 2014-2015 telén. Minden mintavételi területen (összesen $6 \times 5 = 30$) kialakítottunk egy $6 \text{ m} \times 6 \text{ m}$ alapterületű, 1,5 m magas vadkizáró kerítéssel körbezárt térrészt, amelyben és amely közvetlen környezetében végeztem méréseimet.

6.3. Adatgyűjtés

A kezelések és a vadkizárás hatásának vizsgálatát a fahasználatok előtt a területen már meglévő, állandósított újulati egyedpárokon végeztem. A kerítések kihelyezése után, a kerítésen belül található fásszárú újulati egyedekhez kerestem azonos fajú, hasonló korú, méretű és rágottságú párt. Ez alapján 2014 őszén 188 egyedpárt jelöltem ki. A ritkább elegy- és cserjefajok a mintában felülreprezentáltak a természetes gyakoriságukhoz képest, hogy a további elemzésekhez szükséges minimális elemszám biztosított legyen ezen fajok esetében is. Törekedtem arra is, hogy a területen fellelhető minden faj és méretkategória (<20 cm, 20-50 cm, 50-130 cm, >130 cm) kombinációja a mintába kerüljön. A párok tagjait egyedi azonosítóval láttam el, valamint a könnyebb kereshetőség érdekében minden mintaterülethez csemetetérképet készítettem (*1. b) ábra*).

A csemetepárok felvételét 2014 ősztől (már a beavatkozások előtti évben is) minden ősztel és tavasszal egy alkalommal végeztem. Mérőszalag és digitális tolómérő segítségével a következő növekedési tulajdonságokat mértem, illetve számoltam: hajtáshossz, tőátmérő, hajtásszám, levélfelület. Külön feljegyeztem, ha az adott egyed elpusztult. A növekedési tulajdonságok mérésén kívül rögzítettem a növény vadhatással összefüggő kvalitatív változóit is, a csoportunk által, terepi tapasztalatok alapján kidolgozott, monitorozásra is alkalmas módszertan alapján. A terepen rögzített változók nevét és rövid ismertetését az *1. táblázat* tartalmazza.

1. táblázat A felmérés során rögzített változók rövid ismertetése.

Változó	Definíció	Ábra
Hajtáshossz (h)	<i>Folytonos változó.</i> A növény legnagyobb mérhető hossza a talajfelszíntől a csúcsrügy alapjáig. Mérési pontosság: 0,5 cm.	
Tőátmérő (d)	<i>Folytonos változó.</i> A növény szárának átmérője közvetlenül a talajfelszín felett mérve. Mérési pontosság: 0,01 mm.	
Hajtásszám (n)	<i>Diszkrét változó.</i> A növényen található, önálló elfásodott alappal rendelkező, élő hajtások darabszáma.	
Levélfelület (LA)	<i>Folytonos változó.</i> A növényen található, legalább félig ép levelek száma szorozva a növényen található „átlagos méretű” levél felületével (annak legnagyobb hosszúsága és legnagyobb szélessége kerül megmérésre 0,1 cm pontossággal).	
Vezérhajtás	<i>Kategoriális változó, három szinttel.</i> Azt adja meg, hogy az újulati egyed rendelkezik-e vezérhajtással, és amennyiben igen, az az eredeti-e, vagy az annak szerepét átvevő egykori oldalhajtás.	
Rágás jellege	<i>Kategoriális változó, négy szinttel.</i> Jellemzi az egyedét ért rágáskár súlyosságát. Megadja, hogy a rágási esemény csúcs-, vagy oldalhajtást érintett-e, illetve rögzíti, ha a hajtások több mint fele rágott.	
Alak	<i>Kategoriális változó, öt szinttel.</i> Megadja, hogy az egyed alakja a teljesen ép, egyenes növéssű forma, és a sok, rövid hajtással és vastag törzssel rendelkező közel életképtelen forma közti skálán hol helyezkedik el.	
Rágás ideje	<i>Kategoriális változó, négy szinttel.</i> Rögzíti, hogy a növényen található-e friss rágásnyom, illetve történt-e olyan régebbi rágási esemény, amely visszavethette az egyed fejlődését, továbbá a rügygyűrűk alapján történő becsléssel rögzíti a rágási előtörténetet is.	

6.4. Adatfeldolgozás

Az elemzésbe bevont fajok közül elegendő egyedszámúnak bizonyult és minden kezelésben hasonló egyedszámban fordult elő a kocsánytalan tölgy (53 pár), a gyertyán (34 pár), és a virágos kőris (49 pár). A többi, általában cserjealkatú, erőteljes vadnyomás alatt álló fajt (egybibés galagonya, húsos som, bibircses kecskerágó, vadrózsa, mezei juhar) egy „cserje” kategóriába összevontan elemeztem (összesen 39 pár). A feldolgozáskor csak az őszi felvételek adatait használtam fel. A mért növekedési tulajdonságok esetében az elemzésekhez az éves növekményt (pl. hajtáshossz-, tőátmérő-növekedés) használtam, amit az adott és az előző tárgyévi változók különbségeként származtattam.

A növekedési tulajdonságok esetén a vadkizárás és az erdészeti kezelések együttes hatásának vizsgálatát, fajonként külön, lineáris kevert modellek segítségével végeztem (Faraway 2006). A modellekben fix hatásként a vadkizárást, a kezelést és az évet, illetve ezek páros interakcióit, random faktorként az egymásba ágyazott blokk/egyedpár/kizárás hatását használtuk a blokkhatás, valamint az ismételt mintavétel kezelése érdekében. Az adatfeltárást és modellépítést Zuur és mtsai. (2010) protokollja alapján végeztem, ahol a modell reziduálisainak normalitása sérült, a függő változókat transzformáltam. A modellek illeszkedését determinációs koefficiens (likelihood-ratio teszten alapuló pseudo- R^2 ; Bartoń 2016), devianciaanalízis (F-statisztika; Faraway 2006) és grafikus diagnosztika segítségével jellemeztem. Az egyes kezelés-vadkizárás kombinációkra páronkénti többszörös összehasonítást végeztem (Tukey-teszt, $\alpha=0,05$).

A kategoriális változók elemzéséhez – a vadkizárás hatásának teszteléséhez – G-teszten alapuló függetlenségvizsgálatot végeztem (McDonald 2014).

Az elemzéseket R 3.5.0 környezetben végeztem (R Core Team 2018). A kevert modellekhez az „nlme” (Pinheiro *et al.* 2018), a determinációs koefficiensek meghatározásához a „MuMIn” csomag „rsquaredLR” funkcióját (Bartoń 2018), a páros összehasonlításokhoz az „emmeans” (Lenth 2018), a függetlenségvizsgálathoz a „DescTools” (Signorell *et al.* 2018) csomagokat használtam.

7. **EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK**

7.1. A növekedési tulajdonságok változása

A lineáris kevert modellek eredményeit a 2. táblázatban foglaltam össze. A modellek alapján megállapítható, hogy az újulat növekedési tulajdonságaira általában az erdészeti kezelés erősebb tényező, mint a vadkizárás vagy az eltelt idő. Ennek hátterében főként a tarvágásban

és a lécekben tapasztalható talajnedvesség- és fénytöbblet állhat (Kovács *et al.* 2018), amely gyorsabb növekedést tesz lehetővé. Chaar és mtsai. (1997) hasonló eredményre jutottak kocsánytalan tölgyel folytatott kísérletükben. A fahasználatok hatása a cserjealkatú fajokat érintette legkevésbé, esetükben a vadkizárás hatása erősebb.

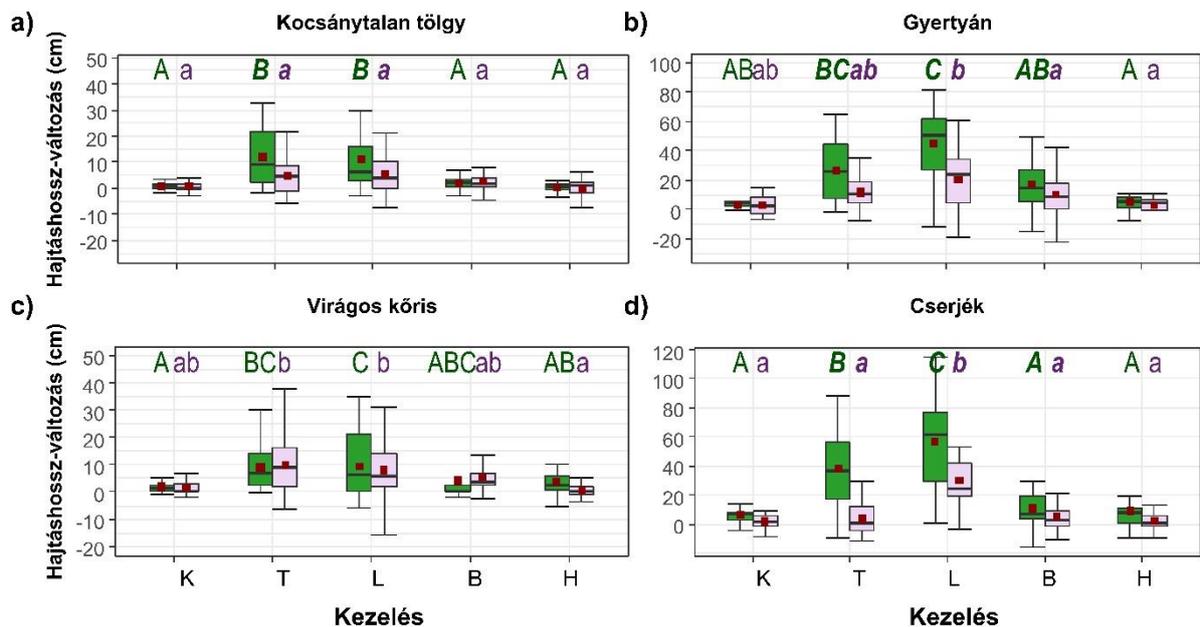
2. táblázat A fajokonként számolt növekedési tulajdonságok éves változására épített lineáris kevert modellek eredményei. A modellek magyarázó változóhoz tartozó F-értékek szignifikanciáját a következő módon jelöltem: *: $p < 0,05$; **: $p < 0,001$; ***: $p < 0,0001$. A szignifikáns eredmények F értékeit félkövérrel szedtem. A használt rövidítések: h: hajtáshossz-növekedés; LA: levélfelület-növekedés; d: tőátmérő-növekedés; n: hajtásszám-növekedés; KTT: kocsánytalan tölgy; GY: gyertyán; VK: virágos kőris; CSRJ: cserjealkatú fajok. Az alkalmazott transzformációkat a változó mellett tüntettem fel.

Faj	Függő változó	Modellek			Kizárás	Kezelés	Év	Kizárás: Kezelés	Kizárás: Év	Kezelés: Év
		Chi ²	p	R ² _{LR}	F	F	F	F	F	F
KTT	h	111,263	<0,0001	0,359	9,485 *	14,024 ***	11,565 **	3,141 *	1,001	3,974 **
	LA ^(ln)	74,028	<0,0001	0,259	4,100 *	8,500 ***	1,000	3,300 *	1,700	3,100 *
	d	86,556	<0,0001	0,316	5,843 *	10,924 ***	5,660 *	2,656 *	1,052	3,460 *
	n ^(sqrt)	60,397	<0,0001	0,203	1,085	2,966 *	8,320 **	0,856	1,373	3,311
GY	h ^(sqrt)	91,858	<0,0001	0,422	21,436 **	10,633 ***	13,787 ***	0,964	2,854	1,190
	LA	40,508	0,0064	0,228	2,497	2,919 *	7,020 *	0,200	2,630	0,693
	d	79,699	<0,0001	0,395	2,316	10,993 ***	16,259 ***	0,595	1,463	1,402
	n	46,71	0,001	0,241	8,890 *	2,877 *	3,790 *	0,593	2,523	1,434
VK	h	90,982	<0,0001	0,325	2,765	6,577 **	14,649 ***	0,807	1,942	4,471 **
	LA	60,295	<0,0001	0,234	4,171 *	9,668 ***	0,868	1,126	1,443	2,362 *
	d	77,218	<0,0001	0,318	0,091	19,928 ***	1,794	1,126	1,021	2,288 *
	n	57,572	<0,0001	0,213	0,071	7,592 **	5,217 *	0,556	1,533	2,131 *
CSRJ	h ^(sqrt)	106,238	<0,0001	0,475	39,892 ***	8,360 **	10,054 **	4,757 *	1,639	2,489 *
	LA ^(ln)	107,745	<0,0001	0,397	11,118 *	8,669 **	3,521 *	3,954 *	3,926 *	6,259 ***
	d ^(ln)	66,496	<0,0001	0,352	4,523 *	6,351 **	4,398 *	2,119 *	3,185 *	2,355 *
	n ^(ln)	83,996	<0,0001	0,305	1,999	5,273 *	14,744 ***	1,471	1,592	3,790 *

A kezelésen kívül fontos faktor volt a vadkizárás és az erdészeti kezelések óta eltelt évek száma is. A vadkizárás hatása – a virágos kőris kivételével – szignifikáns volt az egyedek hajtásnövekedésére. Terepi tapasztalataim szerint a virágos kőris hosszanti növekedését kevésbé befolyásolja a vadragás; sokkal inkább a hajtások és a levelek számának növekedését okozza. Ezek közül a levélfelület-növekedésre gyakorolt hatást az elemzés igazolja, a hajtásszám-változását nem. Ennek az lehet az oka, hogy a vizsgálat során nem válik el a ragás hajtásszámot csökkentő hatása a ragást követő elágazás hajtásszámot növelő hatásától. A vadkizárásra erőteljes választ adott a gyertyán hajtásszám-növekedése és a virágos kőris levélfelület-növekedése is. A kocsánytalan tölgy és a virágos kőris levélfelületén, illetve a virágos kőris tőátmérőjén kívül minden változó szignifikáns növekedést mutat az évek előrehaladtával. Drexhage és Colin (2003) vizsgálatukban ugyanakkor a kocsánytalan tölgy levélfelületének (illetve hajtáshosszának, rügytömegének, stb.) ragás hatására való csökkenését is igazolták. A vizsgált fajok növekedési tulajdonságai eltérőek; a gyertyán például bolygatás nélkül is nagy hajtásszám-növekedést produkál, míg egy érintetlen tölgy vagy virágos kőris egyed hosszú évekig élhet egy hajtással (Collet *et al.* 1997). Emiatt az egyes fajok bekerítésre

adott válasza eltérő volt. A legerősebb reakciót a vadkizárásra a cserjekarakterű fajok adták. A hajtásszám kivételével (a fent említett okokból) minden növekedési tulajdonságuk erőteljesen reagált a bekerítésre. Ebből is érzékelhető, hogy a vad által preferált fajok tartoznak elsősorban ebbe a csoportba, így a célfaj újulatának védelme szempontjából kiemelt jelentőségük van (vö. Boulanger *et al.* 2009).

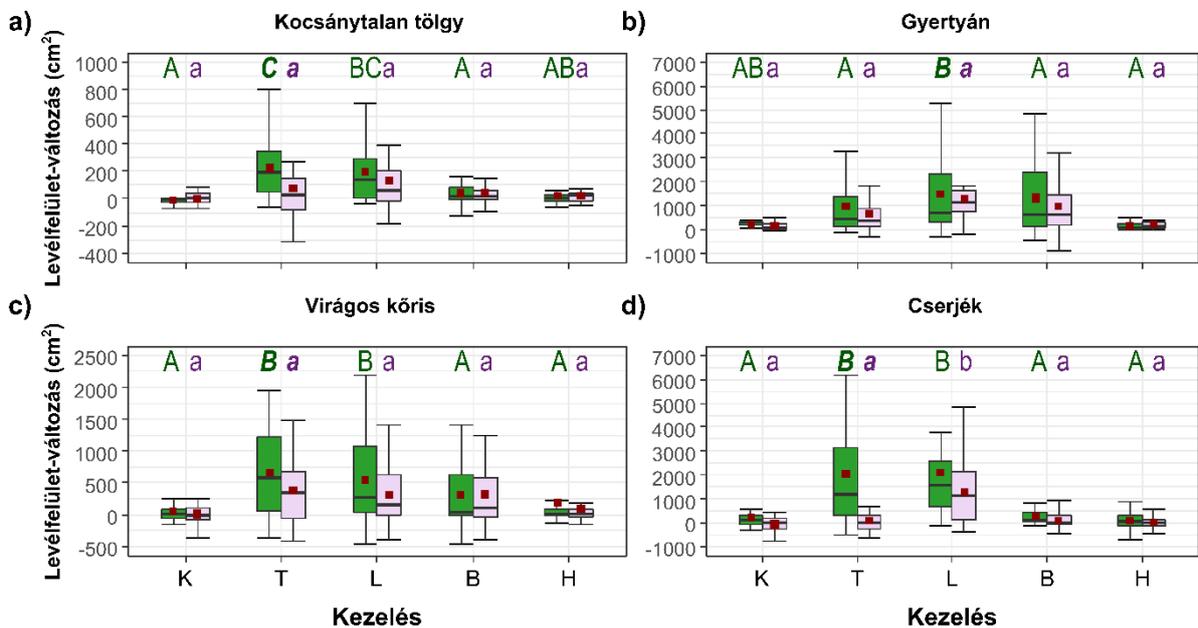
A fentiekben vizsgált összefüggéseket a legmarkánsabbnak bizonyult növekedési tulajdonság, a hajtáshossz a változásán keresztül mutatom be részletesebben (2. ábra).



2. ábra A kezelések és vadkizárás hatása a négy vizsgált faj (illetve fajcsoport) éves hajtáshossz-növekedésére. Bal oldalon (zöld) a bekerített, jobb oldalon (lila) a be nem kerített egyedek mediánja (vízszintes vonal), interkvartilis terjedelme és átlaga (piros négyzet). A páronkénti többszörös összehasonlítás alapján (Tukey-teszt, $\alpha < 0,05$) az eltérő nagybetűk a vadtól elzárt egyedek, a kisbetűk a vad által hozzáférhető egyedek szignifikáns különbségét mutatják az egyes kezelések között. Az egy kezeléson belül, a bekerítés hatására jelentkező szignifikáns eltéréseket dőlt, félkövér betűkkel jeleztem.

A 2. ábrán is megfigyelhető, hogy az egyedek növekedésének mértékére a kezelésnek van a legnagyobb hatása. A lékben és a tarvágásban, a rendelkezésére álló talajnedvesség- és fénytöbblet miatt, az újulati egyedek erőteljesebben növekedtek (Chaar *et al.* 1997). A virágos kőris kivételével minden faj szignifikánsan nagyobb növekedést mutatott a vadkizárás hatására. Emellett a gyertyán és a cserjék a bontásban is szignifikánsan nagyobb hossznövekedést mutattak. Megfigyelhető még, hogy a növekedésbeli különbség (a tölgy kivételével) általában nagyobb a tarvágásban, mint a lékekben. Ez vélhetően annak köszönhető, hogy a tarvágásban jelenlévő sarjak nagy száma, vonzza a vadfajokat, így itt intenzívebben táplálkoznak. Berquist és Örlander (1998) különbséget találtak a különböző korú tarvágásokba ültetett lucfenyő csemeték rágottságában. Ez azt jelenti, hogy a fahasználat rágottságra gyakorolt hatásának

feltárására további vizsgálatok szükségesek. A hagyásfacsoportban lévő egyedek minden esetben a kontrollhoz hasonlóan lassú növekedést mutattak. Ennek az lehet az oka, hogy a maradó faegyedek jelentősen árnyékolnak és a párologtatásuk miatt a szárító hatásuk is jelentős. A bontás általában köztes kezelésnek bizonyult, a növekedés nagyobb mértékű, mint a kontrollban, de a különbség sehol sem szignifikáns.

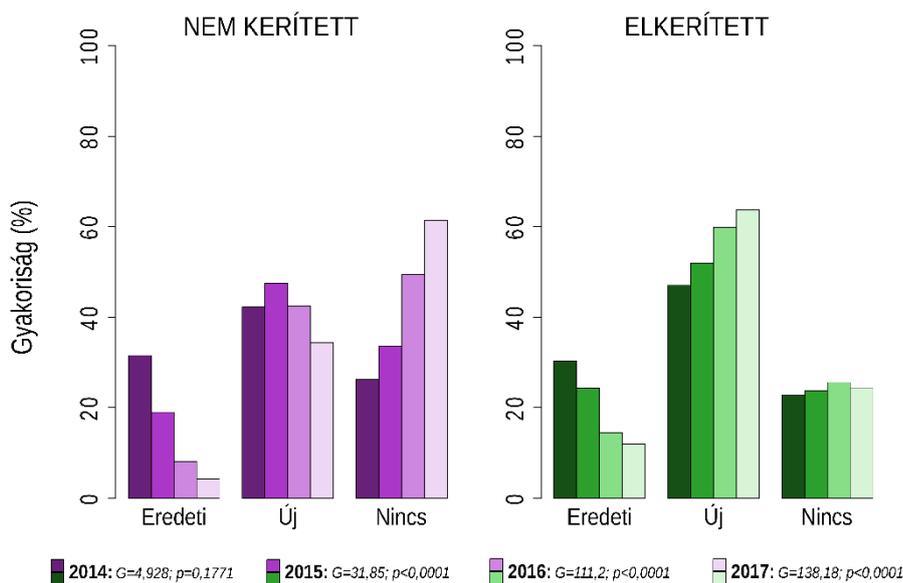


3. ábra A kezelések és vadkizárás hatása a négy vizsgált faj (illetve fajcsoport) éves levélfelület-növekedésére.

A levélfelületek változásán (3. ábra) hasonló mintázat figyelhető meg. A hagyásfacsoport nem tér el a kontrolltól, a létkben és a tarvágásban viszont erősebb növekedés tapasztalható. Egyedül a gyertyán levélfelület-növekedése marad el a tarvágásban a többi fajhoz képest. Ennek magyarázata további vizsgálatot igényel. Különösen jelentős a bekerítés hatása a cserjefajok esetében; a levélfelület-növekedésben a tarvágásban mérhető a legnagyobb eltérés. Ez is jelzi az ezekre az egyedekre ható jelentős vadnyomást.

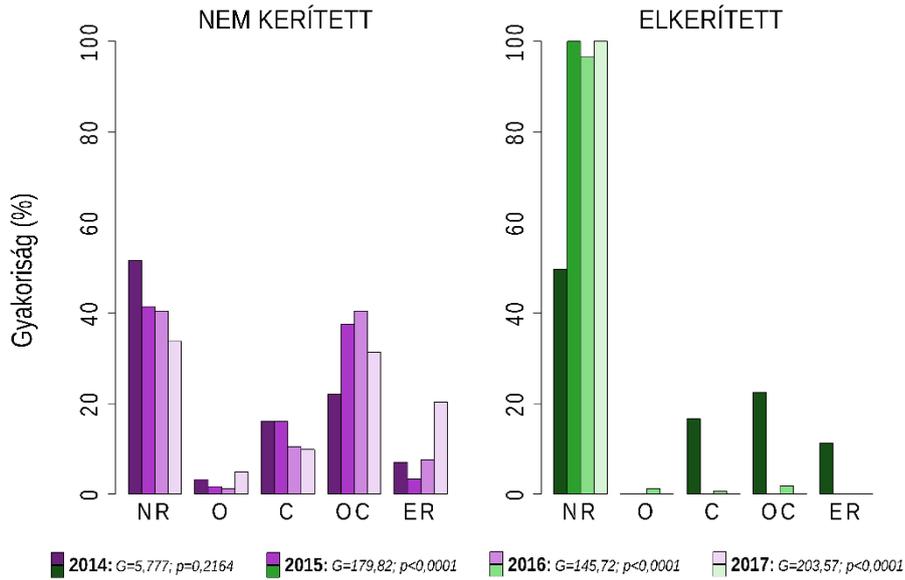
7.2. A vadkizárás hatása a kategoriális változókra

A saját vadhatásvizsgálati módszertanunk kategoriális változóinak elemzését az összes vizsgált faj bevonásával végeztem. Megállapítható, hogy az egyes kategóriák aránya az idő előrehaladtával jelentősen változott: a bekerített térrészen az egyedek a kisebb vadhatást jelző kategóriák felé mozdultak el, míg a be nem kerített részen erősebb vadhatást tapasztaltunk. Ezek a változások nyomon követhetők a 4-7. ábrákon.



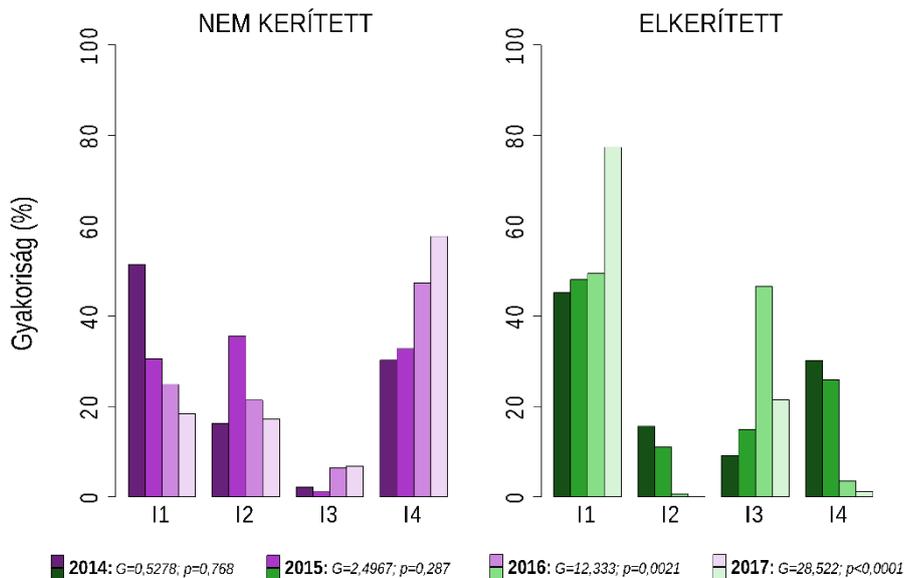
4. ábra A vezérhajtások arányának változása az évek folyamán, vadkizárás szerinti bontásban .

A 4. ábrán látható, hogy az egyértelműen azonosítható vezérhajtások aránya a bekerítetlen egyedek esetén erőteljesen csökkent az évek előrehaladtával. Mivel a kijelöléskor az egyedek jelentős része 20 cm alatti volt, azokat kevésbé érintette a vadragás – többségük rendelkezett vezérhajtással –, az egyedek növekedését követően a vadnyomás is megnőtt. Ezt mutatja az ép vezérhajtás nélküli egyedek arányának változása is. Az eredeti vezérhajtások aránya az elkerített egyedek esetében is csökkent – de ennek mértéke kisebb volt –, ezzel szemben az új vezérhajtások aránya nőtt. Ennek hátterében számos hatás állhat, a csemeték ki voltak téve egyéb károsító hatásoknak (pl. szárazságstressz, hernyórágás,), amelyek a nagyvadak jelenléte nélkül is előidéznek az eredeti vezérhajtás elvesztését. Ugyanakkor az új vezérhajtások arányának növekedéséből látható, hogy a bekerített egyedek többségénél a vezérhajtás szerepét átvette egy korábbi oldalhajtás. A vezérhajtás nélküli egyedek aránya itt nem változott számottevően, aminek két okát nevezhetjük meg. Egyrészt bizonyos cserjealkatú fajok eleve nem rendelkeznek jól definiált vezérhajtással, ezek a mintában folyamatosan jelen vannak. Másrészt a múltban erős károsításnak kitett egyedek esetében a vizsgálat eddig eltelt négy vegetációs időszaka nem volt elég a regenerálódáshoz, új vezérhajtás növesztéséhez.



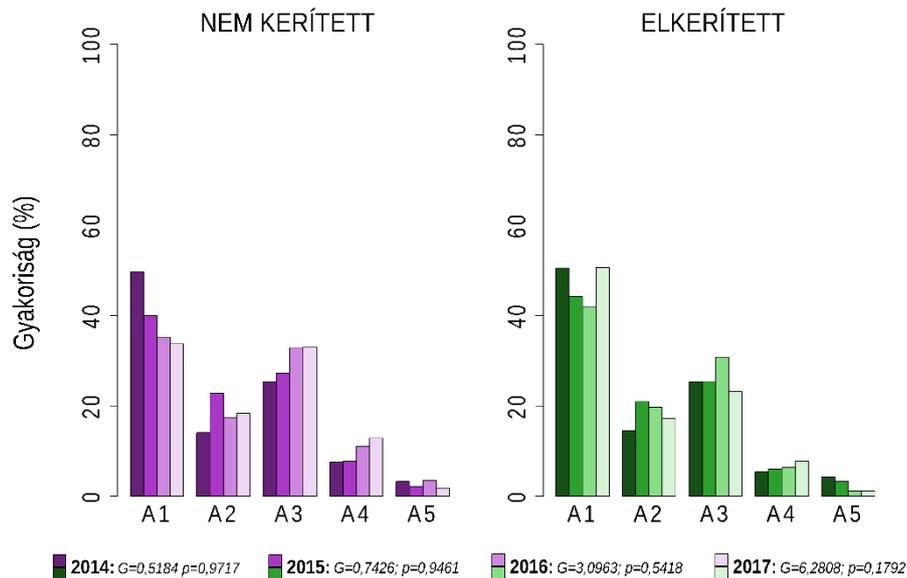
5. ábra A rágás jellegének alakulása az évek folyamán, vadkizárás szerinti bontásban. NR: nem rágott, O: csak az oldalhajtások rágottak; C: csak a csúcsajtás rágott; OC: a csúcs- és az oldalhajtások is rágottak; ER: „erősen rágott”, a hajtások több mint fele rágott.

Az 5. ábrán a rágás jellegének változása látható. Ahogy vártuk, a nem rágott egyedek aránya az elkerített részen egyértelműen nőtt, azon kívül csökkent. Megfigyelhető, hogy az eltelt idő függvényében a különböző szintek gyakorisága az enyhébb rágástól a súlyosabb kategóriák felé mozdult el (O→C→OC→ER) a vad által hozzáférhető részen.



6. ábra A rágottság időbeliségének alakulása az évek folyamán, vadkizárás szerinti bontásban. I1: nem rágott, I2: csak az utóbbi 1-2 évben rágott, I3: az utóbbi két évben nem rágott, de korábban az volt; I4: évekre visszamenőleg folyamatosan rágott.

A 6. ábrán a rágottság időbeli alakulását ábrázoltam. Jelen vizsgálat esetén ennek a változónak nincs jelentősége, mivel éves rendszerességgel nyomon követem a rágottság alakulását, de állapotfelméréseknél kifejezetten hasznos lehet. A feltételezéseknek megfelelően az el nem kerített részen a nem rágott egyedek aránya csökkent, a folyamatosan visszarágott egyedek aránya pedig erőteljesen megnövekedett. Az elkerített részen a nem rágott egyedek aránya jelentős mértékben nőtt, ugyanis, ha a korábbi rágások nyomából már nem állapítható meg egyértelműen a rágottság ténye, akkor az egyed nem rágottnak minősítendő.



7. ábra Az egyedek alakjának alakulása az évek folyamán, vadkizárás szerinti bontásban. A1: egyenes, A2: csak a teljes magasság fele fölött ágazik el (kevés elágazás), A3: a teljes magasság fele alatt ágazik el (több egyenértékű hajtásrendszer), A4: közvetlenül a talajnál több hajtásrendszere ágazik el (cserjealkatú), A5: sok rövid, fejletlen hajtás, a töltméről képest rendkívül alacsony egyed („bonsai” – Bobiec *et al.* 2011, „torz” – Katona *et al.* 2013 vagy „életképtelen” – Kenderes & Standovár 2007).

A 7. ábrán a csemeték alakkategóriáinak változásai láthatók. Az egyedek alakjának változásai kevésbé mutatják az eltelt idő és a bekerítés hatását, mint a többi változó. Az alak tehát csak jelentős késleltetéssel reagáló, konzervatív változó, továbbá ennek oka az is, hogy adott növény jellemző alakja, rágásra adott válasza erősen fajspecifikus. Ez alapján megállapítható, hogy az alak önmagában a rágottság leírására csak körültekintéssel alkalmazható. Az ábrán jól látszik, hogy a kerítetlen részen az „A1” kategória aránya csökkent, a többi nőtt. A kerítésen belül ezek aránya nagyjából stagnált, ugyanakkor az „A5” kategória aránya csökkent. Ez azt is mutatja, hogy a növények még visszafordíthatatlannak tűnő károsodást is képesek kinőni, ha a vadnyomás megszűnik.

8. KÖVETKEZTETÉSEK

Vizsgálatom eredményeiből kiderül, hogy az újulat egyedek növekedésére általánosságban véve legfontosabb hatás az erdészeti kezelés (lék, tarvágás). Az ebben a két kezelésben megjelenő fény- és víztöbblet járul hozzá legnagyobb mértékben a növekedéshez. Ezen felül erős (pozitív) hatása van a növekedésre a vadkizárásnak is. Minden faj esetén van olyan növekedési változó, amely szignifikáns eltérést mutat a bekerítés hatására. Feltételezhető továbbá, hogy az említett két kezelés közül a tarvágásban a nagyvadak rágásának hatása erőteljesebben jelentkezik. Annak vizsgálatára, hogy a különböző erdészeti kezelések önmagukban hogyan befolyásolják a vadfajok viselkedését – és ez által a vadhatást – további kutatásokat tervezek nagyobb mintaelemszámmal, vadkizárás nélkül; csupán a kezelésekben jelenlévő természetes újulat vizsgálatával.

Megállapítható, hogy a vadhatás éppen a területre jellemző elegy- és cserjefajokat érintette legerősebben, ezért felmerülhet, hogy az egészséges cserjeszint fenntartása nem csak természetvédelmi célból indokolt, de gazdasági szempontból is fontos lehet. Annak vizsgálata, hogy a területen a cserjeszint újulatra gyakorolt védő hatása érvényesül-e jobban, vagy a kompetíció az egyedek közt, további kutatásokat igényel.

Kutatásom során kidolgoztunk egy saját vadhatásvizsgálati protokollt is, mivel az irodalomban elérhető módszerek jelentős része vagy csak egy aspektus – rendszerint a csúcsrüggyépsége – alapján ad a vadhatásról becslést vagy az egyes szempontokat nem választja szét, a kategóriákat nem definiálja megfelelően. Ennek következtében elsősorban Brassel és Lischke (2001), Katona és mtsai. (2013), Kenderes és Standovár (2007) munkái, illetve saját terepi tapasztalataink alapján állítottuk össze becslési módszertanunkat, amelyet röviden dolgozatomban is ismertettem. Az általunk kidolgozott módszer nem csak a vadhatás mértékéről, de az újulat egyedek általános életképességéről is információt ad, így általa egy állomány újulatának állapota is felmérhető vele. Távlati terveink között szerepel egy, a módszerhez tartozó „vitalitási index” kidolgozása, amely egy számértékkel összegzi a csemeték vizsgálatának különböző aspektusait, és amely súlyozható a felhasználó céljaitól függően.

9. SZERZŐI HOZZÁJÁRULÁS

- Megjelöltem 376 természetes újulati egyed (188 pár) a kísérleti terület kezeléseiben, a kutatócsoportunk által kihelyezett kerítéseken belül és kívül, és helyüket saját készítésű térképeken rögzítettem.
- 2014 és 2017 között évente 2 alkalommal megmértem a 376 újulati egyed növekedési tulajdonságait, az egyedek állapotát a kutatócsoportunkkal közösen kidolgozott vadhatásvizsgálati módszertan kategoriális változóival.
- Elvégeztem az adatok adatbázisba rendezését, feldolgozását és az elemzéseket – témavezetőm iránymutatása mellett.

Ezúton nyilatkozom, hogy TDK konferencián korábban nem értem el helyezést. Ha a jelen BTDK Konferencia előtt másik TDK konferencián helyezést érek el, arról a BTDK szervezőit még a konferencia előtt értesítem, a nyertes pályamunkát eljuttatom hozzájuk.

10. IRODALOM

- Bartha, D. (1996). Az erdőművelés hatása az erdő növényvilágára. In Mátyás, Cs. (Ed.), Erdészeti ökológia (pp. 272-277). Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Bartoń, K. (2018). MuMIn: Multi-Model Inference. R package version 1.40.4. URL: <https://CRAN.R-project.org/package=MuMIn>
- Bergquist, J. & Örlander, G. (1998). Browsing damage by roe deer on Norway spruce seedlings planted on clearcuts of different ages: 2. Effect of seedling vigour. *Forest Ecology and Management*, 105(1-3), 295-302.
- Bobiec, A., Jaszcz, E. & Wojtunik, K. (2011). Oak (*Quercus robur* L.) regeneration as a response to natural dynamics of stands in European hemiboreal zone. *European Journal of Forest Research* 130, 785–797.
- Boulanger, V., Baltzinger, C., Sai, S., Ballon, P., Picard, J.-F. & Dupouey, J.-L., (2009). Ranking temperate woody species along a gradient of browsing by deer. *Forest Ecology and Management*, 258, 1397–1406.
- Bölöni, J., Molnár, Z. & Kun, A. (2011). *Magyarország élőhelyei: vegetációtípusok leírása és határozója: ANÉR 2011*. MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót.
- Brassel, P. & Lischke, H. (2001). *Swiss National Forest Inventory: Methods and Models of the Second Assessment*. Swiss Federal Research Institute WSL, Birmensdorf.
- Chaar, H., Colin, F. & Collet, C. (1997). Effects of environmental factors on the shoot development of *Quercus petraea* seedlings: methodological approach. *Forest Ecology and management*. 97. 119–131.
- Collet, C., Colin, F. & Bernier, F. (1997). Height growth, shoot elongation and branch development of young *Quercus petraea* grown under different levels of resource availability. *Annals of Forest Science*. 54 65–81.

- Côté, S. D., Rooney, T. P., Tremblay, J. P., Dussault, C. & Waller D. M. (2004). Ecological impacts of deer overabundance. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics* 35, 113–147.
- Csépányi, P. (2008). A tölgy és a folyamatos erdőborítás. *Erdészeti Lapok* 118(10).
- Csépányi, P. (2013). Az örökzöld elvek szerinti és a hagyományos bükkgazdálkodás ökonómiai elemzése és összehasonlítása. *Erdészettudományi Közlemények*. 3(1), 111–124.
- Drexhage, M. & Colin, F. (2003). Effects of browsing on shoots and roots of naturally regenerated sessile oak seedlings. *Annals of Forest Science*, 60, 173–178.
- Faraway, J.J. (2006). *Extending the linear model with R: generalized linear, mixed effects and nonparametric regression models*. Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, Florida.
- Gálhidy, L., Mihók, B., Hagyó, A., Rajkai, K., Standovár, T., (2006). Effects of gap size and associated changes in light and soil moisture on the understorey vegetation of a Hungarian beech forest. *Plant Ecology*, (2006) 183, 133–145
- Gill, R.M.A. (1992). A review of damage by mammals in north temperate forests: 1. Deer. *Forestry*, 65, 145–169.
- Gill, R.M.A., Beardall, V. (2001). The impact of deer on woodlands: the effects of browsing and seed dispersal on vegetation structure and composition. *Forestry*, 74, 209–218.
- Götmark, F., Berglund, A. & Wiklander K. (2005). Browsing damage on broadleaved trees in semi-natural temperate forest in Sweden, with a focus on oak regeneration. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 20, 223–234.
- Jensen, A. M., Götmark, F., Löf, M. (2012). Shrubs protect oak seedlings against ungulate browsing in temperate broadleaved forests of conservation interest: A field experiment. *Forest Ecology and Management*, 266, 187–193.
- Katona, K., Bleier, N., Hejel, P., Fehér, Á. & Szemethy, L. (2013). *Terepi módszertani segédlet a vadonélő patás fajok erdei élőhelyeken megfigyelhető hatásainak méréséhez*. Patamat Bt, Vértessomló.
- Katona, K., Szemethy, L., Nyeste, M., Fodor, Á., Székely J., Bleier, N., Kovács, V., Olajos, T., Terhes, A. & Demes, T. (2007). A hazai erdők cserjeszintjének szerepe a nagyvad-erdő kapcsolatok alakulásában. *Természetvédelmi Közlemények*, 13. 119-126.
- Kenderes, K. & Standovár, T. (2007). Természetes lékek felújulásának vizsgálata a bükki Őserdő Erdőrezervátumban. *Természetvédelmi Közlemények*, 13, 101-108.
- Kovács B., Kelemen K., Ruff J. & Standovár T. (2013). Üzemi léptékben alkalmazott átalakító üzemmód lékes felújításának tapasztalatai a Királyréti Erdészeti területén. *Erdészettudományi Közlemények*, 3(1), 55–70.
- Kovács, B., Tinya, F., Németh, Cs., Guba, E., Sass, V., Bidló, A. & Ódor, P. (2018). The ShortTerm Effects of Experimental Forestry Treatments on Site Conditions in an Oak–Hornbeam Forest. *Forests*, 9(7), 406.
- Latham, J. (1999). Interspecific interactions of ungulates in European forests: an overview. *Forest Ecology and Management*, 120, 1-3.
- Lenth, R. (2018). emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. R package version 1.1.3. URL: <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>
- Mátyás, Cs. (1996). Az erdőgazdálkodás hatása a biodiverzitásra és az anyagforgalomra. In Mátyás, Cs. (Ed.), *Erdészeti ökológia* (pp. 271-287). Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- McDonald, J.H. (2014). *Handbook of Biological Statistics* (3rd ed.). Sparky House Publishing, Baltimore, Maryland.

- Naaf, T. & Wulf, M. (2007). Effects of gap size, light and herbivory on the herb layer vegetation in European beech forest gaps. *Forest Ecology and Management*, 244(1-3), 141-149.
- Paillet, Y. et al. (2010). Biodiversity differences between managed and unmanaged forests: meta-analysis of species richness in Europe. *Conservation Biology*, 24, 101–112.
- Pinheiro, J., Bates, D., DebRoy, S., Sarkar, D. & R Core Team (2018). nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models. R package version 3.1-137. URL: <https://CRAN.R-project.org/package=nlme>
- Pommerening, A. & Murphy S. T. (2004). A review of the history, definitions and methods of continuous cover forestry with special attention to afforestation and restocking, *Forestry*, 77(1), 27–44.
- R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>
- Rammig, A., Fahse, L., Bugmann, H. & Bebi, P. (2006). Forest regeneration after disturbance: A modelling study for the Swiss Alps. *Forest Ecology and Management*, 222(1-3), 123-136.
- Royo, A. A., Collins, R., Adams, M. B., Kirschbaum, C. & Carson, W. P. (2010). Pervasive interactions between ungulate browsers and disturbance regimes promote temperate forest herbaceous diversity. *Ecology*, 91, 93-105.
- Schütz, J-P., Pukkala, T., Donoso, P. J. & Gadow, K. v. (2012). Historical Emergence and Current Application of CCF. In Pukkala, T., Gadow, K. v. (Eds.), *Continuous Cover Forestry* (pp. 1-28). Springer Science+Business Media B.V., Dordrecht. ISBN: 978-94-007-2201-9
- Signorell, A. et al. (2018). DescTools: Tools for descriptive statistics. R package version 0.99.24. URL: <https://cran.r-project.org/package=DescTools>
- Standovár, T. (1996). Növénytársulások dinamikája. In Mátyás, Cs. (Ed.), *Erdészeti ökológia* (pp. 72-93). Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Sütő, D., Farkas, J. & Katona, K. (2017). Vadfajok hatása egy szálaló üzemmódú száraz tölgyes felújulására. *Tájökológiai Lapok*, 15, 31-41.
- Varga, B. (2000). A nagyvad hatása a természetközeli erdőgazdálkodásra. In Frank, T. (Ed.), *Természet – erdő – gazdálkodás* (pp. 132-141). Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület, Pro Silva Hungaria Egyesület, Eger.
- Zenner, E. K., Kabrick, J. M., Jensen, R. G., Peck, J. E. & Grabner, J. K. (2006). Responses of ground flora to a gradient of harvest intensity in the Missouri Ozarks. *Forest Ecology and Management*, 222 (1-3), 326-334.
- Zuur, A.F., Ieno, E.N. & Elphick, C.S. (2010). A protocol for data exploration to avoid common statistical problems: Data exploration. *Methods in Ecology and Evolution* 1, 3–14.

11. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretném megköszönni témavezetőmnek, Kovács Bencének a türelmét, a terepi munkában, az adatelemzésben, és az ábrák elkészítésében nyújtott segítségét. Köszönöm Ódor Péternek a támogatást és a dolgozat elkészítéséhez nyújtott értékes tanácsokat. Köszönettel tartozom továbbá Aszalós Rékának a vizsgálat elindításában és a terepi munkában nyújtott segítségért, illetve a módszertani protokollal kapcsolatos értékes észrevételeiért.

Ezen túl köszönöm a közreműködést alkalmi terepi partnereimnek: Guba Erikának, Vadas Ákosnak, Tóth Istvánnak, Szabó Györgynek, Molnár Balázsnak, Tóth Balázsnak és Juhos Fanninak. Nélkülük ez a dolgozat csak sokkal több gyötrelem árán jöhetett volna létre.