

SOPRONI EGYETEM

ERDŐMÉRNÖKI KAR

KÖRNYEZET- ÉS TERMÉSZETVÉDELMI INTÉZET

KONZULENS: PROF. DR. BARTHA DÉNES

TDK DOLGOZAT

**A kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*) taxonok ökológiai elkülönítése és felhasználási
lehetőségei a Jakab-hegy térségében**

*Ecological separation and usage of sessile oak (*Quercus petraea*) taxas
in the Jakab hill area*

Készítette:

Ujhegyi Kristóf Tibor

Sopron

2023

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	3
2. Szakirodalmi feldolgozás	5
2.1. Quercus petraea sensu lato áttekintése	7
2.1.1. Kocsánytalan tölgy (Quercus petraea str., LIEBL)	7
2.1.2. Dárdáskaréjú kocsánytalan tölgy (Quercus dalechampii Ten. 1830)	9
2.1.3. Erdélyi kocsánytalan tölgy (Quercus polycarpa SCHUR)	11
2.2. Hibridizálódás lehetősége.....	12
2.3. Klímaváltozás hatása	13
3. Anyag. és módszertan.....	17
3.1 Rövid ismertető	17
3.2. Mecsek domborzati jellemzése.....	18
3.3. Termőhelyi jellemzés	18
3.3.1. Első mintaterület.....	18
3.3.2 Második mintaterület.....	19
3.4. A felvételezés ideje	20
3.5. A felvételezések és kiértékelésének módja.....	21
3.5.1 Végrehajtott műveletek	21
4. Eredmények és azok kiértékelése.....	23
4.1. Terepi felvételezések	23
4.2. Klímaváltozás	23
4.3. Évi csapadékeloszlás	25
4.3. Morfológiai határozás.....	30
4.3.1. Második mintaterület növényi részei.....	30
4.3.2 Első mintaterület növényi részei	32
5. Összegzés	36
5.1. Értékelés	36
5.2. Távlati célkitűzések	37
6. Irodalom jegyzék.....	38

1. Bevezetés

Napjainkban a globális felmelegedés igen nagy problémát jelent Földünkön, hiszen a sarkokon olvadnak a sapkák, ami maga után vonja, hogy emelkedik a világ tengereinek a vízszintje, az évszakok jellege változik, ezzel befolyásolva az év aszpektusait(És megannyi minden mást lehetne még ide sorolni...). Ugyanúgy hatása van az erdőkre, és az azt jellemző társulásokra, hiszen a humidabb, nedvesebb klímát igénylő fafajok területe előreláthatólag csökkenni fog. Ennek a természeti jelenségnek a kezdeményét mai viszonylatban érzékelni lehet, hiszen egyes fafajok drasztikusan reagálnak az éghajlati szélsőségekre, amely egy egyed, nagyobb foltok, akár több hektár erdő pusztulásához vezethet a jövőben. Ez maga után vonja azt a következtetést, hogy nagyobb figyelmet kell fordítani a meleg- és fényigényes illetve szárazságtűrő fafajokra, amelyek jobban tolerálják a felmelegedést, hiszen ezek képezhetik a jövő erdőgazdálkodásának kulcsát.. E fontosság miatt választottam a TDK dolgozatom témájává a *Quercus petraea sensu lato* komplexet. A taxonjai, azaz alfajai ökológiai elkülönülést mutatnak, melynek csoportjában két szárazságot jobban tűrő kisfaj is található . Morfológiailag ezek nem képeznek éles határt egymástól, így a behatározásuk és elkülönítésük sok munkát és időt igényel. E problémának az optimalizálására javaslok egy viszonylag gyorsabb, megbízható módszert, amely a növényi részek taxonhoz tartozó korrelációja alapján veszi figyelembe a morfológiai bélyegeket, ezáltal jelentősen felgyorsítja a terepre kifáradó szakemberek munkáját.

Köztudott, hogy hazánkban és a délkelet-európai térségben számos tölgy taxont tartanak nyilván, melyek ökológiailag eltérnek. Ebből adódóan hazai viszonylatban is kocsánytalan tölgy fajkomplexről (*Quercus petraea sensu lato*) lehet beszélni, amelyen belül három típust különítünk el. Ezek a taxonok a *Quercus petraea*, *Quercus dalechampii* és a *Quercus polycarpa*.

Azért a Mecsek nyugati részén elhelyezkedő Jakab-hegy és térségét választottam mintaterületként, mert a vizsgálandó tölgy taxonok természetes előfordulásait nagyon jól szemléltetheti véleményem szerint. A taxonok ökológiai igényeik alapján azt a hipotézist állítottam, hogy a *Quercus polycarpa* és annak hibridjei inkább a csúcsgerinc mentén és az ehhez kapcsolódó délies lejtésű területeken fordulhatnak elő a szárazabb tölgyesekben. A *Quercus dalechampii* és hibridjei esetében a cseres-tölgyesek, elegyes tölgyesek és a félszáraz vízgazdálkodású tölgyes területek kerülhetnek számításba. A *Quercus petraea* és hibridjei feltehetőleg az extrazonálisan és zonálisan felbukkanó, üdebb vízgazdálkodású gyertyános-tölgyesek és elegyes bükkösök meghatározó taxonjai lehetnek.

Az erdészeti gyakorlatban az állományalkotó fafajok maggyűjtési rendszerében a szakmai eljárási rendszereknél a fajszintű elkülönítés érvényes. A három főfafaj a kocsánytalan tölgy, a csertölgy, illetve a kocsányos tölgy. Ezeknél a fafajoknál az elkülönített begyűjtés és felhasználás működik. A probléma abban rejlik, hogy ezek a szakmai eljárási rendszerek elnagyoltan kezelik a tölgy taxonok ökológiailag eltérő, termőhelyi igényekhez adaptálódott szaporítóanyagát. A gond a kocsánytalan tölgy szaporítóanyagának összekeverése, pontosabban el nem különített gyűjtésében rejlik.

A tölgy taxonok ökológiai elhelyezkedésükből adódóan egyfajta megoldást nyújtanak az erdőgazdálkodóknak a klímaváltozás okozta problémában, hiszen ezek a tölgyek sok lehetőséget rejtenek magukban azáltal, hogy különböző termőhelyekhez, égtájakhoz, ökológiai adottságokhoz adaptálódtak.

A taxonok elkülönítése igen nehéz és sok időt igényel, ezáltal az erdőgazdálkodók érdeke, hogy ezeket a kisméretűeket minél egyszerűbben a lehető leggyorsabban távérzékelési eljárásokkal és csökkentett terepi bejárással tudják meghatározni. Mindannak érdekében, hogy elkülönített szaporítóanyagával jó viaszszerező képességű, a gyorsan változó klímához adaptálódott szárazságot és a melegebb klímát jobban viselő erdőállományokat hozhassanak létre.

2. Szakirodalmi feldolgozás

A tölgy nemzetség fajainak (*Quercus* spp.) taxonómiai besorolása a mai napig nem egységes a botanikusok körében. A taxonómiai szakirodalomban erős megosztottság jellemző a fajsza szám tekintetében. Európai viszonylatban a nyugati térséget tekintve elmondható, hogy a *Quercus robur* és *Quercus petraea* morfológiailag kevésbé válik szét, ebből adódóan elkülönítésük problémát jelent. Keletebbre húzódva a Kárpát-medencében jobban szétválak a két faj, viszont mindkettő esetében kisebb gyakorisággal átmeneti formaképzésű hibrid változatok is megjelennek. Ebből következik, hogyha a hazai, vagy délkelet-európai területeken vizsgáljuk a tölgyfajainkat, akkor forrásonként eltérő, akár négytől kilencig terjedhet az elkülönített fajok száma (ezek további egymással alkotott hibridjeiről nem is beszélve) (Mátyás 2002). Ezen okból kifolyólag a térségben elmondható, hogy hazánkban is tölgy komplexekről beszélhetünk. Ezek a kocsánytalan tölgy komplex (*Quercus petraea sensu lato*), kocsányos tölgy komplex (*Quercus robur sensu lato*), molyhos tölgy komplex (*Quercus pubescens sensu lato*). A komplexet nem alkotó a tölgyeket a magyar tölgy (*Quercus frainetto*), illetve a csertölgy (*Quercus cerris*) képezi (Keresztesi 1987).

E jelenség kialakulásának az oka a jégkorszakok hatásában rejlik. Az amerikai szuperkontinensen a hegységrendszerek Észak-Déli irányultsága miatt lehetőség adódott a jégkorszaki lehúlések, ún. glaciális időszakok során a fafajok vándorlására a melegebb területek felé. Az eurázsiai szuperkontinensen eltérést mutatnak a hegységrendszerek, hiszen ezek Nyugat-Keleti irányúak, ezáltal a fafajok jégtakaró előli Észak-Déli vándorlása gátolt volt. A *Quercus* nemzetség alapvetően szubtrópusi eredetű. A lehúlések alatt a tölgyek több fajjal szorultak vissza ún. refúgiumokba. Európában 4 ilyen terület volt az utolsó glaciális óta: a Pireneusi-félsziget, a Balkáni-félsziget, az Appenini-félsziget és Kis-Ázsia, illetve a Földközi-tenger medencéjének északi részén található pontszerű mikrorefúgiumok. Ezeket a területeket a fafajok előőrséneknevezhetjük, hiszen a felmelegedések, az ún. interglaciális időszak alatt innen tudtak újból visszatelepülni. (Mátyás 2002).

A fajok komplexekben történő elhelyezését, illetve különböző ökológiai igényit az 1. számú melléklet szemlélteti. Ezentúl a *Quercus robur* és *Quercus petraea* kifejezések mindig *sensu stricto*-ként, szűkebb értelemben fajként lesz értelmezendő.

1. táblázat: A hazánkban előforduló tölgy fajok levélformáinak összehasonlítása Mátyás (1967) nyomán (levélfotók Borovics A.)

kocsányos tölgy komplex		kocsánytalan tölgy komplex			molyhos tölgy komplex			
Quercus robur sensu lato		Quercus petraea sensu lato			Quercus sensu lato			
kocsányos tölgy	hamvas tölgy	kocsánytalan tölgy	dárdáskaeréjű kocsánytalan tölgy	erdélyi kocsánytalan tölgy	molyhos tölgy	olasz molyhos tölgy	magyar tölgy	csertölgy
Quercus robur s.str.	Quercus pedunculiflora	Quercus petraea s.str.	Quercus dalechampii	Quercus polycarpa	Quercus pubescens	quercus virgiliana	Quercus frainetto	quercus cerris
								
Kontinentális klímát, medencefekvések toleráló faj.		Inkább kontinentális klímán megjelenő, délkelet-európai, balkáni faj.	Inkább kontinentális viszonyokhoz módosult melegkedvelő, mérsékelt szárazságtűrő xerofil elem. Hosszabb nyári	Melegigényes, szárazságtűrő szubmediterrán típus. A kontinentális klíma éghajlati szélsőségeit jól elviseli.	Xeroterm, fényigényes, száraz élőhelyekhez alkalmazkodott faj.	A molyhos tölgyhöz képest inkább a kiegyenlített klímát kedveli.	Melegkedvelő, mezofita faj.	Meleg- és fényigényes faj.

2.1. *Quercus petraea* sensu lato áttekintése

2.1.1. Kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea* str., LIEBL)



ábra: *Quercus petraea* elterjedési területe (forrás: SOE-EMK Környezet- és Természetvédelmi Intézet, dendrológia jegyzet)

Első rendű fa. Európai elterjedésű, bár inkább atlanti és mediterrán viselkedésű, a kontinentális klímát kerülő domb -és hegyvidéki fafaj. Elterjedésének súlypontja az Alpok-Kárpátok térségében található. Nyugat-Európában egészen Írorszáig, északon Skandinávia déli részéig hatol, majd a Keleti-Kárpátok és a Fekete-tenger délnyugati partja képezi elterjedésének határát. Dél-Európában is megtalálható -Spanyolország kivételével-. A szubmontán zóna alacsonyabb térszintjeinek faja. A Kárpát-medencében átlagosan 800m tengerszint feletti magasságig képes eljutni. Hazai viszonylatban a legnagyobb kiterjedésű állományai az Északi-középhegységben a Börzsönytől a Zempléni-hegységig, a Pilisben és a Mecsekben vannak. Belső-Somogyban nem fordul elő, viszont a dombos Marcali-háton, a Balatontól északra, valamint a nyugati határszálon tömeges a megjelenése. A legdélibb szigetelőfordulása hazánkban a Villányi-hegység északi oldalán van. Alföldeknek csak a peremterületeire ereszkedik le, viszont ezen előfordulásait mesterségesnek tartják. Alföldet a gyertyánál jobban

kerüli, de alacsonyabb dombvidékeken is előfordul. Mészmentes vagy mészben szegény talajok üdőbb termőhelyein él, de a rossz vízelvezetésű, glejes talajokat nem kedveli. Nagyobb páratartalmat, jobb vízgazdálkodást igényel. Az északi vagy hűvösebb kitettségek, völgyhajlatok, kedvezőbbek számára, fagyra érzékeny. Jellemzően gyertyánnal és bükkal elegyedik (Keresztesi 1987; Gencsi & Vancsura 1997; Bartha 1998). A mészmentes talajú tölgyesek és gyertyános tölgyesek uralkodó fafaja. A Dunántúli-középhegységben előforduló cseres tölgyesekben már alárendelt szerepet kap, hiszen ott a *Quercus dalechampii* a jellemzőbb. Az Északi-középhegységben a *Quercus dalechampii* fokozatosan előtérbe kerül, sőt akár uralkodó is lehet a *Quercus Petraea*-val szemben (Borhidi 1969).

Az egyéves hajtása sötétzöld színű, napos oldalon vöröses árnyalatú és gyér, kis lenticellák találhatók rajta. A rügyet a régi irodalomban nyúlánknak, hegyesnek, gyakran szögletesnek, majdnem gúlaalakúnak írják le. Ez a ma már új fajként leírt változatára vonatkozik. A törzsalak rügye kisebb méretű, körülbelül 0,8 cm hosszú, tompított vagy lekerekített. színe világosbarna, a rügypikkelyek széle bozontosan pillás, hátuk kopasz. A levél legalább 1,0 cm hosszú nyéllel rendelkezik és alakja rendszerint rombos visszás tojásdad, szabályosan és gyengén karéjostól a szárnyasan osztottig. Oldalanként 5-8 ép szélű csúcs felé fokozatosan, elkeskenyedő karéjjal rendelkezik. Jellegzetes, hogy a levél alapja általában ék alakú, nyélbe keskenyedő, néha lekerekített, többnyire egyenetlen. A levél válla Soó-Jávorka (1951) szerint „alig füles”, mások szerint tompán ék vállú. A levélerek szabályos lefutásúak, interkaláris erei hiányoznak, a harmadrendű erek finomak, csak gyengén emelkednek ki a levéllemezből. Az oldalerek csak a karéjok irányában futnak. A levél viszonylag vékony, színe zöld. kissé fénylik, a fonáka világosabb. Termései rendszeren ülők, néha kocsánykájuk van. Egyesével vagy többesével, gyakran nagy csoportokban ülnek a hajtáson a levélnyelek tövében. Innen a régi neve: „csoportos tölgy”. A kivételes kocsány (5-10mm hosszú) rendszeren kopasz, ritkábban kis szőröcskével van behintve. A szabályos rövid kocsányok kissé molyhosak. Kupacsa vékony falú, a makkot 1/4-2/5 részéig takarja. Kupacspikkelyek kicsik, tojásdadok, lándzsásak, erősen odanyomottak. Laposan, vagy gyengén domborúak, de sohasem púposak, hátuk nem molyhos. A makkja rendkívül változatos alakú, kisebb, mint a kocsányos tölgyé. 15-25mm hosszú 10-20mm széles, hegyes tojásdad alakú, héjja tompán fénylő, és sohasem olajsávós. Ha megszikkad okkersárga színe lesz. Kérge szürkésbarna vagy sötétszürke színű, függőleges repedésektől barázdált. Általában nem repedezik olyan durván, mint a kocsányos tölgy. A keresztirányú repedések sűrűbben, homogénebben helyezkednek el, mint a *Quercus dalechampii* esetén. A kéregcserepek felülete általában könnyen morzsolható, kéregcserepek

laposak, a keskeny repedések nem mélyek (Keresztesi 1967; Gencsi&Vancsura 1997). Alakkörébe 4 különböző forma tartozik, több subformával egyetemben (Mátyás 1971).

2.1.2. Dárdáskarjú kocsánytalan tölgy (*Quercus dalechampii* Ten. 1830)



ábra: *Quercus dalechampii* elterjedési területe (forrás: SOE-EMK lásd fentebb)

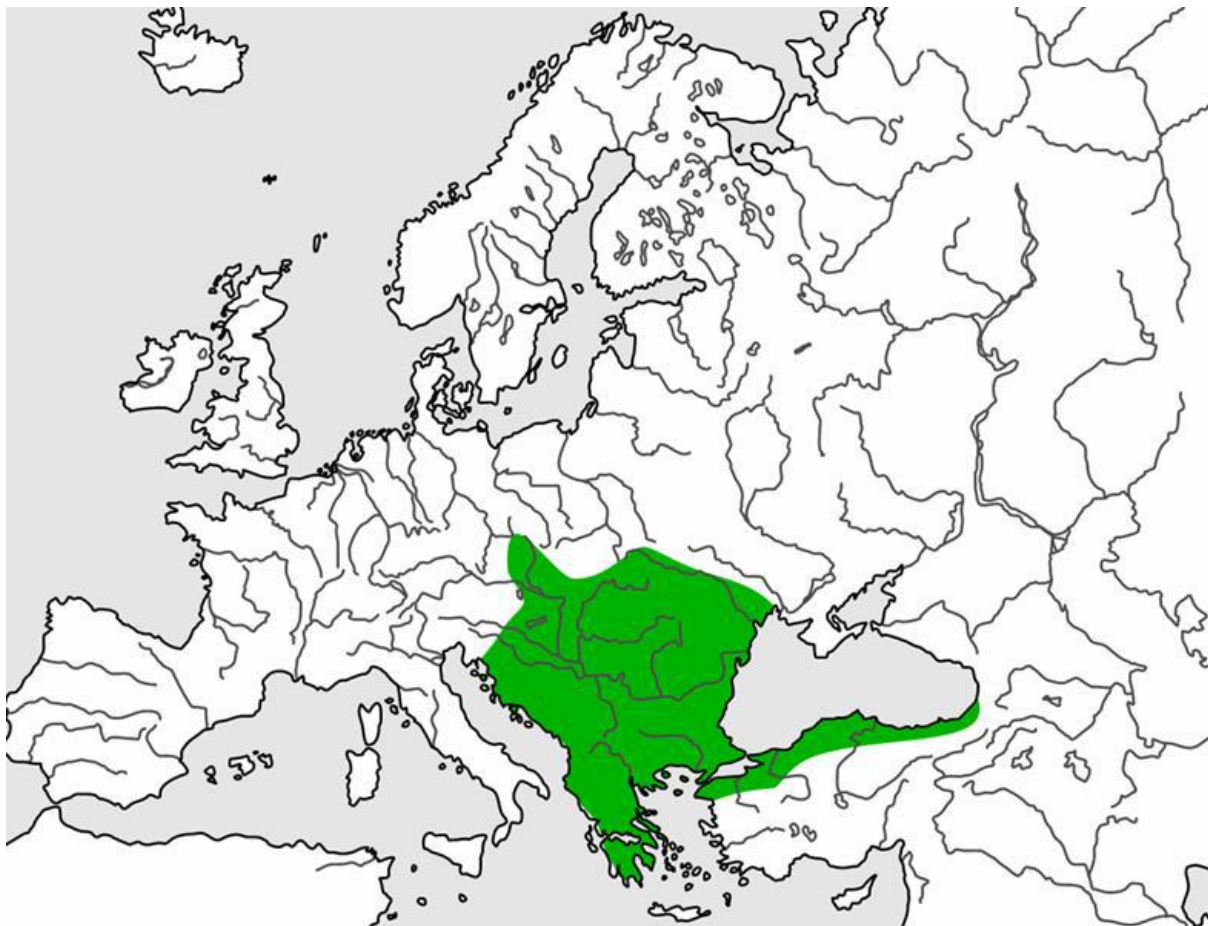
Elsőrendű fa. Balkáni, szubmediterrán flóraelem. Elterjedésének déli részén Kis-Ázsia Ny-i felétől megtalálható Dél-Olaszországig. Északon a Déli-Alpok és az Északi-Kárpátok szlovákiai előhegyei és Dél-Erdély képezi elterjedésének a határát. A *Quercus dalechampii* és a *Quercus petraea* áréái részben fedik egymást, valamint több átmeneti alakot is képeznek. Magyarországon általánosan elterjedt, egyik leggyakoribb tölgyfajunk. Autochton fő előfordulásai helyei Romániában vannak. A jelenlegi ország területén Soó (1964) szerint biztosan ismert a középhegységekben: Bükk, Mátra, Visegrádi-hegység, Budai-hegység, Bakony, a Dunántúlon Kőszeg környékén, Zalában, Mecsekben, valamint a Gödöllői-dombvidéken.

Inkább kontinentális viszonyokhoz módosult melegkedvelő, mérsékelt szárazságtűrő xerofil elem. Hosszabb nyári szárazsághoz, alacsonyabb páratartalomhoz alkalmazkodott. Meszes alapközeten, löszön, andeziten, sőt szilikátos közeten is előfordul, tehát bazofil és acidofil tölgyesekben egyaránt megtalálható. A csertölgynek kísérő fafaja, gyakrabban találkozunk vele, mint a *Quercus petraea*-val, azonban a cser areáján kívül az Északi-középhegységben elegyetlen állományokat is találhatunk. Középhegységeink meleg déli oldalain akár 800m tengerszint feletti magasságig hatol. A Dunántúli-dombvidéken, Nyugat-Dunántúlon és a középhegység déli oldalain a kocsánytalan tölgyet váltja fel. Kárpát-medencei elterjedését pontosan még nem derítették fel. Horvát Adolf Olivér (1942) feltárta a Jakab-hegy flóráját, és ekkor már hegy- és dombvidéki előfordulását közönségesnek ítélte meg. Előfordulási súlypontja a cseres-tölgyesekben van. Mecsek-hegységben az ezüst-hársas cseres-tölgyesekben, azokon a részeken, ahol a cser ritka, akár elegyetlen állományokat is alkothat. Ezekből a társulásokból gyakran áthúzódik a szárazabb gyertyános-tölgyesekbe, főleg a Dél-Dunántúlon, ahol a szárazabb típust a *Melica uniflora* tömeges jelenléte jelzi, így a *Quercus petraea*-val hibrid alakokat hozhat létre (Borhidi 1969). Mész és melegkedvelő tölgyesekben a *Quercus cerris* mellett *Fraxinus ornus*-al alkot állományokat (Bartha 2003). Felismerését nehezíti, hogy alapvetően is egy polimorf faj, hazánkban négyeltérő levéltípusú változata ismert, amelyeknek további subformái ismertek, továbbá a *Quercus petraea*-val, és a *Quercus polycarpa*-val is hibridizál (Mátyás 1971).

Hajtása kopasz, szürkészöld színű, piros vagy barnásvörös árnyalattal, sok kerek paraszemölcsessel jellemezhető. A rügyek hosszúkas tojásdadok, viszonylag vékonyak és hegyesek. A rügypikkelyek éle bozontosan pillás, hátuk szürkén molyhos. A levelek vékonyak, hosszúkasak, lándzsásak. A kerületük a tojásdad-lándzsástól egészen a visszás tojásdad-lándzsásig változó. Levelenként 4-7 fokozatosan keskeny karéj található. A karéjok csúcsosak, az öblök mélyek, többnyire a fél levéllemez feléig érnek. A levéllemez alul a legszélesebb, gyakran a második karéjpár a legkiállóbb. A csúcsuk felfelé elkeskenyedő, válluk csonkított, többé-kevésbé szívesedő vagy széles háromszögben kihegyezett (ék alakú). A karéjokon mellékkaréjok fordulnak elő. A karéjok kétoldalt részarányosan helyezkednek el. Az oldalerek szabálytalanul futnak, széttartók. Az interkaláris erek gyakoriak, továbbá a harmadrendű érhalózati erek erősen kiemelkedő. Termése nagyon rövid molyhos kocsányon helyezkedik el. A makkok 1-3-asával ülők. Kupacsának fala vastag, félgömb alakú és lapított. A kupacspikkelyek rombusz alakúak, legalább az alsók púposak, kopaszok. Csak a kupacspikkelyek csúcsa

molyhos. Kérge durvább, mélyebben barázdált, kéregcserepek kiemelkedők, színe sötétebb, feketésebb, mint a *petraea* típusé (Mátyás1971).

2.1.3. Erdélyi kocsánytalan tölgy (*Quercus polycarpa* SCHUR)



ábra: *Quercus polycarpa* elterjedési területe (forrás: SOE-EMK lásd fentebb)

Elsőrendű fa. Pontusi-mediterrán flóraelem. Őshonos elterjedése a kocsánytalan tölgy termőhelyein van. Erdélyben a Belényes-Torda-Dicsőszentmárton-Brassó vonaltól délre és nyugatra található. Őshazája a Kelet-Balkánon található. Sokáig a kocsánytalan tölgy egyik alakjának tekintették. A tipikus *Quercus polycarpa*-egyedek magyarországi előfordulása kétes. Nálunk a *Quercus petraea* és *Quercus dalechampii*-bélyegeket egyaránt viselő ún. polycarpoid alakok fordulnak elő a Mecsek-hegységig, illetve Kőszeg-Sopron vonaláig. Legtömegesebb előfordulása az Északi-középhegységben található. Elterjedési áréájából következik, hogy melegkedvelő, szárazságtűrő faj, amely a kontinentális klíma szélsőségeit jól elviseli. Erdősztyepp zóna tölgyeseiben, karsztbokorerdőben, mésztölgyesekben érzi jól magát. Száraz tölgyesekben uralkodó faj lehet. Mészben szegény termőhelyek

bokorerdeiben helyettesíti a *Quercus pubescens*-t, mint például a Mecsekben a permi vörös homokkővön. Uralkodó faja lehet az acidofil-xerotherm jellegű tölgyeseknek és az elegyes karszterdőknek, Cseres-tölgyesekben csak szálanként fordul elő főleg ÉK-en, ahol a cser hiányzik, vagy már visszaszorul (Borhidi 1969). Az Alföld peremvidékein néha a *Quercus petraeae*val elegyedik. Levélpolimorfizmusa kisebb, mint az előző két fajé. A fent említett két fajjal hibridizálódik. Hazánkban két változatát írták le, melyek több subformával rendelkeznek (Mátyás 1971).

Hajtásai barnászöldek, napsütötte oldalon barnászörösek. Feltűnő, nagy, tojás alakú lenticellák találhatóak rajta. A viszonylag nagy rügyek (1,0-1,8 cm) megnyúltak, tojásdadok, fokozatosan hegyesedő csúcsúak, szélesek, rügypikkelyek széle pillás. A levelek kissé bőrszerűek és elliptikus, ovális alakúak, gyengén tagoltak, szinte hullámos szélűek, és mindkét oldalon 6-8 lekerekített, viszonylag széles karéj található. A levél válla hirtelen elkeskenyedik. A levél felül fényes sötétzöld, alul sárgászöld vagy szürkészöld. Levélerei szabályosak, párhuzamosan futnak, a fonáki oldalon erősen kiemelkedőek. A teljesen kifejtett levelek csak a párhuzamos másodlagos erek mentén szőrösek. Interkaláris erek nincsenek. Termései a legfelső levelek hónaljában helyezkednek, melyek ritkán egyedül, általában 2-6-osával, halmazban állnak. A makkok mélyen a kupacsba ülők. A kupacs félgömb-alakú, és vastag falú. A kupacspikkelyek széles tojásdadok, erősen odanyomottak. Hátukon csomósan púposak. Csak a vékony csúcsuk molyhos. Kérge erősen hasadozott (Mátyás 1971; Schur 1857).

2.2. Hibridizálódás lehetősége

A kisfajok termőhelyi igényeikben elkülönülnek egymástól, de ezek a termőhelyek (észak-déli kitettség, szilikátos vagy karbonátos alapkőzet) gyakorta mozaikosságot mutatnak, és ezáltal a lehetőség adott, hogy az különböző populációk keveredjenek, hibridizálódjanak egymással. Említésre méltó, hogy egyfajta szelekciós mechanizmus működik a fajok között, ezáltal a kiterjedt introgresszió ellenére sem fognak feloldódni, illetve elveszteni az önállóságukat (Petit et al. 2002.), hanem egy olyan komplex populációt fognak alkotni, amelyek hibridekkel tarkított (Soó 1951).

A *Quercus robur* sensu lato és *Quercus petraea* sensu lato esetében a hibrid-populációk előnyben részesítik anyaállományaikat, és velük fognak visszakereszteződni, ezáltal új faj nem fog kialakulni (Kremer & Hipp 2020.), ezért az evolúciós hibridekre az adaptációt erősítő

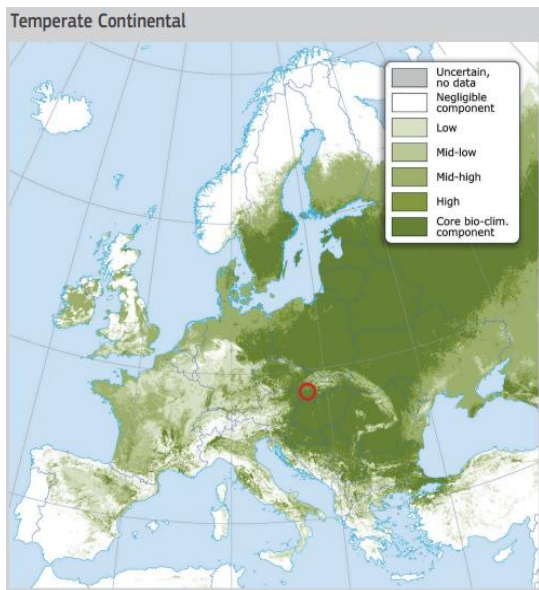
folyamatként kell tekintenünk (Cavender-Bares 2019; Leroyetal. 2020), mely a migrációt erősíti (Petit et al.2003).

A *Quercus petraea sensulato* esetében klinális változások figyelhetők meg az allél-frekvenciák között, melyek a hőmérséklettől függenek. Ez poligénes módon öröklődik, és az éghajlathoz történő alkalmazkodásért felelős (Leroyetal. 2020). Ezeknek a géneknek az átvételit a *Quercus robur sensu lato*-val történő introgresszió könnyíti, ezzel a *Quercus petraea sensu lato* számára elősegítve az alkalmazkodást magasabb tengerszint feletti magasságban (Leroyet al.2020). Ezek azt sugallják, hogy a tölgyek adaptációját az ökológiai lehetőségeik generálják, tehát a szűkebben vett másodlagos evolúciójuk zajlik termőhelyi tényezők szerint (Kremer& Hipp 2020).

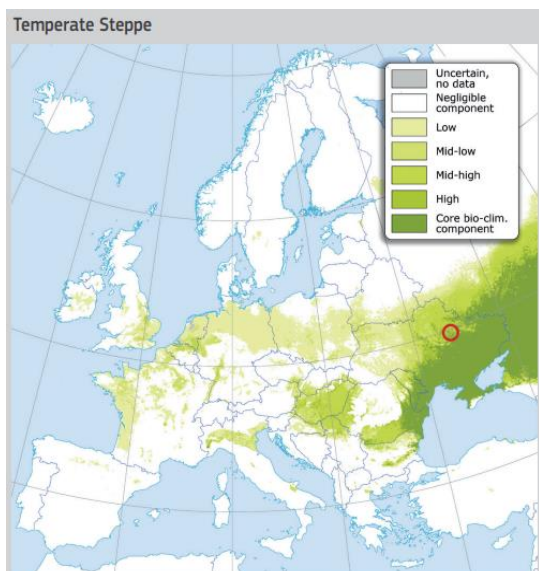
2.3. Klímaváltozás hatása

A FAO (Az ENSZ Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezete) Globális Erdőforrás Értékelése során egy globális ökológiai zónázási osztályozást hozott létre. A FAO zónázást számos alkalmazásban használják ki. Az Ökológiai Zónák határai közel esnek az alapjául vett Köppen-Trewartha éghajlati típusokhoz, melyek a hőmérsékletre és csapadékra épülnek. Az első szinten összesen öt tartományt különböztetnek meg a hőmérséklet alapján: Trópusi, Szubtrópusi, Mérsékelt, Boreális és Poláris. Ezek közül négy található Európában (a Trópusi tartomány hiányzik). A második szinten a csapadék is felhasználásra kerül a tartományok felosztásához, összesen 20 alcsoportba, amelyek közül 12 megtalálható az európai kontinensen. "A hegyi rendszerek" külön Ökológiai Zónába tartoznak minden tartományban, és magas változatosságot mutatnak mind a vegetációs formációk, mind az éghajlati viszonyok terén. (D. de Rigo, T. Houston Durrant, G. Caudullo, J.I. Barredo)

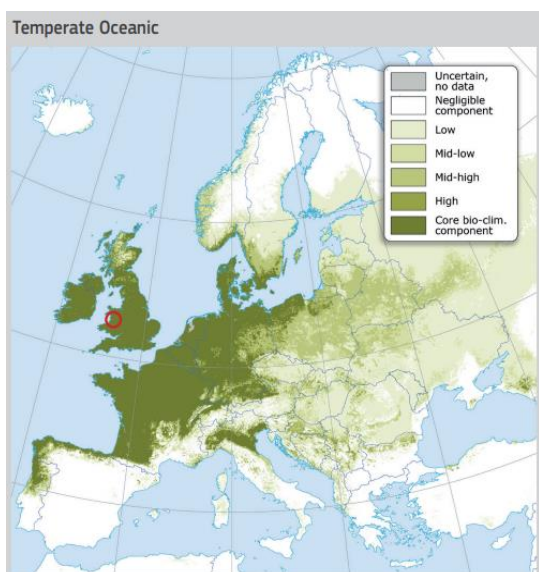
Ahogy az alábbi ábrák mutatják, Magyarországon 3 főbb zóna a jellemző jelenleg. Ezek a zónák a mérsékelt-kontinentális, mérsékelt-sztyepp, illetve kisebb részben a mérsékelt-óceáni.



A Mérsékelt-kontinentális erdő megtalálható a kontinens belső és keleti területein. A telek hidegebbek, rövidebb fagymentes időszakot eredményeznek, és legalább egy hónapban az átlaghőmérséklet 0°C alatt van. Nagyobb a hőmérséklet éves-ingadozása, mint az óceáni zónában. A csapadék általában csökken távolodva az óceántól, valamint a magasabb szélességeken.



A Mérsékelt sztyepp a kontinens belső, mély területein található, hideg telek és viszonylag kevés csapadék (200-400 mm évente) jellemzi. Az párolgás mértéke meghaladja az esőzést.



A Mérsékelt-óceáni erdő jellemzően a kontinens nyugati, vagy széllel szembeni oldalán található. Egyben ez e négy mérsékelt övezetnek a legenyhébb az éghajlata. A havi átlaghőmérséklet mindig meghaladja a 0°C -ot, és minden évszakban elegendő csapadék van. Az éves csapadék mennyisége a síkságokon jelentősen változhat 400-800 mm-től a széllel szembeni alacsony parti hegyoldalakon 2000-3000 mm-ig.

A Kárpát-medencére vonatkozó regionális klíma-előrejelzések az éves és az évszakos átlaghőmérsékletek szignifikáns növekedését jelzik (Bartholy et al. 2014). Magyarország átmeneti zónában helyezkedik el Észak-Európához és a Mediterrán térséghez képest. Nálunk a csapadékváltozások előjele kevésbé egyértelmű (Bartholy & Pongrácz 2017; Gálos & Somogyi 2017; Németh et al. 2021), inkább klímamodell és évszakfüggő, a melegedő tendencia azonban jelentős (Bartholy & Pongrácz 2017; Gálos & Somogyi 2017). A klímaváltozás hatásaként az elmúlt évtizedekben egyre gyakoribbá és súlyosabbá váltak az aszályok (Bondor & Frank 2010). Az aszály önmagában nem okoz fapusztulást (*kivéve a fiatal állományokban*), hanem az aszálystressz miatt legyengült faegyedeken és faállományokban fellépő kárláncolatok jelentenek problémát. Az egyre gyakoribb és súlyosabb aszályok miatt számítanunk kell arra, hogy ezek a kárláncolatok egyre gyakoribbá fognak válni (Csóka & Hirka 2017). Emiatt nagyon fontos, hogy ellenálló, illetve visszaszerző-képesség javítására irányuló módon gazdálkodjunk erdeinkben (Gálos & Führer 2018; Hirkó et al. 2018). Ahhoz, hogy ezt a kondíciócsökkenést elkerüljük, szükséges, hogy figyelembe vegyünk a változó klímának a hatását. A hazai erdészeti gyakorlatban 4 klíma-kategóriát használunk, amikor a termőhelyet értékeljük: bükköst (*B*), gyertyános-tölgyest (*GY-T*), kocsánytalan-tölgyest (*KTT*) és az erdősztyeppet (*ESZTY*) (Járó 1972; Führer 2018; Gálos & Führer 2018). A klímaváltozás hatásaként új klímakategória meghatározására lesz szükség, mégpedig a sztyepp (*SZTYEP*) klímakategóriára (Führer et al. 2017). A magyarországi erdőterületekre vonatkozó klíma előrejelzésekből (Bartholy et al. 2007) megállapítható, hogy a jövőben új termőhelytípusváltozatok fognak megjelenni, amelyek eddig nem voltak megtalálhatóak hazánkban (Bidló & Horváth 2018). Társulásaink fajai eltérő érzékenységet mutatnak a változó klíma felé, emiatt olyan társulások jöhetnek, melyek leírása még előttünk áll (Bartha et al. 2018). Az szakma egyik jövőbeni nagy feladata az kell legyen, hogy ezekre az új termőhelyekre fafaj választási javaslatokat dolgozzon ki (Bidló & Horváth 2018).

Az erdőrészeket a légnedvesség, mint éghajlati elem alapján sorolják be klíma kategóriákba. Járó (1972) ezeket a kategóriákat a júliusi 14 órás légnedvességhez kötötte. Leggyakrabban a klíma kategóriákba való besorolás ezen légnedvesség mérés helyett a vegetáció összetételének, leginkább a klímajelző fás -és lágyszárú növények meglétének, illetve a domborzat, tengerszint feletti magasság hatásainak a szakértő becslésén alapszik (Járó 1972), hiszen napjainkban nincsen júliusi 14 órás légnedvesség mérés, mivel az észlelési pontok megváltoztak. Ezért is jelentős az erdészeti szárazsági mutató (Forestry Aridity Index, röviden FAI) (Führer 2017; Führer 2018; Gálos & Führer 2018; Führer et al. 2017), továbbá más könnyen elérhető

meteorológiai adatokra támaszkodó index bevezetése a klíma jellemzésére, mivel így a klímabesorolás objektivitását tudjuk növelni, valamint előre jelezhetővé tesszük a klímát (Führer et al. 2017).

Az újonnan kialakult klíma értékeléséhez szokás alkalmazni a FAI-t, amely az erdészeti szárazság mutató. Képlete alább található:

1. egyenlet: FAI index (Forrás: Führer (2011))

$$FAI = 100 \times \frac{T_{\text{átlag(VII-VIII)}} [^{\circ}\text{C}]}{P_{V+VI+2 \times VII+VIII} [\text{mm}]}$$

Az Országos Erdőállomány Adattárban (OEA) szereplő klímakategóriák a FAI indexalapján megállapított klímakategóriáktól jelentősen eltérhetnek az adattári, elsősorban a fafajok elterjedésével jellemezhető kategóriáktól (Führer 2018), sőt egy 10 éves periódusban 2006 és 2016 között vizsgált statisztikai adatok alapján a klímabesorolás változásai térképen kirajzolódnak és azonosíthatóak az OEA adataiból is (Kottek & Király2019).

Mátyás et al. (2018) megállapították, hogy a hűvösebb-nedvesebb helyszínekről származó kocsánytalan tölgyek nagyobb meredekségű reakciónormát mutatnak, tehát a környezetváltozására erősebben reagálnak, ebből következik, hogy klímaérzékenyebbek. A szárazsági határhoz közelebbi populációk kisebb érzékenységet mutattak, tehát a klímatoleranciájuk jobb. Szaporítóanyagfelhasználás tekintetében ez egy nagyon fontos információ, ugyanis a szárazsági határ közelében lévő, de nem szélsőségesen degradálódott populációk irányított áttelepítése (assisted migration) [Tollefsrud et al. 2021; Kowalczyk et al. 2021] hatékony lehet a klímaturés javítása érdekében. A szárazsági határmeghatározása számunkra különösen fontos, mivel országunkban valamennyi klímafüggő, dominánsan állományalkotó fafajunk, mint esetünkben a KTT, az országhatáron belül éri el elterjedésének csapadéktól függő alsó határát, melyet szárazsági határnak nevezünk. A gyakorlatban az elvárt törzsszám 50%-os csökkenésével határozzuk meg ezt a határt (Mátyás 2017). Ezt a határt a hatékony gazdálkodás és az elfogadható kockázat határának is tekintjük (Berki 2017).

3. Anyag. és módszertan

3.1 Rövid ismertető

A kocsánytalan tölgy kisfajokkal Kádár Tamás, végzett erdőmérnök kezdett el foglalkozni 2020-ban. A mintaterülete a Kővágótöttös 15/C és 16/B volt. A kutatásának célja a mintaterületeken található taxonoknak a meghatározása, illetve elkülönítése volt. A mintafákat morfológiájukban, kitettség- illetve erdőtipológia szerinti eloszlásukban, valamint termőréteg vastagság szerint vizsgálta. A morfológiai határozáshoz készített egy excel táblázatot, ahol numerikus taxon határozással azonosította be a mintafákat. Mivel arra a következtetésre jutott, hogy az ilyesféle határozás nagyon időigényes, statisztikai összefüggéseket keresett a morfológiai bélyegekhez. Nyolc darab változót numerikusan kódolt (ezek a későbbiekben bemutatásra kerülnek) úgy, hogy a változóhoz kapcsolt „Pet”, „Dal”, és „Pol” értékek visszakövethetőek legyenek. Külön-külön megvizsgálta a *Quercus polycarpa*-t és *Quercus dalechampii*-t, illetve az általuk alkotott hibrideket, hogy milyen szoros összefüggés köti őket a vizsgált bélyegekhez. Ehhez az összefüggéshez korrelációanalízist végzett, amelynek során azt állapította meg, hogy a legszorosabb összefüggést a terméskocsány hossza, illetve a makk kezdemények/kocsány hozta. Ezt pedig a kupacs morfológiája és az égtáj követte. Hasonló korrelációt mutatott még a termőréteg vastagsága is. Mindezeket a vizsgálatokat azért tette, hogy a terepi szakemberek munkáját segítse. Egy olyan rendszert akart kidolgozni, amivel a lehető leggyorsabban, illetve megbízhatóbban lehessen meghatározni a kisfajokat. Megállapította, hogy a termés és kupacs morfológiája alkalmas lehet a határozáshoz, de biztonságosabbnak vélte a további bélyegek vizsgálatát is.

A TDK dolgozatomat Kádár Tamás, végzett erdőmérnök munkájára építettem. Megfogadtam a dolgozata végén megemlített javaslatát, miszerint az általa vizsgált mintaterület északi és nyugati irányban történő bővítése ajánlott, ami a taxon lehatárolást pontosítja. Így ennek alapján folytattam a Kocsánytalan tölgy komplex (*Quercus petraea sensu lato*) kutatását. Kádár diplomamunkájában kettő erdőrészlet (Kővágótöttös 15/C és 16/B) szerepelt, amelyben 38 mintafa került felvételezésre. A saját munkámban újra vizsgáltam a fent említett erdőrészleteket, amelyekben plusz 10 mintafát jelöltem ki, illetve a kutatásomat kibővítettem három új erdőrészlettel (Bükkösd 29 B és D, Hetvehely 43 D), amelyekben összesen 28 mintafa került kitűzésre, ezáltal bővül az adatbázis. A továbbiakban a Kádár által vizsgált erdőrészletet első mintaterületnek, az általam vizsgált és kibővített erdőrészleteket pedig második mintaterületnek fogom nevezni az egyszerűség kedvéért. Hasonlóan a munkámban én is a

Halász-féle (2006) tájbeosztást alkalmaztam. Az erdőrészek a Vörös-hegyi tömbben helyezkednek el a Dél-Dunántúli tájsoporton belül a Mecsek tájrészletben. Ezek az erdőrészek a Mecsekerdő Zrt. Árpádtetői erdőészetéhez, azon belül a hetvehelyi gondokához tartoznak.

3.2. Mecsek domborzati jellemzése

A Mecsek-hegység hazánk egyik legbonyolultabb felépítésű hegysége. Középhegységi tömege Észak felől alig észrevehetően emelkedik ki az előterének tekinthető Baranyai-hegyhátról, illetve a Zselicből; DNY-i része (ahol a kutatásomat végeztem) viszont meredeken szakad le a Pécsi-síkság süllyedékére. Fő tömegét mészkő alkotja, de felépítésében részt vesz a vörshomokkő és konglomerátum, a márga, mélyben az andezit, és a riolitufa is. A hegylábi térszíneken agyag és homok, illetve lösz és lejtőtörmelék képződött. A Nyugati-Mecsekre a mészkőfennsíkok, illetve vörshomokkőből álló kiemelkedések jellemzőek. A karsztfennsíkokon töbrök, víznyelők, barlangok és mélybe vágódott szurdokvölgyek alakultak ki. Ezen geológiai összetettség miatt a Nyugat-Mecseket jellemző társulások változatosak lehetnek, amelyek összetételét a kitettség nagymértékben befolyásolja.

3.3. Termőhelyi jellemzés

A vizsgált erdőrészek a Mecsek erdőészeti tájrészletben helyezkednek el. A kísérleti területek az Árpádtetői Erdőészet hetvehelyi gondnokságában találhatók.

3.3.1. Első mintaterület

A Kővágótötös 16/B erdőrészet: (Kádár 2022)

Kocsánytalan-tölgyes klímában helyezkedik el 350-450m tengerszint feletti magasságban, déli kitettségben. Domborzata hegy-, dombvidéki buckaoldalként jellemezhető, melynek lejtése (15)-20-25°-(30). Hidrológiája többlet vízhatástól független (TVFLN), genetikai talajtípusa podzolos barna erdőtalaj (PBE), sekély termőréteggel (SE), homokos vályog (HV) fizikai féleséggel. Az erdőrészet területe 10,99ha, melyen vágásos üzemmódban kezelt természetstzerű cseres-kocsánytalan tölgyes található, aminek a kora megközelítőleg 100 év. Az erdő természetvédelmi, valamint talajvédelmi és Natura 2000 rendeltetésű. Állománya nagyrészt mageredetű (48% kocsánytalan tölgy, 37% cser), de tuskósarjak is előfordulnak, főként kocsánytalan tölgy, kis részben csertölgy és virágos kőris. A kocsánytalan tölgy az

erdőrészlet É-i részén található, melynek ÉNy-i felében kidőlt fák miatt gyengébb a záródás. A D-i, lentebbi részen tömbösen cser található, valamint elszórtan virágos kőris és ezüst hárs, azonban ez az állományrész kívül esik az általam vizsgált területtől. A második szintben szórtan virágos kőris található. Cserjeszintet virágos kőris fagyal és szúrós csodabogyó alkotja. Szórványosan cser és kocsánytalantölgy újulat foltok találhatók. A gypszintet az általam vizsgált területen fehér perjeszittyó (*Luzula luzuloides*) alkotja, egy kisebb összefüggő tömbben pedig egyvirágú gyöngyperje (*Melica uniflora*) található.

A Kővágótöttös 15/C erdőrészlet: (Kádár 2022)

Gyertyános-tölgyes klímában, a 16/B-hez hasonló tengerszint feletti magasságban helyezkedik el, azonban keleti kitettségben. Domborzata kiegyenlítettebb, lejtése jóval kisebb, csak 5-10°-os. Hidrológiája többletvízhatástól független (TVFLN), genetikai talajtípusa savanyú barna erdőtalaj (SBE), sekély (SE) termőréteggel, homok (H) fizikai féleséggel. A részlet területe 4,07 ha, melyen faanyagtermelést nem szolgáló üzemmódú természetyszerű kocsánytalan tölgyes található. Átlagos kora 77 év, rendeltetése a 16/B-hez hasonlóan természetvédelmi, valamint talajvédelmi és Natura2000. Állománya 96%-ban sarjeredetű kocsánytalan tölgyből áll, néhol csoportosan elegyedve találjuk a maradék 4% virágos kőrist, melyek főleg a NY-i részén találhatók. Cserjeszintet virágos kőris és fagyal alkotja. Gypszintben elkülöníthetünk nagy összefüggő egyvirágú gyöngyperjés (*Melica uniflora*) és virágos kőrises (*Fraxinus ornus*), erdei nádtippanos (*Calamagrostis arundinacea*) foltokat.

3.3.2 Második mintaterület

Bükkösd 29 B és D:

A „B” erdőrészlet gyertyános-tölgyes klímában helyezkedik el 250-350 méter tengerszintfeletti magasságban északi kitettséggel, ez valamennyivel alább található, mint az első mintaterület részletei. A domborzata hegy- illetve dombvidék, amelyet egy 2,5-5°-os lejtésű buckatetővel, hegyháttal, valamint gerinccel lehet jellemezni. Hidrológiája többletvízhatástól független (TVFLEN), genetikai talajtípusa savanyú, nem podzolos barna erdőtalaj (SBE), termőrétege középmező (KMÉ), a talajfizikai-félesége vályog (V). Az erdőrészlet területe összesen 5,18 ha, amelyen vágásos üzemmódban kezelt természetyszerű Cseres-kocsánytalan tölgyes található, amelynek a kora közel 116. év. Az erdő természetvédelmi, ezen felül talajvédelmi és Natura 2000 rendeltetéssel bír. Az állományt alkotó, mageredetű főfajok, kocsánytalan tölgy (68%) és

csertölgy (8%) mellett fiatalabb gyertyán és bükk-egyedek is találhatóak. Mindezek mellett sarjzatotott kocsánytalan tölgyek is tarkítják az erdőt 7 %-ban.

A „D” erdőrészlet sok hasonlóságot mutat a „B” részlettel, szintén gyertyános-tölgyes klímában helyezkedik el, 350-450 méter tengerszint feletti magasságban, valamivel magasabban, mint a „B” részlet. A domborzata hegy- illetve dombvidék, amelyet nagyobb, 5-10°-os lejtésű buckatető, hegyhát, valamint gerincként lehet leírni. Hidrológiája többletvízhatástól független (TVFLEN), genetikai talajtípusa savanyú, nem podzolos barna erdőtalaj (SBE), termőrétege középmező (KMÉ), a talajfizikai-félesége vályog (V). Az erdőrészlet területét 7,64 ha-os, vágásos üzemmódban kezelt természetstípusú cseres-kocsánytalan-tölgyes alkotja, melynek kora 116 év. Az erdő természetvédelmi rendeltetésű, ezenfelül talajvédelmi, illetve Natura 2000-es terület. Az állományt mageredetű kocsánytalan tölgy (85%) és csertölgy (15%) alkotja. Mellette fiatalabb virágoskőrös egyedek is felbukkannak.

Hetvehely 43 D:

Az erdőrészlet gyertyános-tölgyes klímában helyezkedik el 250-350 tengerszint feletti magasságban. Domborzata hegy- és dombvidék, amelyet 10-15°-os lejtésű buckaoldalként lehet leírni. Hidrológiája többletvízhatástól független (TVFLEN), genetikai talajtípusa agyagbemosódásos barna erdőtalaj (ABE), termőrétege középmező (KMÉ), a talaj fizikai-félesége vályog (V). Az erdőrészlet területe 19,47 ha összesen, amely örökzöld üzemmódban kezelt természetstípusú kocsánytalan tölgyes erdő. Az erdő rendeltetése természetvédelmi, ezenfelül Natura 2000-es terület. Az állományt alkotó fő-fafaj mageredetű kocsánytalan tölgy (65%), de emellett 81 éves mageredetű bükk (29%) és gyertyán (6%)-elegg található.

3.4. A felvételezésel ideje

Az első mintaterületen történt első vizsgálatokra 2020 október- 2022 február folyamán került sor Kádár Tamás, erdőmérnök által. Ebben az időintervallumban történt meg az első növényi részek begyűjtése, illetve azok kiértékelése. Az első mintaterületen összegyűjtött növényi részeket megkaptam, kutatásom során felhasználtam őket, hiszen általam újra lett határozva. Ezután az én vizsgálataim következtek a második mintaterületen, amelyek 2023-februárban kezdődtek el és jelenleg is tart. A több éves időintervallumra azért van szükség, mert a

különböző évszakok aspektusait jellemző növényi részeket így lehetett begyűjteni a morfológiai határozáshoz. A vizsgálatok és begyűjtések idejét az 2. és 3. táblázat tartalmazza:

2. Táblázat: Kádár tamás gyűjtési idő

Támadóvonalak, mintafák kijelölése	2020.10.28.
Makktétel begyűjtése	2020.10.29. – 2020.10.30.
Metszéspróba	2020.11.02.
Makkvetés	2020.11.06.
Hajtás begyűjtése, GNSS felmérés	2021.01.26.
Morfológiai vizsgálatok	2021.10.12.-2022.02.22.
Termőréteg vastagság-vizsgálat	2022.02.21.-2022.02.22.

3. Táblázat: Ujhegyi Kristóf gyűjtési idő

Támadóvonalak, mintafák kijelölése	2023.02.28.
Téli hajtás begyűjtése	2023.03.01
Kérek lefotózása	2023.03.01
Leveles hajtás gyűjtése	2023.08.19
Termés gyűjtés	2023.11.10

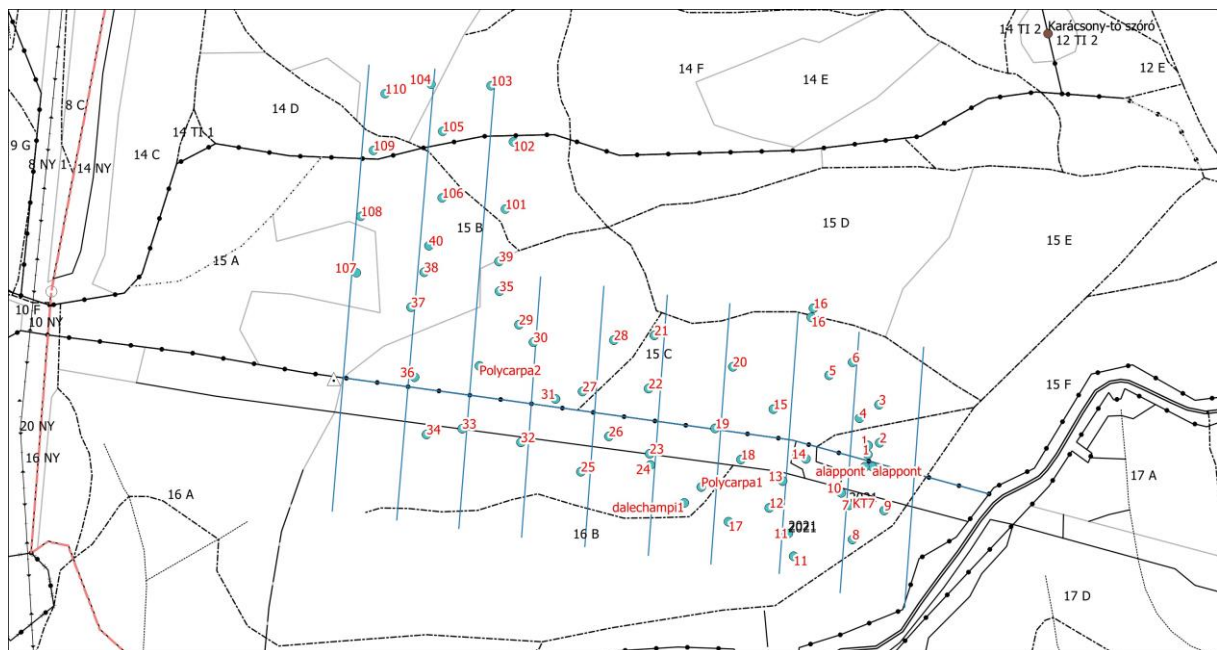
3.5. A felvételezések és kiértékelésének módja

Folytattam a kocsánytalan tölgy komplex (*Quercus petraea sensulato*) alaktani és ökológiai elkülönítését. A munkám során vizsgált növényi részek a következők voltak: a kéreg, hajtás, rügy, leveles hajtás, termés és kupacs. Az ökológiai differenciáláshoz a további adatokra volt szükség, amelyek: a termőhely, termőréteg vastagság, kitettség, vízgazdálkodási fok, erdőtípus és a gyepszintet jellemző lágyszárú növények.

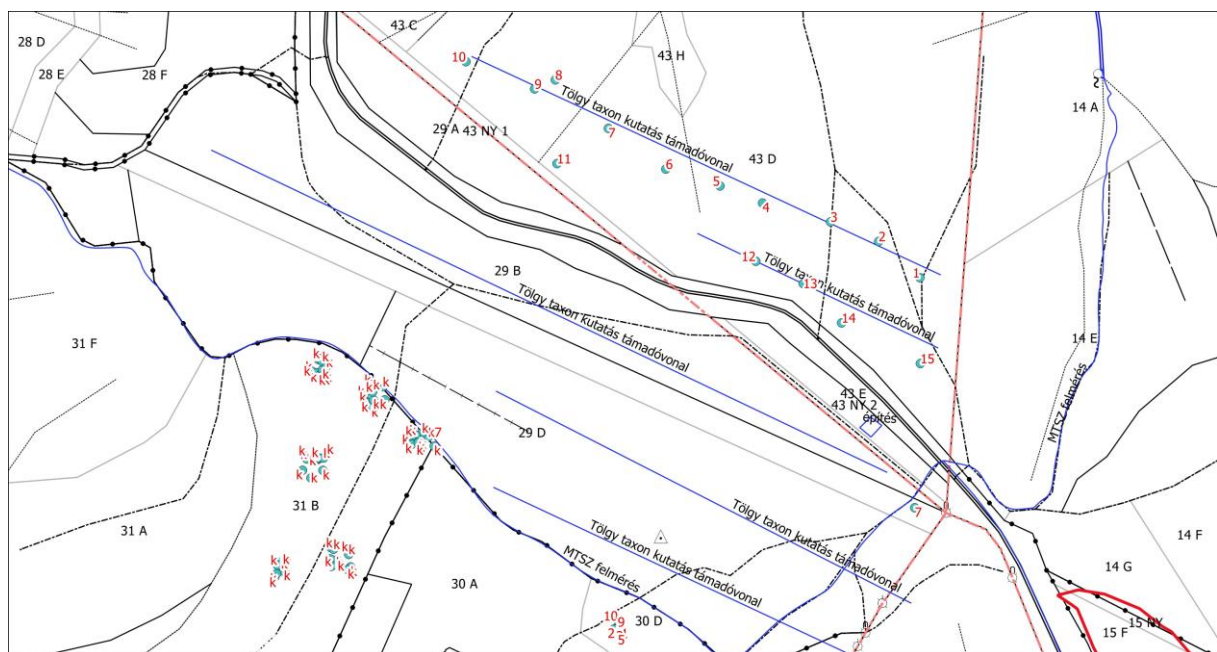
3.5.1 Végrehajtott műveletek

Elsősorban megismerkedtem az első mintaterülettel, és ezután a vizsgálandó környéket bejártuk. A fontosabb szempontok (pl. kitettség, flóra stb.) mérlegelése után sikerült kiválasztanunk a második mintaterületet. Ebben segítséget kaptam külső konzulensemtől, Bordács Sándortól és az illetékes erdőgondnoktól, Kincses Miklóstól.

Az első mintaterületen a támadóvonalak É-D-i irányúak, a mintafák pedig rájuk merőlegesen Ny-K-i irányban voltak kijelölve. A második mintaterületen a támadó vonalak ÉNy-i és DK-i irányban lettek kijelölve, ahol támadóvonalak mentén egymástól 50 méter távolságokra jelöltük ki a magtermésre alkalmas fákat. A növényi részek begyűjtése az első mintaterületen kijelölt plusz 10 db, illetve a második mintaterületen kijelölt 28 db, azaz összesen 38 db mintafáról történt meg. Az első mintaterületen kijelölt plusz 10 db fa 100-as előjellel rendelkezik (101, 102 stb).



ábra: Mintafák elhelyezkedése az első mintaterületen



ábra: Mintafák elhelyezkedése az második mintaterületen

A támadóvonalak, és az új mintafák kijelölése után a gyűjtést a téli hajtással kezdtem meg. Ennek az indoklása, hogy a kutatásom téli aspektusban indult el. A gyűjtési szempont elsősorban a fénykoronából származó ágak lettek volna, de mivel magas egyedekről volt szó, ezért a begyűjtést sokszor az ágak elérhetetlensége írta felül. A beszerzéshez használt céleszköz sörétes puska volt, amivel a hajtásokat löttük le. A gyűjtéssel párhuzamosan a mintafák kérge fényképes formátumban digitalizálva lett. Minden mintafáról 4 db téli hajtást gyűjtöttem, amelyek közül későbbiekben kiválogattam a határozás szempontjából a „legoptimálisabbakat”. A kéregről mintafánként 2 db fotó készült, indokolt esetben (ha nem volt egységes kéregminta) 3 vagy annál több készült egyenként, más-más irányból.

A leveles hajtások begyűjtése során arra törekedtünk, hogy a mintavétel lehetőség szerint a fénykoronából történjen.

A makkot és kupacsot a mintafák koronájának vetületének körzetében gyűjtöttem a földről.

A Kádár által gyűjtött, első mintaterületről származó összes növényi részt megkaptam, ezeket én ismételtén meghatároztam, ezzel is vizsgálva a szubjektív határozás szórását.

A begyűjtésre került növényi részeket típus szerint, mintafánként lettek elkülönítve. A kiértékelésük a szakirodalmi feldolgozás című fejezetben leírt morfológiai bélyegeknél megfelelően történt. A morfológiai bélyegeket először füzetben írtam le, később excel táblázatban rögzítettem.

4. Eredmények és azok kiértékelése

4.1. Terepi felvételezések

A támadóvonalak kijelölésekor törekedtünk arra, hogy kövessük az előre meghatározott Ény-i és Dk-i irányt, aminek mentén jelöltük ki a mintafákat.

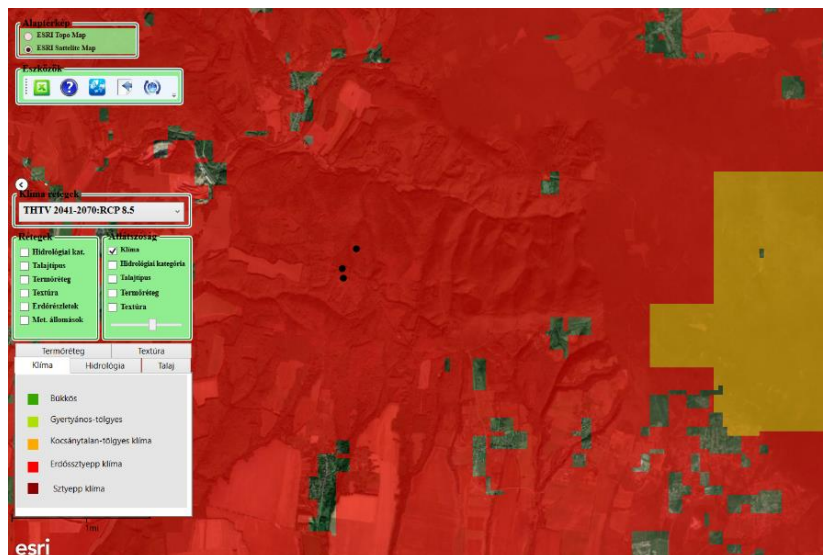
4.2. Klímaváltozás

A második mintaterületen lévő három részlet az adattár és az erdőterv szerint gyertyános-tölgyes klímába sorolható. A Soproni Egyetem és ERTI által fejlesztett Agrárklíma döntéstámogató rendszer segítségével is megvizsgáltam a besorolását, így a bizonyos időszakokra a következőket tapasztaltam: A **közelmúltban** (1981-2010) mindhárom részlet a **GY-T** klímába sorolható, ugyanis az átlagos FAI index értéke a 43/D és 29/B esetében 5,25, a 29/D esetében pedig 5,23, amelyek GY-T klímába tartoznak. Ugyanezt a **jelenben** (2011-2040)

vizsgálva más értékeket kapunk: 43/D esetében 6,18, 29/D esetében 6,16, illetve a 29/B esetében 6,19 az átlagos FAI index értéke, amelyek már **KTT** klímára utalnak, viszont a két szélsőérték szerint: mindhárom esetben optimista előrejelzések azt mondják, hogy marad a gyertyános-tölgyes klíma, viszont a pesszimista a kocsánytalan-tölgyes klímával számol. A **közeljövő** időszakában (2041-2070) a 43/D és 29/B esetén 7,14, a 29/D esetén 7,11 az átlagos FAI index értéke, amely még a **KTT** klímába tartozik. Ugyanakkor mindhárom esetben a két szélsőérték szerint: az optimista forgatókönyv azt mondja, hogy marad a KTT klíma, a pesszimista pedig már SZTY klímával számol. Végül a **távöljövő** (2071-2100) időszakában az átlagos FAI index értéke 43/D és 29/B esetében 9,33, a 29/D esetében 9,3, amelyek már **SZTY** klímába tartoznak. A két szélsőértéket nézve: mindhárom esetben az optimista becslések azt mondják, hogy ESZTY klíma lesz, viszont a pesszimista becslések SZTY klímával számolnak. Ellenőrzést tettem a közelmúlt (1981-2010) és a közeljövő (2041-2070) időszakra az ERTI által fejlesztett klímakövető, döntéstámogató SiteViewer 2.0 programmal, amely hasonlóan a GY-T klímaosztályt, optimista becslés esetén KTT- klímaosztályt, valamint pesszimista becslés esetén SZTY klímaosztályt állapított meg. Az alábbiakban szépen kirajzolódik, hogy a 2041-2070-es időszakban hogyan hódít teret fokozatosan az SZTY klíma:



ábra: Siteviewer 2.0 klímaelőrejelző szoftver, 2041-2070 időszakban, optimista becslés
(forrás: ERTI)

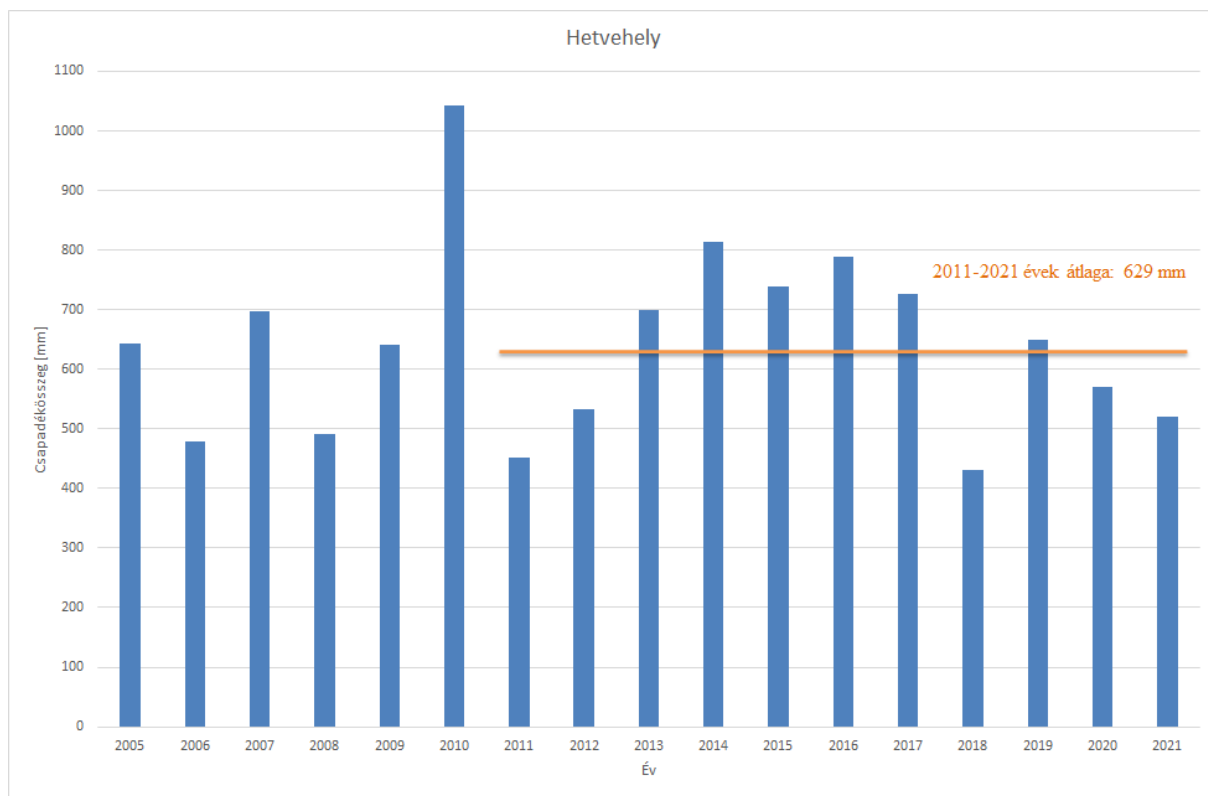


ábra: Siteviewer 2.0 klímaelőrejelző szoftver, 2041-2070 időszakban, pesszimista becslés (forrás: ERTI)

A fent ismertetett forgatókönyv és Mátyás et al. kutatása (2018) alapján, megállapítható, hogy a stabil, jó visszaszerző képességű erdőállományok fenntartásához a változó klímához adaptálódott szárazságot és a melegebb klímát jobban tűrő alfajok, ökotípusok szaporítóanyagának felhasználásra van szükség (Bondor & Frank 2010). Ilyen alternatíva lehet a *Quercus dalechampii*, valamint a *Quercus polycarpa*, mellyel a *Quercus petraea*-t helyettesíthetjük a cseres-kocsánytalan tölgyesekben, mészs- és melegkedvelő tölgyesekben (Matula 2008). Ebbe a szekcióba tartozó fajok egymással változatos módon képesek hibridizálódni (erre a „Hibridizálódás” fejezetben tértem ki), mely lehetőséget ad arra, hogy egy táj genetikai spektrumából válasszuk ki az optimális populációt (Bartha et al. 2018).

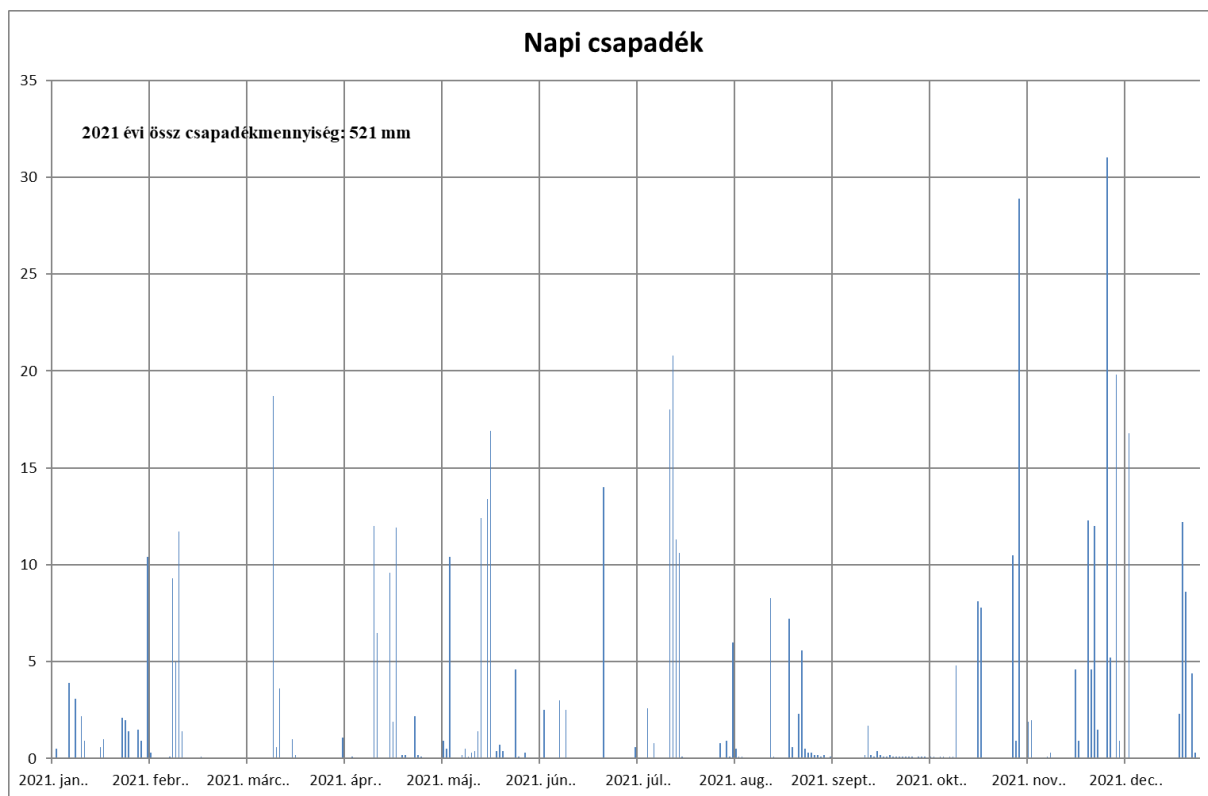
4.3. Évi csapadékeloszlás

A Mecsekerdő Zrt. csapadék adatokat bocsátott a részemre, amelyek a hetvehelyi mérőberendezésekből származnak. A mérőállomás nem a vizsgált területen helyezkedik el, viszont közel található a mintaterületeimhez, így relatíve a hasonló adatokból már lehet becsülni, illetve feltételezéseket tenni.

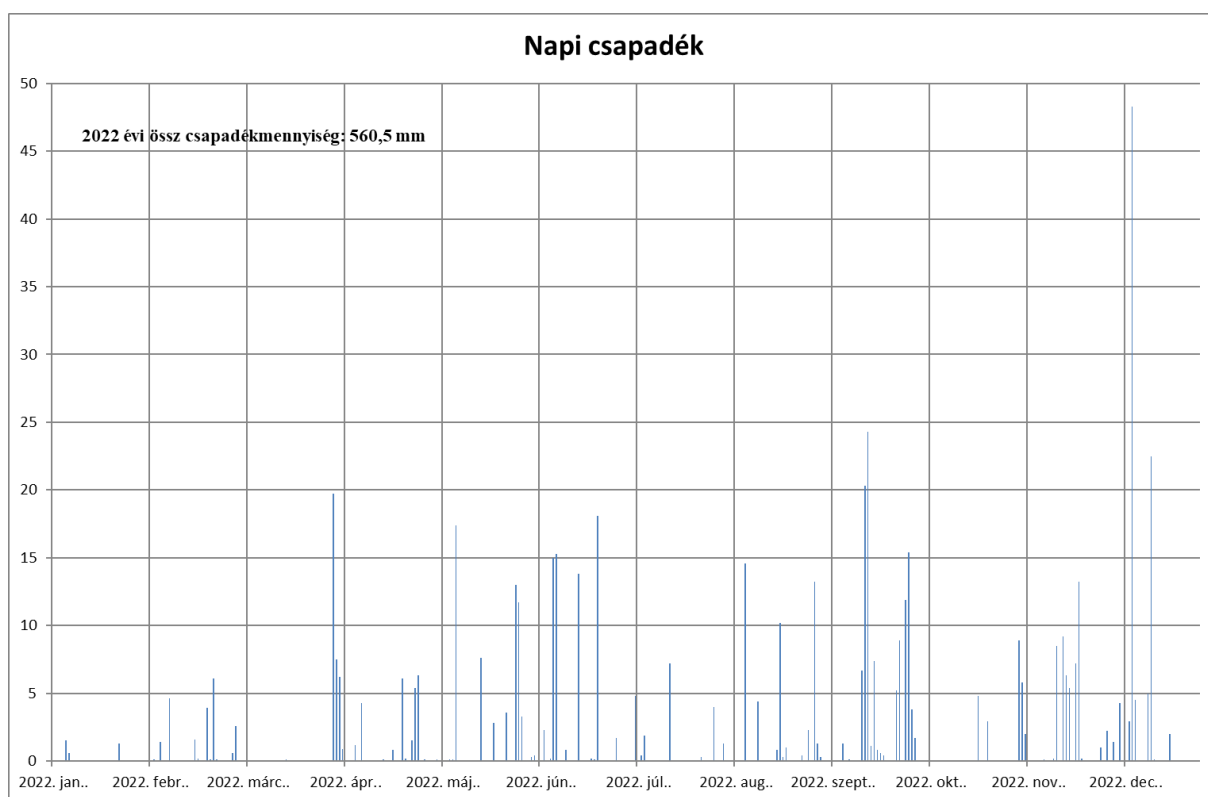


ábra: Évi csapadékmennyiségek 2005-2021 között (forrás: Mecsekerdő Zrt.)

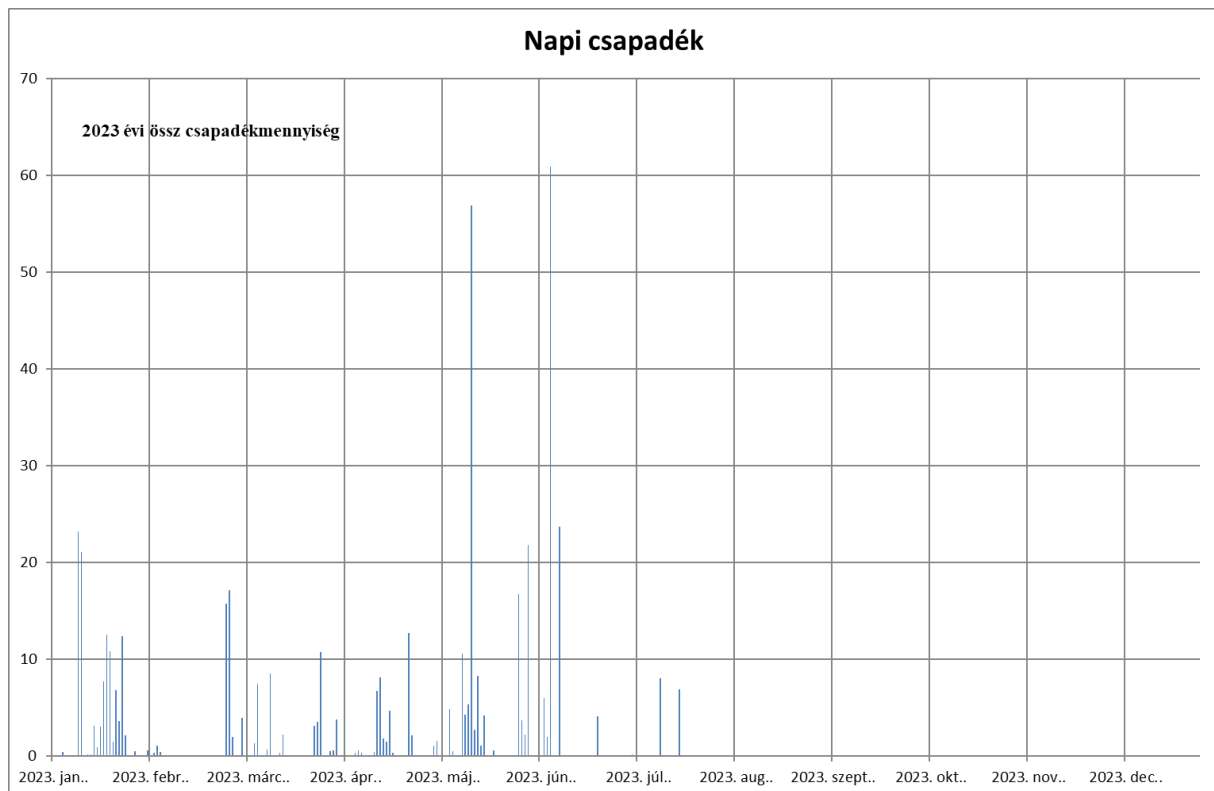
Ahogy látható a nagyobb időintervallumú diagrammon az elmúlt közel 15 évben sem volt egységes a csapadékok eloszlása. Voltak szárazabb, illetve csapadékosabb évek egymást váltogatva. 2010-es év kiugróan magas értéket mutat, utána évben egy hirtelen visszaesés követte, majd fokozatosan növekedett a csapadékmennyiség 2014-ig. Ennek az évnél a végétől majdnem lineárisan csökkennek az értékek. Az elmúlt 10 év évi átlag csapadékmennyisége 629 mm volt.



ábra: napi csapadékmennyiségek a 2021-es évben (forrás: Mecsekerdő Zrt.)



ábra: napi csapadékmennyiségek a 2022-es évben (forrás: Mecsekerdő Zrt.)



ábra: napi csapadékmennyiségek a 2023-as évben (forrás: Mecsekerdő Zrt.)

A kisebb időintervallumú diagrammokat megvizsgálva elmondható, hogy a 2021 -es év volt a legszárazabb időszak, az évi csapadékmennyiség 521 mm volt. Az elmúlt három év legszárazabb nyara volt, a lehullott mennyiség 121 mm. A csapadék eloszlása egyenletlen, amelyről egyes hónapok kiugró értékei árulkodnak. A napok szintjén vizsgálva is ugyanez mondható el. Májusban az évhez képest sok eső esett, de napokra lebontva egyenletlenül. Három nagyobb esőzés figyelhető meg a hónap elején, közepén, illetve a végén. A közben eltelt időszakban alig vagy semennyi csapadék sem hullott. A június kis mennyiségű, de egyenletes esőzéssel indul meg, hónap közepén szárazság, majd a végén az egyik nap hatalmas kiugró érték figyelhető meg. A július szinte teljesen száraz hónapnak mondható, csak a hónap közepén volt magas kiugró érték. Augusztusban már viszonylagos egyenletesség megfigyelhető. Szeptemberben pedig a többi hónaphoz képest semennyi sem esett. Októberben viszont nagyobb esőzések voltak a jellemzők, fokozatosan növekedő, legvégén kiugró értékekkel.

A 2022-es évben valamivel több csapadék esett, melynek az évi mennyisége 560,5 mm, de ez sem sokkal több, mint a 2021-es évi adat. Nyáron több csapadék esett, mint a 2021-es évben, viszont az eloszlása hasonlóan kedvezőtlen volt. Májusi napokat tekintve szinte ugyanannyi csapadék hullott, mint az előző évben, de a csapadékeloszlás egyenletesebb volt. Júniusban háromszor annyi csapadék esett, mint az előző évben jobb eloszlással, kiugró értékek nem

jellemzőek. A július lényegesen szárazabb hónap volt, mint az előző évben, viszont mindkét hónap csapadékeloszlása kedvezőtlen. Augusztusban több csapadék hullott 20 mm-el valamivel kedvezőbb eloszlásban. A szeptember minden tekintetben eltér az előző évitől. Lényegesen több csapadék hullott, két nagyobb kiugró érték tapasztalható. Októberben fele annyi eső esett, mint az előző évben, viszont tendenciája hasonló volt: fokozatosan több csapadék hullott a napok elteltével, a végén kisebb kiugró érték figyelhető meg.

A 2023-as évet tekintve csak júliusig áll rendelkezésemre adat, viszont sokat elárul. Májusban közel kétszer annyi eső esett (125mm), mint az előző években, viszont ennek a lehullott csapadéknak a fele egy napon volt, amelyet a magas kiugróérték mutat. Ez év júniusa szintén sokkal csapadékosabb volt, mint az előző éveké (119mm), viszont hasonló csapadékeloszlás jellemzi, mint a májusi hónapot. Egy magasan kiugróértéket lehet látni, ahol lehullott a csapadék fele, utána szinte teljes szárazság volt egy-egy esős nap kivételével. Előző évekhez képest a július volt a legszárazabb hónap, két nap figyelhető meg csapadék hullás kisebb mennyiségben.

Összességében azt lehet elmondani a diagrammokról, hogy 2005 óta fokozatosan csökkent az évi átlagos csapadékmennyiség, hiszen egyik se érte el az átlagos 629 mm-t. Viszont nem csak a mennyiség, hanem annak arányaiban történő eloszlása is számít. Ahogyan megvizsgáltuk az egyes diagrammokat azt lehetett észrevenni, hogy nem csak a hónapok, hanem az egyes napok közötti eloszlás sem volt egyenletes. A hónapokat nézve például 2023-ban egy esős június után egy szinte teljesen száraz július következett. A napokat tekintve például 2023 május esetén a hónap egyik napján leesett a havi mennyiség fele, utána kisebb esőzések voltak pár napot. Az egyenletlen eloszlás érvényes mindhárom évre, csak másik napokon, illetve hónapokon mutatkozott be. ez az aránytalan esőzés káros hatással is lehet az erdőre, hiszen a hirtelen nagy mennyiségben lezúduló víznek nincsen ideje a talajba beszivárognia, hanem lefolyik a völgyekbe, elszivárog, ezáltal nem képes megfelelő magasságú talajvízszint kialakulni a vegetációs időszakban, ahol mind a vegetatív, mind a generatív növényi részek kialakításához szükség lenne rá.

Azt a feltételezést tettem, hogy az egyes növényi részek állapotának romlásában, illetve a makktermés hiányában szerepet játszhat a magas hőmérséklet mellett a kedvezőtlen csapadékeloszlás is. A terepen történő növényi részek gyűjtése során azt az észrevételt tettem, hogy a leveles hajtások egészségi állapota degradált volt. Nagy ritkán találtunk tökéletes, egészséges hajtást. Másrészt a makktermésen is érezhető volt a jelenség, hiszen nem találtunk

érésben levő terméseket. Mindezekhez hozzájárulhatott még a tölgy csipkésposloska, illetve tölgy lisztharmat felszaporodása is, amelyeknek kedveznek a száraz, meleg időszakok.

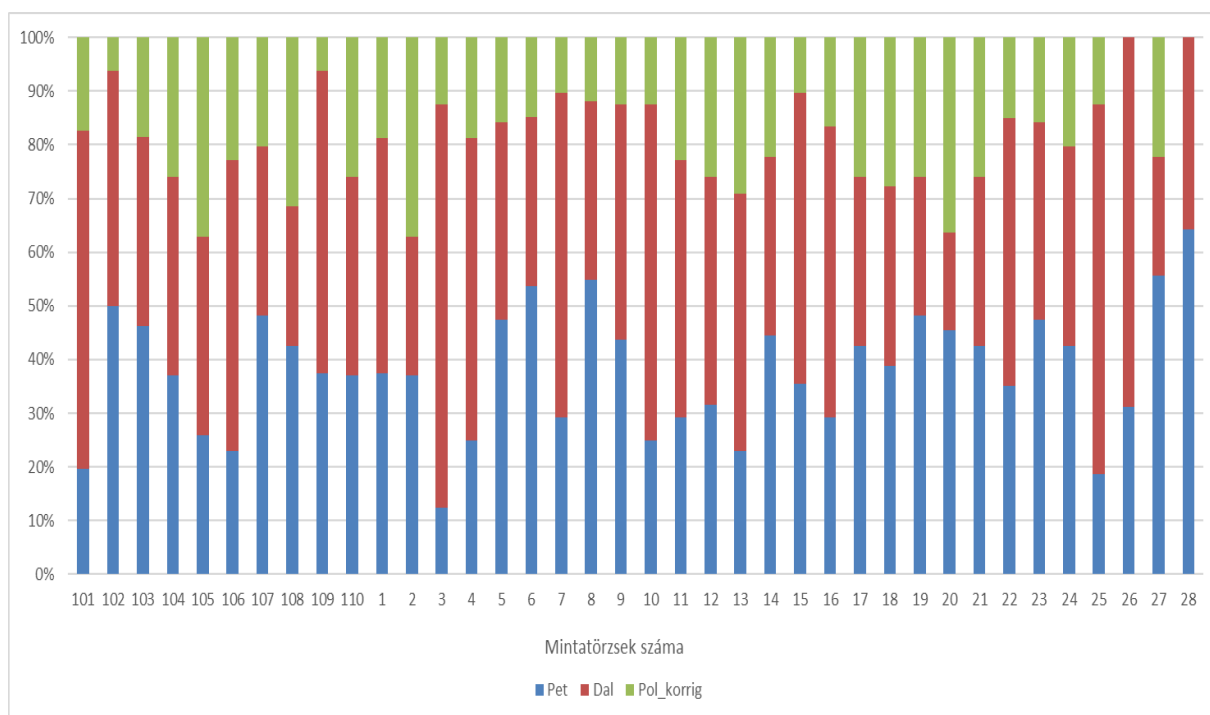
4.4. Morfológiai határozás

4.4.1. Második mintaterület növényi részei

A terepi tapasztalatok után történt vizuális taxon határozás nem nyújtott megbízható eredményeket. Az elkülönített makkokat és kupacsaikat tolómérővel vizsgáltam. Megmértem a kupacsok mélységét, szélességét, és a makk hosszát. A kupacsok mélységének és szélességének a hányadosát szintén morfológiai bélyegként felvettem. A taxonokhoz tartozó növényi részek morfológiáját az „Szakirodalmi feldolgozás” fejezetben a taxonoknál részleteztem. Így a Kádár által létrehozott Excel táblázatban rögzítettem a felvett morfológiai bélyegeket. Ebben a táblázatban 8 változó található meg, amelyek azonos súllyal szerepelnek (*kéreg morfológiája, rügy és hajtás morfológiája, leveles hajtás morfológiája, mellékaréjok megléte, kupacs morfológiája, kupacshányados, termés-kocsány hossza és a rajta levő terméskezdemények vagy termések száma, karéjok száma és tagoltsága*). A 8 változós táblázat egy része lentebb tekinthető meg:

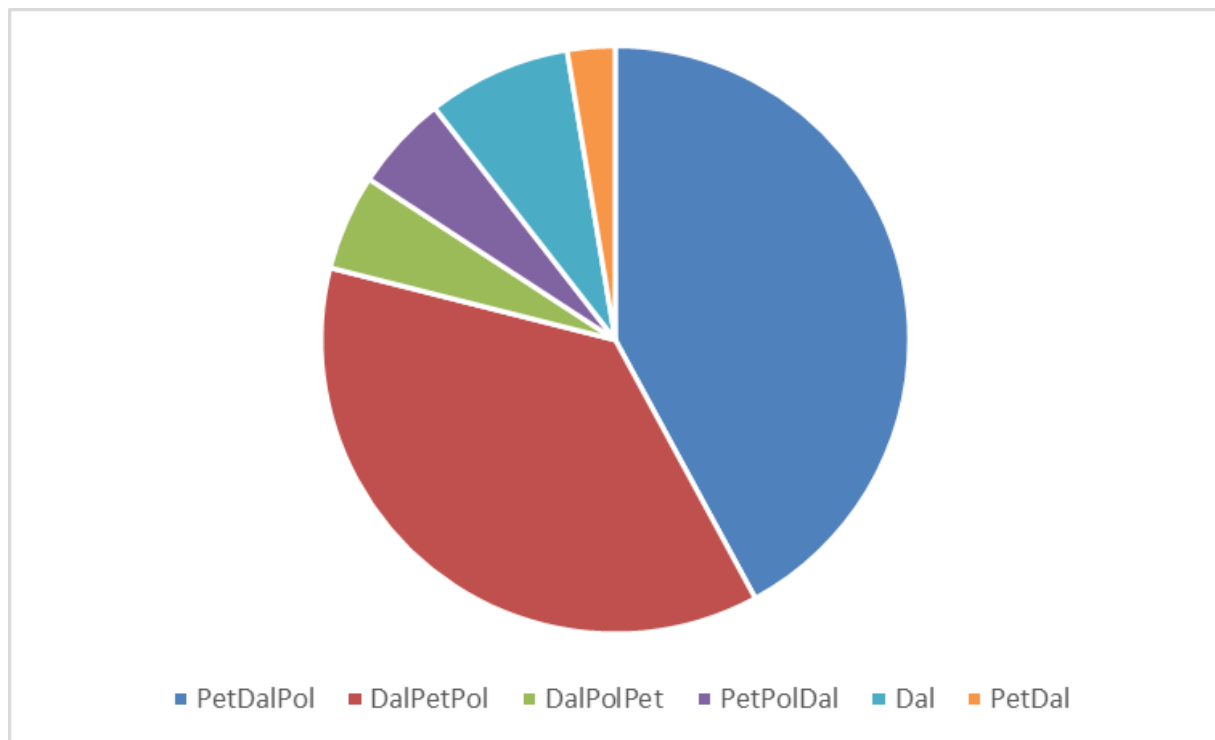
Kéreg			Rügy			Levél			Mellékkaraj		Kupacs			Kupacshányados			Kocsány+Termés_Tax			Karéjok_Tax		
Pet	Dal	Pol	Pet	Dal	Pol	Pet	Dal	Pol	Pet/Pol	Dal	Pet	Dal	Pol	Pet	Dal	Pol	Pet	Dal	Pol	Pet	Dal	Pol
0,50	0,50		0,50		0,50	0,33	0,33	0,33		1,00		1,00			1,00		1,00		1,00		0,5	0,50
0,50	0,50		0,50		0,50	0,50	0,50			1,00	0,50	0,50		0,50	0,50		1,00		0,5	0,50		
0,33	0,33	0,33	1,00			0,33	0,33	0,33	1,00		0,50	0,50		0,50	0,50		1,00		0,50	0,5		
0,50	0,50			1,00		0,50	0,50		1,00		0,33	0,33	0,33	0,50	0,50		1,00		0,50		0,5	
0,33	0,33	0,33	0,50		0,50	0,50	0,50	0,50	1,00		0,50	0,50	0,50	0,50	0,50		1,00		0,50	0,50		
0,50	0,50		0,33	0,33	0,33	0,50	0,50	0,50		1,00	0,50	0,50		0,50	1,00		1				1,00	
0,33	0,33	0,33	1,00			0,50	0,50		1,00		0,50	0,50	0,50	0,50	0,50		1,00		1			
0,33	0,33	0,33	1,00			0,50	0,50	0,50	1,00		1,00			0,50	0,50		1,00		1,00		1,00	
0,50	0,50		0,50		0,50	0,50	0,50			1,00		1,00		0,50	0,50		1		1,00			
0,50	0,50		0,50		0,50	0,33	0,33	0,33	1,00		0,50	0,50		0,50	0,50		1		0,50	0,50		
0,50	0,50		0,50		0,50	0,50	0,50			1,00	0,50	0,50		0,50	0,50		1		0,5		0,50	
0,33	0,33	0,33	0,50	0,50		0,50	0,50		1,00		0,50	0,50	0,50	0,50	0,50		0,5	0,50		0,5	1,00	
0,50	0,50		0,50		1,00	0,50	0,50	0,50		1,00	1,00	1,00		0,50	0,50		1		0,50	0,5	0,50	
0,50	0,50	0,50	0,50		1,00	0,50	0,50		1,00		0,33	0,33	0,33	0,50	0,50		1,00		1,00			
0,33	0,33	0,33	0,50	0,50		0,50	0,50	0,50	1,00		1,00			1,00	1,00		1		0,5	0,5		
0,50	0,50		1,00			0,50	0,50		1		0,33	0,33	0,33	1,00			1,00		0,5		0,50	
0,50	0,50	0,50	1,00			0,50	0,50	0,50		1,00	1,00			0,50	0,50		1,00		0,50	0,5		
1,00			0,50	0,50		0,50	0,50			1,00	0,50	0,50		0,50	1,00		1,00		0,50	0,5	0,50	
0,33	0,33	0,33	1,00			0,50	0,50	0,50		1,00	0,50	0,50		0,50	0,50		1,00		0,50	0,5	0,50	
0,33	0,33	0,33	1,00			0,50	0,50	0,50	1,00		0,50	0,50		0,50	0,50		1,00		0,50	0,5	0,50	
0,33	0,33	0,33	0,50	0,50		0,33	0,33	0,33	1,00		0,50	0,50	0,50	0,50	0,50		0,50		0,5	0,50		
1,00			0,50	0,50		0,50	0,50		1,00		0,50	0,50		0,50	0,50		1		0,50	0,5	0,50	
1,00			0,50	0,50	0,50	0,33	0,33	0,33		1,00		0,50	0,50	0,50	1,00		0,5	0,50		0,5	0,5	
1,00			0,50	0,50	0,50	0,33	0,33	0,33	1,00			0,50	0,50	0,50	0,50		1		1,00			
1,00			0,33	0,33	0,33	0,50	0,50	0,50	1,00		0,50	0,50		1,00			1		0,50		0,5	
1,00			0,50	0,50		0,50	0,5	0,50	1,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	1		
1,00			0,50	0,50		0,33	0,33	0,33	1,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	1	0,50	
0,50	0,50		0,50	0,50		0,50	0,50	0,50	1,00		0,50	0,50		0,50	0,5		1,00		0,5	0,50		
0,50	0,50		0,33	0,33	0,33	0,50	0,50	0,50	1,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	1		
0,50	0,50		0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00		0,50	0,50		0,50	0,5		1,00		0,5	0,50		
0,50	0,50	1,00	0,50	0,50		0,50	0,50		1,00		0,50	0,50		0,50	0,5		1,00		0,5	0,50		
0,50	0,50		0,33	0,33	0,33	0,50	0,50		1,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	1		
0,50	0,50		0,5	0,5		0,50	0,50		1		0,50	0,50		0,5	0,5		0	0,00	0,00	1		

mellékkarójok. A két kistaj azonos taxonértékhez került, így minden esetben, ahol kettejükre jellemző érték van, ott hibás polycarpa érték került volna a számításba. Ezt oly módon korrigáltam, hogy kilistáztam az értékeket, és ahol az összes változó közül csak a mellékkaréjozottság hozta a petraea és polycarpa értéket, ott a polycarpa végső taxonértéket kinulláztam. Az így kapott végleges taxonértékek alapján soroltam a mintatörzseket a kistajok közé. Tiszta fajnak vettem azt, amely morfológiájában 8 taxonértékből elért 5,5-et. Ez azt jelenti, hogy a taxonra jellemző bélyegek 68,75%-át mutatja az egyed. Amely ennél kevesebb pontot ért el, őket hibridként soroltam be, arányosan a legtöbb hordozott bélyeg dominanciája alapján (Kádár).



ábra: morfológiai határozás taxonértékek alapján

Az állomány majdnem összes mintafája tartalmazza kisebb-nagyobb mértékben mindhárom taxonnak a bélyegeit, kivételt képeznek ez alól a 26-os és 28-as mintafa. Határozásom során azt tapasztaltam, hogy kevés volt a tiszta egyed, nagy számban fordulnak elő a hármas hibridek, bár a polycarpa jelleg csak kisebb arányban van jelen az egyedekben. A darabszám szerinti eloszlást a következő diagram mutatja:



ábra: A taxonok eloszlása

4.4.2 Első mintaterület növényi részei

Amint említettem, a Kádár által gyűjtött növényi részeket újból megvizsgáltam egytől-egyig. Ez azt a célt szolgálta, hogy kiderüljön mely bélyegek mutatnak szoros összefüggést a szubjektív határozással, ezáltal megállapítható, hogy melyek azok a bélyegek, amelyek objektívabban határozhatóak nagyobb biztonsággal, kisebb eltéréssel. A Kádár, illetve a saját határozásom alább tekinthető meg a 8 változós táblázatokban:

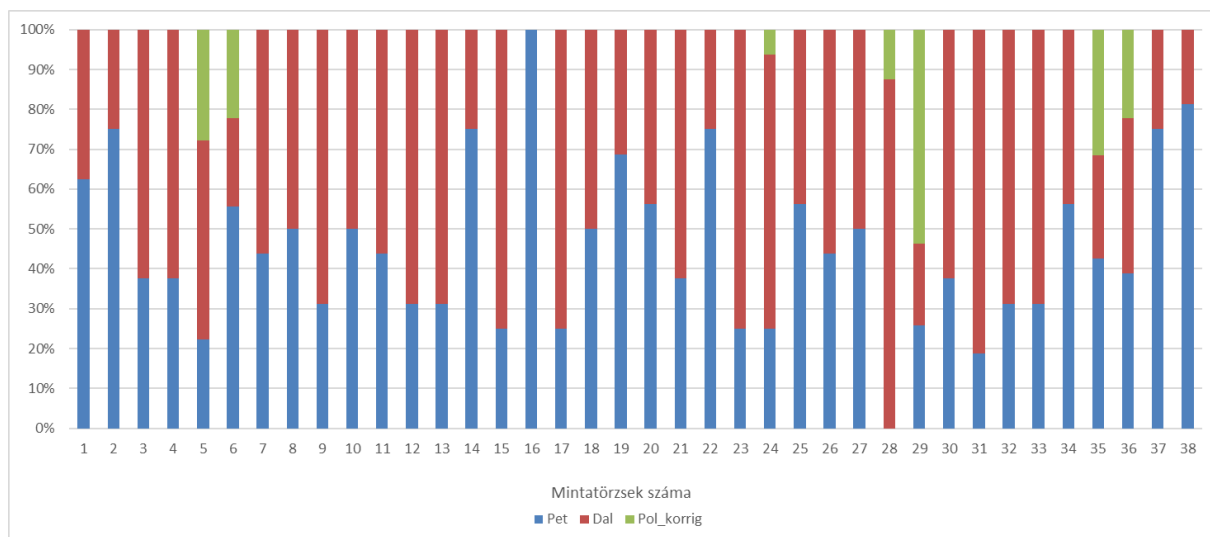
Kéreg			Rügy			Levél			Mellékkaréj		Kupacs			Kupacshányados			Kocsány+Termés_Tax			Karéjok_Tax		
Pet	Dal	Pol	Pet	Dal	Pol	Pet	Dal	Pol	Pet/Pol	Dal	Pet	Dal	Pol	Pet	Dal	Pol	Pet	Dal	Pol	Pet	Dal	Pol
0,50	0,50			1,00		0,50	0,50		1,00		0,50	0,50		0,50	0,50		1			1		
0,50	0,50		0,50	0,50		0,50	0,50		1,00		1,00			0,50	0,50		1			1		
	1,00			1,00		0,50	0,50		1,00		0,50	0,50			1,00			1		1		
0,50	0,50			1,00		0,50	0,50			1,00		1,00		1,00			1			1		
	1,00			1,00		0,50	0,50		1,00		0,50	0,50			1,00				1		0,50	0,5
0,50	0,50		0,50	0,50		0,50	0,50		1,00		0,50	0,50		1,00					1	1		
	1,00		0,50	0,50		0,50	0,50		1,00			0,50		0,50	0,50			1		1		
0,50	0,50			1,00		0,50	0,50		1,00			1,00		0,50	0,50		1			1		
0,50	0,50		0,50	0,50		0,50	0,50		1,00			1,00		0,50	0,50			1		1		
	1,00			1,00		0,50	0,50		1,00			1,00		1,00			0,5	0,5		1		
1,00			0,50	0,50		0,50	0,50		1,00			1,00		1,00				1		0,5	0,5	
	1,00			1,00		0,50	0,50			1,00		1,00		1,00				1		0,5	0,5	
1,00	1,00		0,50	0,50		0,50	0,50			1,00		1,00		1,00				1		1		
	1,00		1,00			1,00			1,00		1,00			1,00			1,00			1		
0,50	0,50			0,50		0,50	0,50		1,00		0,50	0,50		0,50	0,50			1		0,5	0,5	
0,50	0,50		0,50	0,50		0,50	0,50		1,00		0,50	0,50		1,00			1			0,5	0,5	
	1,00		0,50	0,50		0,50	0,50		1,00		0,50	0,50		1,00			1			1		
0,50	0,50			1,00		0,50	0,50		1,00			1,00		1,00				1		1		
0,50	0,50		0,50	0,50		0,50	0,50		1,00			1,00		1,00				1		1		
	1,00			1,00		0,50	0,50			1,00		1,00		1,00				1		1		
0,50	0,50		0,50	0,50		0,50	0,50		1,00			1,00		1,00				1		1		
1,00			0,50	0,50		0,50	0,50		1,00		0,50	0,50		1,00				1		1		
	1,00			1,00		0,50	0,50			1,00		1,00		1,00				1		1		
0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00		0,33	0,33	0,33		0,50	0,50			1			
0,50	0,50			1,00		0,50	0,50		1,00		0,50	0,50			1,00			1		0,5	0,5	
	1,00		0,50	0,50		1,00				1,00		1,00			1,00				1		1	
0,50	0,50		0,50	0,50		1,00			1,00		0,50	0,50			1,00			1		1		
0,50	0,50			1,00		0,50	0,50			1,00		1,00		0,50	0,50			1		1		
0,50	0,50		0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00		0,33	0,33	0,33		1,00				1		0,5	0,5
0,33	0,33	0,33		1,00		0,33	0,33	0,33	1,00		0,33	0,33	0,33		1,00				1		0,5	0,5
0,50	0,50		1,00			0,50	0,50		1,00		0,50	0,50		1,00			0,50	0,50		1		
1,00				1,00		0,50	0,50		1,00		1,00			1,00			1			1		

ábra: Kádár által határozott bélyegek

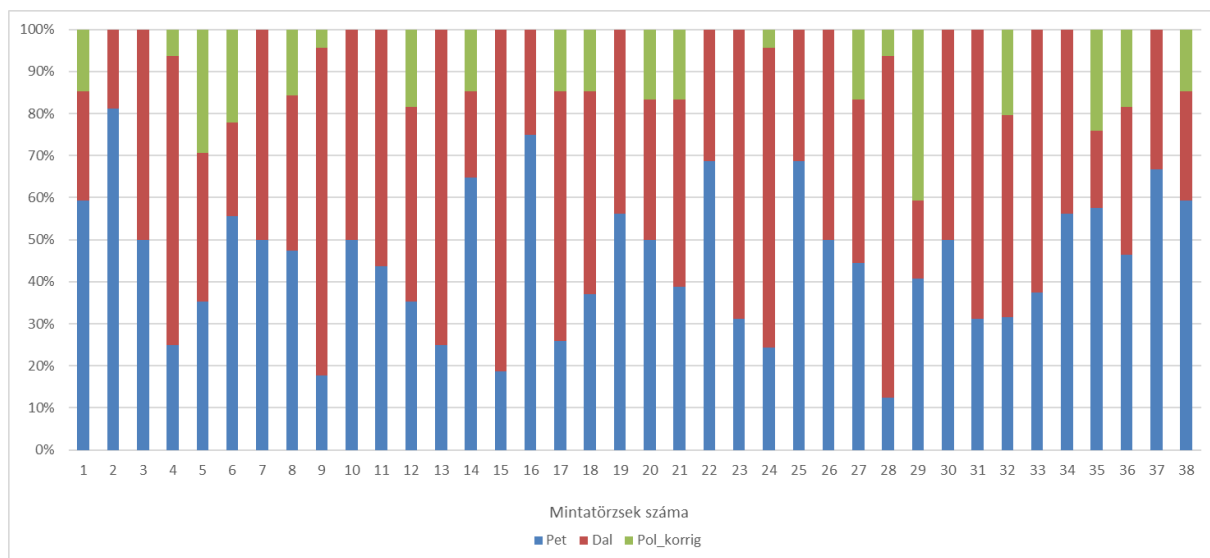
Kéreg			Rügy			Levél			Mellékkaréj		Kupacs			Kupacshányados			Kocsány+Termés_Tax			Karéjok_Tax		
Pet	Dal	Pol	Pet	Dal	Pol	Pet	Dal	Pol	Pet/Pol	Dal	Pet	Dal	Pol	Pet	Dal	Pol	Pet	Dal	Pol	Pet	Dal	Pol
0,50	0,50			1,00		0,33	0,33	0,33	1,00		0,50	0,50		1,00			1			1		
1,00			0,50	0,50		0,50	0,50		1,00		1,00			0,50	0,50		1			1		
	1,00			1,00		1,00			1,00		0,50			0,50	0,50			1		1		
0,50	0,50			1,00		0,50	0,50	0,50		1,00		1,00		0,50	0,50		1			1		
0,50	0,50		0,50	0,50		0,50	0,50		1,00		0,50	0,50		0,50	0,50				1		0,50	0,5
	1,00		0,50	0,50		1,00			1,00			1,00		0,50	0,50		1			1		
0,50	0,50			1,00		0,50	0,50	0,50		1,00		0,50	0,50	0,50	0,50				1			
0,33	0,33	0,33	0,50	0,50		0,5	0,50		1,00		0,50	0,50		0,50	0,50		1			1		
0,50	0,50			1,00		0,50	0,50		1,00			1,00		0,50	0,50			1		1		
0,33	0,33	0,33	0,50	0,50		0,33	0,33	0,33	1,00			1,00		0,50	0,50		0,5	0,5		1		
	1,00			1,00		0,50	0,50			1,00		1,00		0,50	0,50			1		1		
1,00			1,00			0,33	0,33	0,33	1,00		0,50	0,50		0,50	0,50		1			0,5	0,5	
0,50	0,50		0,50	0,50		0,50	0,50			1,00		1,00		0,50	0,50			1		1		
	1,00		1,00			0,50	0,50		1,00		0,50	0,50		0,50	0,50			1		1		
0,33	0,33	0,33		1,00		0,33	0,33	0,33	1,00			1,00		0,50	0,50		1,00			1		
0,33	0,33	0,33	0,50	0,50		0,50	0,50		1,00		0,50	0,50		0,50	0,50			1		0,5	0,5	
0,50	0,50		0,50	0,50		0,50	0,50		1,00		0,50	0,50		0,50	0,50			1		1		
	1,00			1,00		0,50	0,50			1,00		1,00		0,50	0,50			1		1		
0,50	0,50		0,50	0,50		0,50	0,50		1,00		1,00			0,50	0,50			1		1		
0,50	0,50			1,00		0,50	0,50			1,00		1,00		0,50	0,50			1		1		
0,50	0,50		0,50	0,50		0,50	0,50		1,00		0,50	0,50		0,50	0,50			1		1		
	1,00			1,00		0,50	0,50			1,00		1,00		0,50	0,50			1		1		
0,33	0,33	0,33	0,50	0,50		1,00			1,00		0,33	0,33	0,33		0,50	0,50			1		0,5	0,5
0,50	0,50		0,50	0,50		0,50	0,50		1,00		0,33	0,33	0,33		0,50	0,50			1		0,5	0,5
1,00				1,00		0,50	0,50			1,00		1,00		0,50	0,50			1		1		
0,33	0,33	0,33	0,50	0,50		0,50	0,50	0,50	1,00		0,50	0,50		0,50	0,50			1		1		
0,50	0,50		0,50	0,50		1,00			1,00			1,00		0,50	0,50			1		1		
0,33	0,33	0,33	1,00			0,50	0,50		1,00		0,33	0,33	0,33		0,50	0,50			1		0,5	0,5
0,33	0,33	0,33		1,00		0,50	0,50		1,00		0,33	0,33	0,33		0,50	0,50			1		0,5	0,5
0,50	0,50		0,50	0,50		0,50	0,50		1,00		0,50	0,50		0,50	0,50		0,50	0,00		1		
0,33	0,33	0,33		1,00		0,50	0,50		1,00		1,00			0,50	0,50		1			1		

ábra: általam újra határozott bélyegek

Ahogy Kádár is megállapította a munkájában, valamint a táblázatokon jól kirajzolódik, hogy a legnagyobb eltérést a levél és a kéreg mutatja. Ezek azok a bélyegek, amelyek nagy szubjektivitás mellett határozhatóak, hiszen a mindkettő növényi rész hatalmas polimorfizmussal rendelkezik. Az én határozásomban ennél a kettő bélyegnél több *polycarpa* jelleget véltem felfedezni. Ezt követi a rügy, amelyet már nagyobb biztonsággal lehet határozni, de adódnak kisebb eltérések. A legnagyobb biztonságot a termés, a termés kocsánya, illetve a kupacs hozta. Ami megállapítást tett Kádár a munkájában, az beigazolódott, hiszen ezek voltak azok a bélyegek, amelyek az újra határozásom során a legkevesebb vagy semmilyen eltérést sem mutattak. A végeredmény többé kevésbé eltért a Kádár-féle határozástól. Ezt a következő diagrammok szemléltetik:

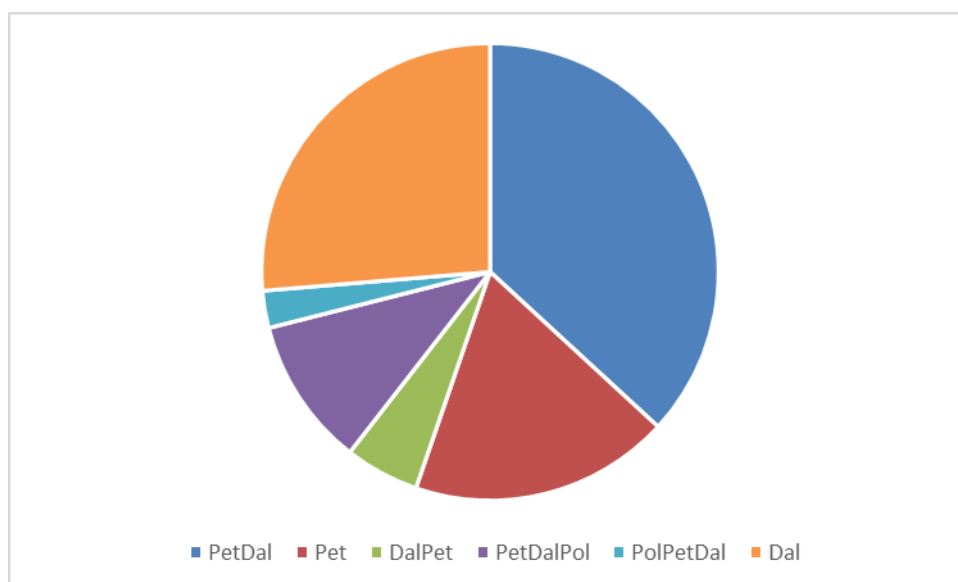


ábra: Kádár-féle bélyegek eloszlása

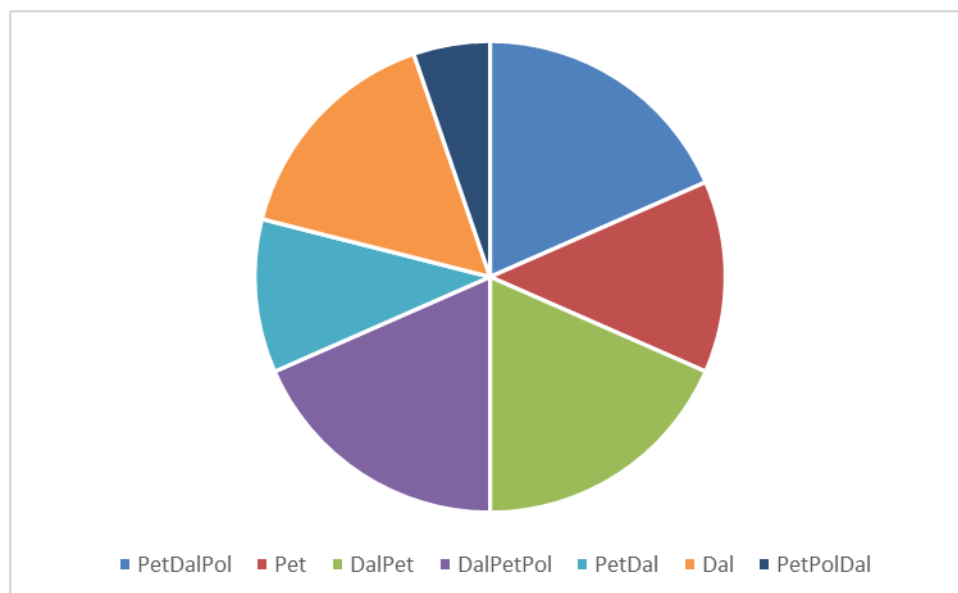


ábra: általam határozott bélyegek eloszlása

Ahogy látjuk a két diagram közel azonos, de kisebb eltérések észlelhetők. Az általam végzett határozás több polycarpa bélyeget eredményezett, mint a Kádár-féle. Ez a fentebb elmondott szubjektíven határozható bélyegekből adódhatnak, hiszen a kéreg és a levél azonosításakor több mintafánál is találtam polycarpa jelleget, amelyből az következik, hogy a végértékelésnél pozitív irányba fog tolódni az értéke. Így a végleges taxonokban is van némi eltérés, amelyet a következő diagrammok szemléltetnek:



ábra: Kádár-féle végleges taxonok eloszlása



ábra: általam határozott végleges taxonok eloszlása

A határozásból adódó különbségek új taxonokat és más arányt eredményeztek nálam. Ahogyan látható, a „PetDalPol”, „Pet”, DalPet”, „PetDal” és „Dal” végleges kisfajok az én határozásomban is megjelentek, csak más arányban. Illetve érdemes megemlíteni, hogy „PolPetDal” végleges taxont a határozásom során nem tapasztaltam, helyette kettő új hármas hibrid bukkant fel, amelyek a „DalPetPol” és a „PetPolDal” voltak.

5. Összegzés

5.1. Értékelés

Összességében azt lehet elmondani, hogy a második mintaterületen nagyobb arányban fordult elő a Polycarpa bélyeg. Határozás során azt tapasztaltam, hogy a levelek erős polimorfizmussal rendelkeztek, amiben túlnyomó részt a Polycarpa bélyeg volt a legszembeütőbb. A polycarpa érték növelésében a 8 változó közül szerepet játszott a levél és kéreg morfológiája, hiszen ezen növényi részek határozásánál adódtak a legnagyobb eltérések, illetve tartalmazták a legtöbb polycarpa értéket mind a saját, mind a Kádár-féle növényi részek határozásánál. Megállapítottuk, hogy ezek a bélyegek nagy szubjektivitás mellett határozhatóak, illetve kisebb összefüggést mutattak a korrelációanalízis folyamán. Ha a szorosabb összefüggésű bélyegeket (terméskocsány, makk, kupacs, termőhely, kitettség) vesszük csak figyelembe, amelyek elégségesek az egyes mintafák meghatározásához, akkor az tapasztalható, hogy a polycarpa értéke csökken és inkább kettős birideket kapunk, amelyeket a petraea-k és dalechampii-k képeznek. Így a tapasztalataim azt javasolják, amit Kádár is megállapított, hogy a kéreg és levél hatalmas szubjektivitása, illetve kevésbé szoros összefüggése miatt elegendő a terméskocsány, kupacs és makk határozása, amely nagy biztonsággal elvégezhető.

Vizsgáltam a klímaváltozós függvényeket, illetve modelleket, amelyek azt jósolták, hogy a jelenben KTT-klíma van, illetve ez tolódni fog a későbbiekben ESZTY-klíma felé. Nos a terepi megfigyelések során azt tapasztaltam, hogy a bükkösdi erdőrészletben a változó klímával szemben kevésbé rezisztens kisfajok voltak találhatóak. Ez mind a növényi részek állapotában, mind a koronában, illetve egészségügyi állapotában is megnyilvánult. Mindezek mellett a makk és termés gyűjtése során azt tapasztaltam, hogy itt sikerült a legkevesebb szaporító anyagot találnom a fák alatt. Ellentétben, a hetvehelyi, illetve a kővágótöttösi erdőrészletekben inkább klímarezisztens kisfajokat figyeltem meg, amelyek makktermés gyűjtésére is alkalmasak lehetnek, hiszen lényegesen több szaporító anyagot találtam a mintafák alatt, mint az előző erdőrészletben és jobb egészségügyi állapottal is rendelkeztek többségben.

A további pontos taxon lehatároláshoz szükséges teendőket a következő fejezetben részleteztem.

5.2. Távlati célkitűzések

A következőket javaslom a pontosabb taxon lehatárolás érdekében:

-Termőhelyfeltárást végezni a vizsgált mintaterületeken. A 38 mintavételi pontot rácsháló alapján meghatározni. A rácsháló importálásához szükséges programok LocusMap és Qfield. A méréshez szükséges eszköz a Pürckhauer-féle talajszonda. A termőréteg vastagság megállapításához mérőszalagot kell használni.

-A mintaterület tipológiájának megvizsgálása. A vizsgált terület faállománya alatt található cserje- és lágyszárú fajoknak a meghatározása.

-A meghatározás után, a fajok ökológiai igényéből adódóan a vízgazdálkodási fokok megállapítása, amiből majd utalni lehet arra, hogy mely taxonok fordulhatnak elő.

6. Irodalom jegyzék

- Bartha D. (2012): Dendrológia. Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki kar, Sopron.
- Bartha D, Király G., & Vidéki R. (2011): Növényismeret (Alacsonyabb rendűek és lágyszárúak). Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Sopron.
- Bidló A. & Horváth A. 2018: Talajok szerepe a klímaváltozásban. Erdészettudományi Közlemények 8(1): 57—71 DOI: [10.17164/EK.2018.004](https://doi.org/10.17164/EK.2018.004)
- Borhidi A. 1969: Adatok a kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea* fajcsoport) és a molyhos tölgy (*Quercus pubescens* fajcsoport) kisleveleiről ökológiai-cönológiai magatartásáról. Botanikai közlemények 56(3) 155—157.
- Csóka Gy. & Hirka A. 2017: A változások jelei. (A klímaváltozáshoz alkalmazkodó erdőgazdálkodás kihívásai –I.) Erdészeti lapok 152(4):104—105.
- Führer E. 2017: Az erdészeti klímaosztályok új lehatárolása öko-fiziológiai alapon. (A klímaváltozáshoz alkalmazkodó erdőgazdálkodás kihívásai – III.) Erdészeti Lapok 152(6): 173–174.
- Führer E. (2018): A klímaértékelés erdészeti vonatkozásai. Erdészettudományi Közlemények 8(1): 27-42. DOI: [10.17164/EK.2018.002](https://doi.org/10.17164/EK.2018.002)
- Halász G. (szerk) 2006: Magyarország erdészeti tájai, Állami erdészeti szolgálat, Budapest 149—151.
- Kowalczyk J., Guibert M., Proschowsky F., Uggla G., Kraigher C., Alizoti H., Gömöry D. 2021: Assisted migration and available decision support tools. In: Genetic aspects linked to production and use forest reproductive material (FRM). European Forest Institute (EFI), EU. 127—131.
- Kremer A., Le Corre V., Petit R.J., Ducousso A. 2010: Historical and contemporary dynamics of adaptive differentiation in European oaks. In: DeWoody JA, Bickham JW, Michler CH, Nichols KM, Rhodes OE, Wocsrc KE, eds. Molecular approaches in natural resource conservation and management. New York, NY, USA. Academic Press, 101—122.
- Leroy T, Roux C, Villate L, Bodénès C, Romiguier J, Paiva J.A.P., Dossat C, Aury JM., Plomion C&Kremer A. 2017: Extensive recent secondary contacts between four European white oak species. New Phytologist. 214: 865-878
- Leroy T., Louvet JM, Lalanne C, Le Provost G, Labadie K, Aury JM., Delzon S, Plomion C& Kremer A 2020: Adaptive introgression as a driver of local adaptation to climate in European white oaks. New Phytologist. 226: 1171-1182

Mátyás Cs. 2002: Erdészeti- és természetvédelmi genetika. Mezőgazda Kiadó, Budapest

Mátyás Cs. 2017: A termőhelyi feltételek és a szárazsági határ eltolódása. Erdészeti lapok 152(4):103-104.

Mátyás Cs., Kóczán-Horváth A., Antoine K. & Cuauhtémoc S. 2018: Kocsánytalan tölgy populációk fiatalkori magassági növekedése szimulált klímaváltozás hatására, egy származási kísérletsorozatban. Erdészettudományi Közlemények, 8(1): 131-148. **DOI: 10.17164/EK.2018.009**

Mátyás V. 1971: A magyarországi kocsánytalan tölgyfajok alakkörének kritikai elemzése, Erdészeti Kutatások 67: 43—96.

Petit R. J., Csakl UM., Bordács S., Burg K., Coart E., Cottrell J., Van Dam B., Deans J.D., Dumolin-Lapègue S., Fineschi S., Finkeldey R., Gillies A., Glaz I., Goicoechea P.G., Jensen J.S., König A.O., Lowe A.J., Madsen S.F., Mátyás G., Munro R.C., Olalde M., Pemonge MH., Popescu F., Slade D., Tabbener H., Turchini D., De Vries S.G.M., Ziegenhagen B. & Kremer A. 2002: Chloroplast DNA variation in European white oaks: Phylogeography and patterns of diversity based on data from over 2600 populations. Forest Ecology and Management. 156: 5-26

Petit R.J., Bodenes C, Ducousso A, Roussel G. & Kremer A. 2003: Hybridization as a mechanism of invasion in oaks. New Phytologist 161: 151-164