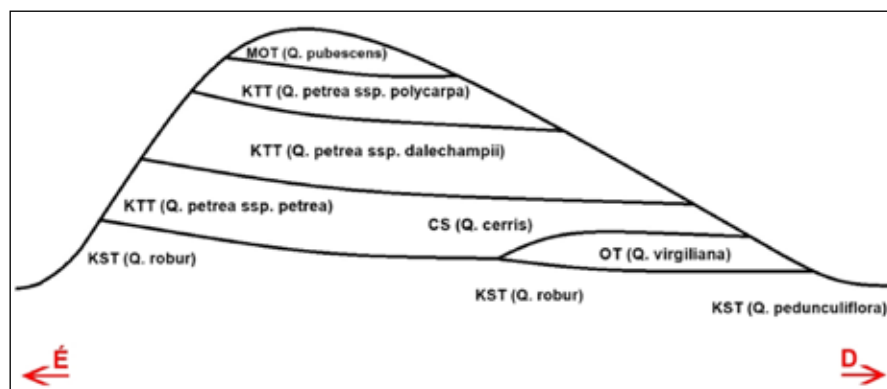


A kocsánytalan tölgy kistfajok elkülönítése a Jakab-hegy térségében

Kádár Tamás László^{1,2}, dr. Bordács Sándor³, Kincses Miklós⁴

A hazai és délkelet-európai területeken több, egymástól eltérő ökológiai igényű tölgy taxont⁵ tartanak nyilván. A térségben, így hazánkban is kocsánytalan tölgy fajkomplexről (*Quercus petraea sensu lato*⁶) beszélhetünk, amelyen belül 3 taxont, a *Quercus petraea*, *Quercus dalechampii*, illetve a *Quercus polycarpa* típusokat különítjük el.

A taxonok természetes előfordulásait a szakirodalmi hivatkozások szerint a *Quercus polycarpa*, és annak hibrid változatai a csúcsgerinc vonalán és a kapcsolódó déli oldalakon fordulnak elő száraz tölgyesekben. A cseres tölgyesek, elegyes tölgyesek, félszáraz vízgazdálkodású tölgyesek domináns taxonja a *Quercus dalechampii*, és annak hibrid változatai. Az extrazonális és zonális megjelenő gyertyános tölgyesek és elegyes bükkösök meghatározó taxonja a *Quercus petraea* (Gál et al.). Ezek elhelyezkedését az alábbi ábra szemlélteti:



1. ábra. A Kárpát-medencei őshonos tölgy taxonok adaptálódása és jellemző térfoglalása a síksági, dombvidéki és középbegyességi termőhelyeken (Forrás: Bordács S. nyomán)

Vizsgálataimat a Mecsekerdő Zrt. Árpádtetői Erdészet Hetvehelyi gondnokságának területén a Kővágótötös 15/C és 16/B erdőrészletben végeztem, dr. Bordács Sándor egyetemi adjunktus és Kincses Miklós erdőgondnok segítségével.

Az erdészeti gyakorlatban a szakmai eljárásrendek elnagyoltan kezelik a kocsánytalan tölgy taxonok eltérő ökológiai igényekhez adaptálódott szaporítóanyagát. A faji szintű elkülönítés során a kocsányos tölgy, kocsánytalan tölgy, illetve a csertölgy szaporítóanyagának elkülönített gyűjtése és felhasználása megoldott. A gondot a kocsánytalan tölgy szaporítóanyagának összekeverése, pontosabban az el nem különített gyűjtése okozza.

¹ erdőmérnök hallgató (2022, V. évfolyam), SOE EMK

² A cikkanyag az Erdészeti Lapok 2022. évi szakcikkipályázatának kiemelt díjazott pályműve, 2. korcsoport kategória.

³ szakmai témavezető, egyetemi adjunktus, MATE Budai Campus, Növénytan Tanszék

⁴ szakmai témavezető, erdőgondnok, Mecsekerdő Zrt., Árpádtetői Erdészet

⁵ Az élőlények egyazon kategóriába sorolt és közös gyűjtőnévvel ellátott csoportja, illetve egy adott faj.

⁶ A faj tágabb értelemben.

A fentebb ismertetett élőhelyi elkülönülés mellett ez a *Quercus petraea* természetes genetikai struktúráját is homogenizálhatja. A legújabb genetikai kutatások (Leroy et al. 2020) szerint a tölgy taxonok allélgyakoriságában hőmérséklettől függő klináris változások figyelhetők meg, amelyek az éghajlathoz történő alkalmazkodást segítik elő. A tölgy taxonoknál gyakori hibridizálódás, bekereszteződés mellett ez is segíti a *Quercus petraea* alakkör taxonjainak alkalmazkodását magasabb tengerszint feletti magasságokban (Leroy et al. 2020). Ez azt is jelenti, hogy a tölgyek alkalmazkodását az ökológiai lehetőségeik generálják, és jelenleg a tölgy taxonok másodlagos evolúciója zajlik (Kremer & Hipp 2020). A hűvösebb-nedvesebb területekről származó kocsánytalan tölgyek erősebben reagálnak a környezet változására, ezáltal klímaérzékenyebbek (Mátyás et al. 2018). Szaporítóanyag-felhasználás tekintetében ez a megállapítás kiemelten fontos, mivel a szárazsági határ közelében lévő, de nem szélsőségesen deg-

radálódott populációk irányított áttelepítése (assisted migration) hatékony lehet a klímaturós javítása érdekében (Tollefsrud et al. 2021; Kowalczyk et al. 2021).

Ezek alapján könnyen megérthető, hogy a különböző termőhelyekhez, égtájakhoz, ökológiai adottságokhoz adaptálódott kocsánytalan tölgyek megoldást nyújthatnak a klímaváltozással szemben vívott harcban.

A kistfajok elkülönítése azonban nagyon nehéz és időigényes feladat, így az erdőgazdálkodók érdeke az, hogy a taxonokat és azok előfordulásait a lehető legegyszerűbb, leggyorsabb módszerekkel – pl. távérzékelési eljárásokkal, adatbázis-elemzésekkel tudják meghatározni. A cél az, hogy tölgyeink szaporítóanyagával jó visszaserző képességű, a változó klímához adaptálódott, szárazságot és melegebb klímát jobban tűrő erdőállományokat hozhassunk létre. Kutatásom során erre találtam egy lehetséges megoldást.

Anyag és módszer

Vizsgálataim során a *Quercus petraea sensu lato* morfológiai és ökológiai elkülönítését végeztem. Morfológiai szempontból a kérget, hajtást, rügyet, leveles hajtást, termést, kupacsot vizsgáltam, amelyek határozását Mátyás V. (1967) és Gencsi-Vancsura (1997) botanikai leírása alapján végeztem. Ökológiai elkülönítéshez a termőhelyet, termőréteg-vastagságot, kittedtséget, vízgazdálkodási fokot, erdőüpus, jellemző lágyszárú növényeket jegyeztük fel.

Többszöri terepi bejárást követően választottuk ki a vizsgált területet, ahol É–D-i irányú támadóvonalakra merőlegesen Ny–K-i irányban jelöltük ki a mintafákat, azonban a néhol előforduló záródáshiány, koronaméret, és a magassági osztály figyelembevétele miatt nem sikerült ezt homogén módon megtenni.

A mintafák alól kézzel makkot gyűjtöttünk, egyedenként 1-1,5 kg-ot, a beazonosíthatóság érdekében a fák koronavevületének és a terület lejtésének figyelembevételével. Az egyedek alól gyűjtött makkot elkülönítve tároltuk, amelyek kupacsát a kupacspikkely-morfológia, kupacsok szélessége, és mélysége, ill. a makk alakjának értékelésével vizsgáltam.

A fénykoronából a vegetációs időszakban leveles hajtásokat gyűjtöttem, mintafánként 3-3 db-ot. A kéreg morfológiáját egyedenként 3 db egyenként más-más irányból készült fényképpel digitalizáltam. A termőhely feltáráshoz vizsgáltam a termőrétteg-vastagságot. Ehhez a vizsgált területre egy rácshálót fektettem, melyen 38 metszésponton Pürckhauer-féle talajszondával végeztem vizsgálatomat. Ennek adatait Locus Map térinformatikai szoftverbe rögzítettem.

A begyűjtött növényi részek morfológiai kiértékelését a fentebb említett szakirodalomban szereplő morfológiai bélyegek alapján végeztem. A morfológiai jellemzők adatait a NÉBIH által rendszeresített törzsfaleírólapon általunk átalakított változatán vettük fel.

A vizsgált területrészek vízgazdálkodási fokát a jelen lévő cserje- és lágyszárú fajok segítségével határoztuk meg. A rögzített adatokból adatbázist hoztam létre QGIS térinformatikai szoftver segítségével, valamint a numerikus taxonómiai határozást Microsoft Excel segítségével végeztem.

Terepi jelölés során a kitettségek megállapítása nehézségeket okozott, ezért a mintafa jelölés után a Mecsekerdő Zrt. rendelkezésemre bocsátotta a térségről készült Lidar felvételeket, amelyeket a 2019-es „Redfaith” projekt keretén belül készítették. A statisztikai kiértékelést szintén Excel segítségével, annak Analysis Tool Pak bővítményével végeztem.

Eredmények és értékelésük

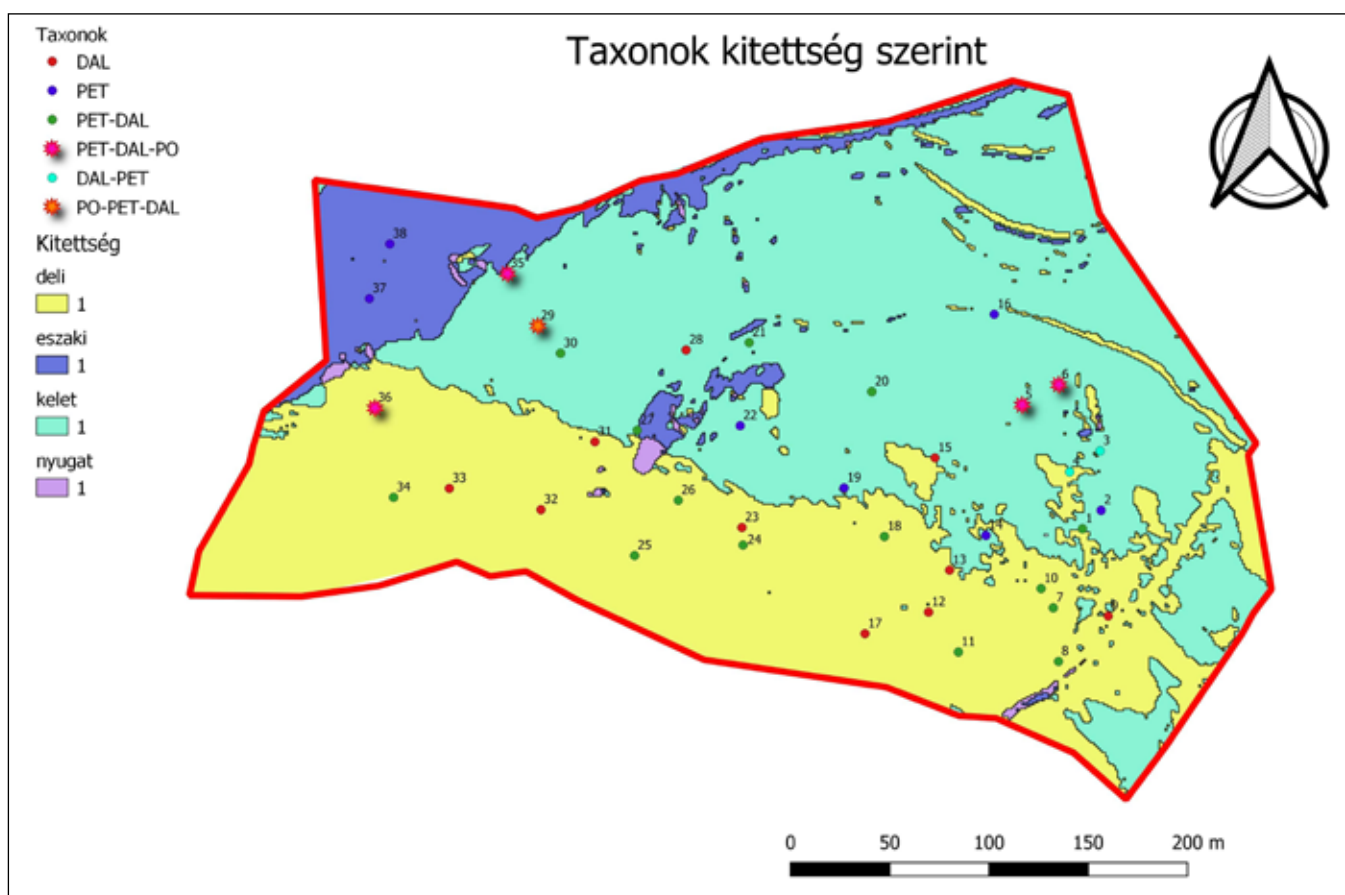
A mintafák morfológia bélyegeiből 8 változót alakítottam ki: (kéreg morfológiája, rügy és hajtás morfológiája, leveles hajtás morfológiája, mellékkarajok megléte, kupacs morfológiája, kupacsbányados, terméskocsány hossza és rajta lévő terméskedemények száma, karéjok száma és tagoltsága). A változókat – az egyes morfológiai bélyegek jó elkülöníthetősége miatt, nem súlyoztam. A 8 változót összevontan értékeltem és az így kapott 'taxonértékek' alapján soroltam be a mintatörzseket a kiscsoportok közé.

Tiszta fajnak vettem azt, amely a 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.

Numerikus határozással, az előzetesen hibridnek besorolt fák közül több egyed is „tiszta” taxonként került besorolásra, mind *dalechampiik*, mind *petraea*-k esetében. Néhány darab hármás hibrid is megmutatta magát. Ezt követően Lidar felvételek alapján megvizsgáltam a mintafákat kitettségek szerint.

Az északi kitettségű terület nagyon kicsi, és kevés az erről a területről származó mintafa. Ny-i kitettség szinte csak mikrodomborzati szinten van jelen. Ezeknek oka, hogy a Lidar felvételekkel csak később, a jelölés után tudtuk elemezni a mintaterületet.

A vizsgált terület súlya déli és keleti kitettségben van. A taxonok elhelyezkedésében látszik, hogy a *petraea* típusú egyedek leginkább a keleti és északi kitettségben jelennek meg, míg a *dalechampi* egyedek súlypontja a déli kitettségben található. Északi kitettségben a 37, 38-as mintatörzsek azonnal mutatják az állomány összetételének változását.



2. ábra. Taxonok elhelyezkedése kitettségek szerint

A hibridek nagyjából egyenlő arányban helyezkednek el a keleti és déli kitettségekben egyaránt.

A területen található több sziklakúp, melyek a mikrodomborzatot befolyásolják. A térkép közepén látható kúp keleti kitettségről északira és nyugatira változtatja a területet és a közelében ÉK-i irányban egy *petraea* egyed, DNy-i irányban egy *dalechampii* egyed található. A kitettségekben lévő különbségeket az erdőtípológia is igazolja.

A *petraea* egyedek azonkívül, hogy északi és keleti kitettségekben jelentek meg, egy tipológiailag teljesen más részen találhatóak. Ezek a részek a *Melica uniflora* uralkodik a gypsintben. Ez a lágyszárú jelentős humuszréteget és félszáraz termőhelyet jelez. Domb- és hegyvidéken üde lomb-erdőkben jelenik meg. A *petraea* típus jelenléte humidabb körülményekre utal.

A *Fraxinus ornus* és *Calamagrostis arundinacea* által borított területen nem volt a vizsgálat feltételeinek megfelelő faegyed, amit jelölni tudtunk volna. Itt a *Fraxinus ornus* térdmagasságban, néhol 2–3 m-es magasságban uralta a cserjeszintet, ami a ritka állományfoltokhoz és záródáshiányhoz köthető. Azokon a nyíltabb foltokon, ahol nem volt jelen, ott a *Calamagrostis* uralkodott. A *Fraxinus ornus* a száraz termőhelyet kedveli, kémhatásban nem válogat, míg a *Calamagrostis arundinacea* a félszáraz-száraz vízgazdálkodási fokot jelzi.

A *Luzula luzuloides*szel borított állományrészen főleg *dalechampii* egyedek fordultak elő. Ez a lágyszárú az erdőtalaj kisavanyodását és szárazságát jelzi. A *Quercus dalechampii* talajkémhatás szempontjából acidoklin-baziklin spektrumban érzi jól magát, tehát termőhely szempontjából megfelelően helyezkedik el.

A terület DK-i felén található egy saspáfránnyal (*Pteridium aquilinum*) borított rész, amely többletfényt, jó vízellá-

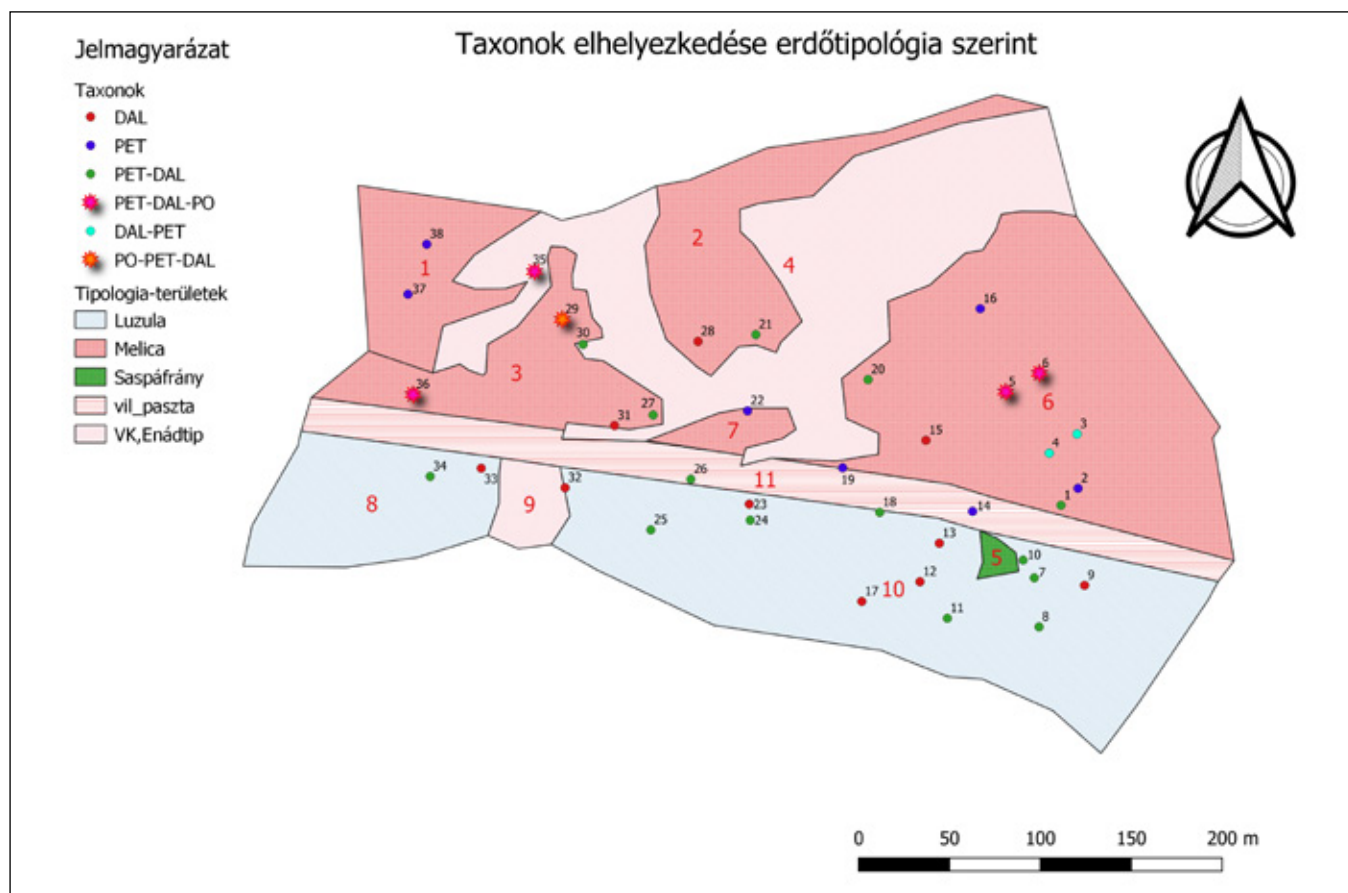
tottságot, valamint szintén savanyú kémhatást jelez. Erre magyarázat a szintvonalak esése (mivel a terület esése erre vezet a lefolyó csapadékot), így nedvesebb északi részén főleg *petraea* típusú, szárazabb déli részén *dalechampii* típusú egyedeket találunk a mikroklimatikus eltérés miatt.

Az *Anyag és módszertan* fejezetben ismertetett vizsgálati módszer is mutatja, hogy a numerikus taxonhatározás nagyon időigényes, sok munkával járó feladat. Erre az erdőgazdálkodás napi rutinjában nincs elég idő, ezért statisztikai összefüggéseket kerestem a morfológiai bélyegekhez és a megállapított adatokhoz.

Külön-külön megvizsgáltam a *Quercus petraea*-t, *Quercus dalechampii*-t, kettejük hibridjeit, és *Quercus polycarpa*val alkotott hibridjeit (tisztá *Quercus polycarpa* egyedét a felmérésem során nem találtam), hogy mennyire szoros összefüggés köti őket a vizsgált morfológiai bélyegekhez. A taxonok és bélyegeik közti összefüggés feltárására korrelációanalízist alkalmaztam. A kislejtésű és hibridenkénti vizsgálat eredménye lényegi eltérést nem mutatott, így szummázva létrehoztam egy korrelációs mátrixot, mely az általam vizsgált összes taxon adatait tartalmazza.

Magas korrelációs értéket egyik bélyeg vagy tényező vizsgálatakor sem találtam. A taxonhoz köthető korrelációból elegendőnek ítélt meg a 0,1-től magasabb értékeket vizsgálni. Legszorosabb összefüggést a *terméskocsány hossza + makk-kezdemények /kocsány (-0,2213)* hozta. Ezt követte a *kupacs morfológiája (0,1379)*. Külső tényezők közül a *terméskocsányhoz hasonló korrelációt mutatott az égtáj (0,2210)*, míg a legszorosabb összefüggést a *termőréteg vastagsága (0,2656)* mutatta.

A morfológiai lehatárolásom célja a terepi szakemberek munkájának megsegítése, és egy olyan rendszer kidolgozása-



3. ábra. Taxonok elhelyezkedése erdőtípológia szerint

sa, amivel a lehető leggyorsabban beazonosíthatóak a kislejűk. *A termőréteg-vastagság mutatja a legmagasabb korrelációt, viszont vizsgálata terepen hosszadalmas és sok munkával jár, ezért nem vettem figyelembe.*

A terméskocsány és kupacsmorfológia korrelációik alapján alkalmasak lehetnek a határozáshoz, de biztonságosabbnak ítélem meg további bélyegek vizsgálatát, melyek magasabb összefüggést (0,3 fölött) mutatnak. A kupacs morfológiájával korrelál a *kéreg morfológiája* (0,3410), magasabb értékkel pedig a *levél morfológiája* (0,4179). Fénylevelet azonban nem mindig egyszerű gyűjteni, illetve az éghajlati tényezők, és termőhely függvényében is polimorfizmust mutatnak, így a gyors terepi vizsgálatra kisebb korrelációs értékek ellenére alkalmasabb a kéreg morfológiája:

Ezen korrelációk alapján történő határozást az alábbi módon ellenőriztem. A 4 korrelációs változó alkalmazásával, véletlenszám-generátor használatával, 10-szeres ismétlésben újra határoztam a mintafákat, majd ezt összevettem a numerikus határozás eredményeivel.



4. ábra. A *Quercus petraea* (balról) és *Quercus dalechampii* (jobbról) jellegzetes kéregmintázata (Forrás: a szerző fotói)

A minta 10 elemében szignifikáns kiugróértéket nem tapasztaltam. A minta normál eloszlást mutatott. Ezt követően konfidenciavizsgálatot végeztem, amely alapján megállapítottam, hogy 95%-os megbízhatósági szint mellett 72,89% +/- 1,63% (~73%) pontossággal meghatározhatók a taxonok az égtáj figyelembevételével és mindössze a terméshez kapcsolódó két növényi rész és a kéreg vizuális vizsgálata alapján, amely jócskán lerövidíti a beazonosítást.

A leírt eredmények alapján megállapítottam, hogy a kocsánytalan tölgy komplex kislejű kitétségek alapján jól elkülönülnek egymástól. Ezenfelül a terület mikrodomborzata és az így kialakult mikroklíma is hatással van a kislejűk egy adott helyen történő megjelenésére, sikerességére.

A numerikus taxonómia és az erre elvégzett korrelációanalízis eredményei azt mutatják, hogy *a terméskocsány, kupacsmorfológia, kitétségi viszonyok, és a kéregmorfológia* alapján a kocsánytalan tölgy taxonok meghatározhatók. A megmintázott területen a taxonok előfordulását a kitétségi viszonyok szignifikánsan behatárolják, amit az alkalmazott Lidar térképfedvényvel vizuálisan is ábrázolni tudunk. Ugyan a mintaterület nagysága és a mintázott fák száma alacsonynak számít, de a módszert más termőhelyeken is tesztelve valószínűsíthetően hasonló eredményekre számíthatunk.

A kiegészítően alkalmazott termőhelytérképezés eredményei is igazolják a taxonok eltérő ökológiai igényeit. A *Meli-*

ca uniflora jelentős humuszréteget és vízgazdálkodást jelző tulajdonsága; *a Luzula luzuloides* és *Pteridium aquilinum* vízgazdálkodást jelző tulajdonsága igazolja a *petraea*-k és *dalechampii* mikroélőhelyi mintázatát.

Eredményeim alapján arra következtetek, hogy más természetserű, természetközeli területen olyan kocsánytalan tölgy populációkban, amelyeket több generáció óta természetes felújítással hasznosítanak, vagy sarjeredetűek, a kislejűk és átmeneti alakjaik megjelennek, próbálva az élőhelyet a legjobb módon hasznosítani. Ezeken a területeken a tölgyek adaptációját ökológiai lehetőségeik, tehát a termőhely szelekciós nyomása generálja. *Kremer & Hipp (2020)* szerint jelenleg a tölgyeknek a szűkebben vett másodlagos evolúciója zajlik termőhelyi tényezők szerint, amit vizsgálati eredményeim is alátámasztanak. Feltehetőleg ennek a folyamatnak az eredményeként, a tölgyekre jellemző szélbeporzás és az erdőgazdálkodás antropogén beavatkozásai miatt nem alakul ki magasabb korrelációs érték a taxonok és a vizsgált bélyegek között.

Az alkalmazott térképi fedvények és a kiegészítően végzett erdőtipológiai besorolás segítségével a mikrotermőhelyi eltérések, azok kiterjedése és az élőhelyeket hasznosító kocsánytalan tölgy kislejűk térfoglalása jól ábrázolható. A térképi fedvények használatával az erdőgazdálkodók a szaporítóanyag begyűjtését, tárolását és felhasználását a ma alkalmazott rendszernél finomabb léptékben, az ökológiai eltéréseket is figyelembe véve végezhetik.

Felhasznált irodalom

- Gál L., Horváth Cs., Benke J., Kárász A., Kiss G., Pintér B., Bordács S.: Gyakorlati válaszok a klímaváltozás okozta negatív hatásokra – olasz molyhos tölgy (*Quercus virgiliana*) és a hamvas tölgy (*Quercus pedunculiflora*) erdészeti génmegőrzése és fejlesztése Tolna megyében. Erdészettudományi Közlemények (megjelenés alatt)
- Kowalczyk J., Guibert M., Proschowsky F., Uggla G., Kraigher C., Alizoti H., Gömör D. (2021): Assisted migration and available decision support tools. In: Gömör et al (2021) Genetic aspects linked to production and use of forest reproductive material (FRM): collecting scientific evidence for developing guidelines and decision support tools for effective FRM management. European Forest Institute (EFI), EU. 216 pp., pp. 127–131.
- Kremer A. & Hipp L. A. (2020): Oaks an evolutionary success story. *New Phytologist*, 226:987–1011
- 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 V. (1967): A tölgyek botanikai jellemzése (In: Keresztesi B. (szerk.) 1967: A tölgyek.) Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 51–180.
- Mátyás Cs., Kóczán-Horváth A., Antoine K. & Cuahtémoc S. (2018): Kocsánytalan tölgy populációk fiatalkori magassági növekedése szimulált klímaváltozás hatására, egy származási kísérlet sorozatban. *Erdészettudományi Közlemények*, 8(1): 131–148. DOI: 10.17164/EK.2018.009
- Tollefsrud M.M., Alizoti P., Proschowsky G, Frank A., Sperisen C., Bordács S. (2021): Regeneration strategies – choosing forest reproductive material in the context of climate change. In: Genetic aspects linked to production and use of forest reproductive material (FRM). European Forest Institute (EFI), EU., pp. 121–126.
- Vancsura R. (1997): A tölgyek (In: Gencsi, L. & Vancsura, R. 1997: Dendrológia (Erdészeti növénytan II.). Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 226–267.