

XXXII. OTDK Biológia szekció

Összehasonlító vizsgálatok a magyar kőris (*Fraxinus angustifolia* VAHL subsp. *danubialis* POUZAR) és a magas kőris (*Fraxinus excelsior* L.) vegetatív szervein

Készítette:

Silnicki Ádám
IV. évf. erdőmérnök hallgató

Nyugat-magyarországi Egyetem
Erdőmérnöki Kar

Témavezető:

Dr. Bartha Dénes D.Sc.

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS	3
A KUTATÁS CÉLKITŰZÉSEI	6
ANYAG ÉS MÓDSZER	9
A VIZSGÁLATI ANYAG	9
A VIZSGÁLAT MÓDSZERE.....	12
A mérés metodikája	14
A kiértékelés.....	16
EREDMÉNYEK ÉS KIÉRTÉKELÉSÜK	18
1. Hierarchikus osztályozás	18
2. Ordináció.....	25
KÖVETKEZTETÉSEK	27
ÖSSZEFOGLALÁS.....	30
SUMMARY.....	31
IRODALOM	32
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	35
MELLÉKLETEK	HIBA! A KÖNYVJELZŐ NEM LÉTEZIK.

BEVEZETÉS

A *Fraxinus* nemzetség hazai képviselői közül a magyar kőris (*Fraxinus angustifolia* VAHL subsp. *danubialis* POUZAR, syn.: *Fraxinus angustifolia* VAHL subsp. *pannonica* SOÓ et SIMON), illetve a magas kőris (*Fraxinus excelsior* L.) mind vegetatív, mind generatív szerveik morfológiáját tekintve rendkívül változatos képet mutat. Ezt a széles tulajdonságukat kihasználva megkíséreljük bemutatni eme dendrotaxon vegetatív morfológiájának változatosságát, valamint törvényszerűségeit. Generatív szerveik alaktani tulajdonságait egy korábbi tanulmányban feldolgoztuk (SILNICKI, 2012), s ez a munka tekinthető annak folytatásaként, kiegészítéseként. A két elsőrendű kőrisünk között egészen az 1950-es évek közepéig nem tettek különbséget. Ebben a tévedésben az is fontos szerepet játszhatott, hogy Németországban a magas kőrisnek két „ökotípusát” (Bodenrasse) különböztették meg, egy fekete rügyű, meszes, sziklás termőhelyeken növő „Kalkesche”-t, valamint egy barna rügyű, nedves, lapályos termőhelyeken növő ún. „Wasseresche”-t. WEISER német erdész kutató 33 éves időtartamú reciprok kísérletekkel bebizonyította, hogy a magas kőris esetében nincs ökológiai differenciálódás, csak széles termőhelyi toleranciájának köszönhető a változékonyság (MÁTYÁS, 2002; WEISER, 1964, 1974, 1995). Megkülönböztethetőségüket nehezíti, hogy mindkét faj meglehetősen változékonny (MAGYAR, 1960; SOÓ, 1966; KÁRPÁTI Z., 1966, 1968; KÁRPÁTI I., 1966). A magyar kőris változatait, szám szerint 15-öt, KÁRPÁTI ZOLTÁN írta le, jól lehet nem túl szerencsésen, két egymástól független morfológiai bélyeg, a levél alapján 3, a termés alapján 13 változatot különböztetett meg (KÁRPÁTI, 1968). E módszer miatt előfordulhat, hogy termés alapján az egyik, de levél alapján a másik változathoz sorolható a vizsgált egyed (egyedül a var. *pannonica* KÁRP. esetében írta le mind a termését, mind a levelét).

A keskenylevelű kőrissel, s így a magyar kőrissel is legelmélyültebben PAVLE FUKAREK szarajevói erdészprofesszor foglalkozott a XX. század közepén (FUKAREK, 1955; 1956a, b, c; 1957; 1958; 1960a, b; 1963). Hazánkban a KÁRPÁTI házaspár 1956. évi felfedezése volt az első nagy felismerés, ahol bizonyították a magas kőristől eltérő faji identitású egyedek síkvidéki ligeterdők társulásaiban betöltött meghatározó szerepét. Akkor ezt a fajt, még tévesen a *Fraxinus oxycarpa* WILLD.-nak tartották, azonban behatóbb tanulmányában TÓTH IMRE (TÓTH, 1958), majd SOÓ REZSŐ és SIMON TIBOR (SOÓ – SIMON, 1960) megállapította, hogy ez a fafaj a magyar síkságokon nem azonos a *Fraxinus oxycarpa*-val, hanem a *Fraxinus angustifolia*-val. A két kőrisfaj egzakt elkülönítésére a generatív

szervek architektúrájának vizsgálata a legcélravezetőbb, hiszen míg a magyar kőrisnek egyszerű fürt virágzata (inflorescentia simplex, racemosa), addig a magas kőrisnek összetett buga virágzata van (inflorescentiae compositae, paniculatae) (KÁRPÁTI, 1970) (1. ábra).



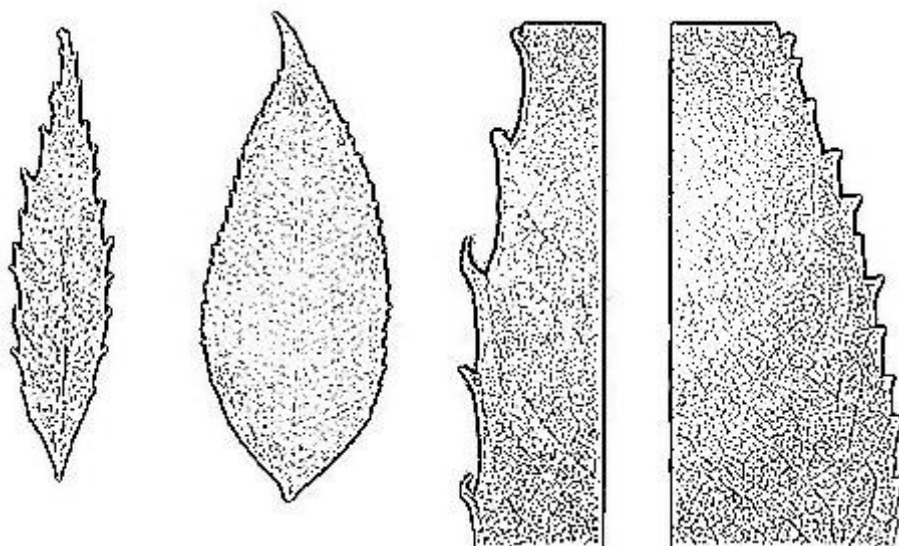
1. ábra: Fürt- és bugavirágzat sematikus ábrázolása (Forrás: Wikipédia)

Ezek a generatív bélyegek azonban nem mindig állnak rendelkezésünkre, hiszen evvel a módszerrel csak a magtermő kort elért egyedeket tudjuk vizsgálni, illetve a terméskötés sikerét erősen befolyásolja a kora tavaszi időjárás. Ez utóbbi jelenségre hívnánk fel a figyelmet, mert amíg a tavalyi, 2012-es esztendőben a magyar kőris bő magtermést hozott, a magas kőris pedig gyengét, addig az idei, 2013-as év ennek pont ellentettjeként bizonyult. A magyar kőris országosan gyenge magtermést hozott, a magas kőris pedig kifejezetten jót, ami köszönhető az április eleji fagyos, havas időjárásnak és annak, hogy a két faj mind fagyérzékenységében, mind virágzási idejében eltérést mutat.

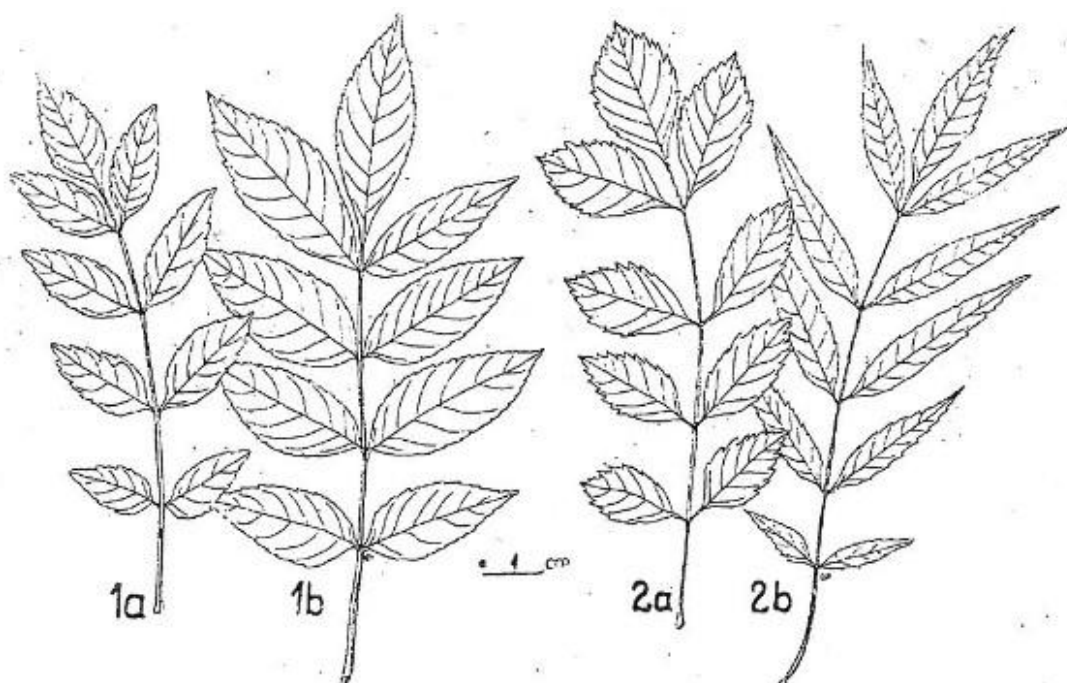
E probléma kiküszöbölése érdekében megkíséreljük a két fa alakú, autochton kőrisünk vegetatív szerveinek összehasonlítását, illetve a két faj elkülönítését a levél morfológiai megközelítésében végezzük.

A generatív bélyegek mellett más, de kevésbé megbízható bélyegek állnak a rendelkezésünkre. Ezek közül az egyik a levélke fogazottsága, illetve mellékereinek száma. A magyar kőrisnél többé-kevésbé azonos a fogacskák és erek száma, vagyis minden ér egy fogacskával végződik, a magas kőrisnek pedig az erek száma jóval kevesebb a fogacskák számánál, ez azonban nem mindig ilyen egyértelmű (2. ábra). Egy ugyancsak jó differenciáló jegy a rügyek állása, míg a magyar kőris esetében a hármás álörvös állás (folia tristachia) kifejezetten gyakori, addig a magas kőrisnél a keresztben átellenes levélállás a meghatározó (folia opposita), s a folia tristachia kifejezetten ritka (VÖRÖSS, 1982).

A magyar kőris és magas kőris botanikai jellemzésnek ismertetésétől jelen dolgozatban eltekintünk, erre számos szakirodalom a rendelkezésünkre áll (BARTHA, 2006; CSAPODY – CSAPODY – ROTT, 1966; GENCSI – VANCURA, 1997; HARACSI, 1975a, b; RADDI, 2009; ROLOFF, 2009; VÖRÖSS, 1974, 1978, 1991).



2. ábra: Magyar kőris (bal) és magas kőris levélke (jobb), valamint levélke fogazottsága, magyar kőris (bal), magas kőris (jobb) (BARTHA, 2006b)



3. ábra: 1/a Magas kőris, fiatal, 1/b. magas kőris, idős
2/a magyar kőris, fiatal, 2/b. magyar kőris, idős. (KÁRPÁTI, 1956b)

A KUTATÁS CÉLKITŰZÉSEI

A kutatás egyik legfőbb célja, hogy feltárja a magyar kőris és magas kőris levélmorfológiájának változatosságát, összefüggéseit.

A téma megválasztását az alábbiak indokolták:

- A két faj megkülönböztetése máig problémát okoz a hazai szakközönségnek;
- Az erdőtervi adatok közt sok esetben a magas kőris szerepel ott is, ahol a magyar kőris fordul elő;
- A magyar és magas kőris közeli rokonsága feltételezi hibridek létrejöttét;
- A generatív szervek korábbi vizsgálatának kiegészítése a vegetatív szervekre is, így egy szélesebb képet kaphatunk e két, hazánkban kevésbé ismert fafajról;
- A morfológiai tulajdonságok közti korrelációk feltérképezésének megkísérlése.

A magyar kőrisre és magas kőrisre jellemző az a tulajdonság, hogy a lomblevelek kismértékű heterophylliát mutatnak, így eltérő alaktani bélyegekkel bírnak mind a fény levelek, mind az árnyék levelek tekintetében. A fa élete során is változnak a levelek morfológiai jegyei (3. ábra), s ez annyira szembetűnő lehet, hogy tévedésből már külön fajként is írtak le egyes egyedeket, aminek egyik jó példája a *Fraxinus parvifolia* LAMARCK (FUKAREK, 1954). Ezek a problémák a két faj megismerésének útját is végig kísérték, hiszen ha megnézzük az érvényben lévő nomenklaturát, a keskenylevelű kőrisnek (*Fraxinus angustifolia* Vahl), és alfajainak számtalan szinonim nevét olvashatjuk. Példaként felhozható, hogy már 1885-ben BORBÁS VINCE felhívta a figyelmet a magas kőristől különböző egyedekre Fiume mellől, amit *Fraxinus rostrata* GUSS. néven azonosított, de erről később kiderült, nem más, mint a magyar kőris alapfaja, a *Fraxinus angustifolia* VAHL (BORBÁS, 1885). Az internetes portálokon elérhető két meghatározó nomenklaturai közlöny a „The International Plant Names Index (IPNI)”, és az „Euro + Med PlantBase” sem egységes a *Fraxinus angustifolia* VAHL alfajait illetően. A közelmúltban külföldön is számos vizsgálat sorozat kezdődött a *Fraxinus excelsior* L. és a *Fraxinus angustifolia* VAHL a két fajnak és közös hibridjének megismerésére (GERARD et al., 2006, THOMASSET et al., 2011, WALLANDER, 2008). Romániában egyaránt problémát okoz a két faj elkülönítése, ahol, mint hazánkban is, az erdőtervi adatok gyakran tévesek, s a magas kőrist és a keskenylevelű kőrist nem különítik el (NEGREAN, 2011), s így az EU által indított FRAXIGEN projekt keretében kutatások folytak a helyzet tisztázására (PALADA-NICOLAU, 2006).

Részben ezek a bizonytalanságok és kétségek vezettek ahhoz minket, hogy egy átfogóbb tanulmányorozatot készítsünk a *Fraxinus angustifolia* VAHL subsp. *danubialis* POUZAR és a *Fraxinus excelsior* L. fajokat illetően, ahol első ízben a generatív szerveket, s most másodsorban a vegetatív szervek morfológiai jegyeit tanulmányoztuk. E tanulmányorozat harmadik állomásaként az érintett fajok genetikai variabilitásának feltárását és esetleges hibridjeinek meghatározását tűzte maga elé.

A kutatás meghatározó célkitűzése mégis a magyar kőris és magas kőris közös hibridjének meghatározása, elterjedési területének lokalizálása. Termőhelyi igényeiket tekintve a két faj elkülönül egymástól, a magyar kőris egy planícien, melegkedvelő, pannon-pontusi elterjedésű fafaj, s főbb állományait keményfás ligeterdőkben, puhafás ligeterdőkben, sík- és dombvidéki gyertyános tölgyesekben (Dél-Dunántúl!) égerlápokban találhatjuk (KÁRPÁTI – KÁRPÁTI, 1956a; 1956c; MAJER, 1968; TÓTH, 1968; DANSZKY, 1972), addig a magas kőris nem húzódik le a hegy- és dombvidékekről. Kivételt képez a Szigetköz, ahol a magas kőris fordul elő (BIDLÓ et al., 2006). A két faj elterjedési területének frontvonalában kialakulnak ütköző zónák, amely a széleskörű termőhely igényüknek, s nem kis részben a szaporítóanyag helytelen felhasználásának köszönhető. Ezeket a tényeket ismerve feltételezünk egy hibridzóna létrejöttét a Kisalföld középső-északi vidékén, illetve Somogyban. Ezt a feltételezést alátámasztják olyan itt megfigyelt egyedek, amelyek magukon hordozzák mindkét faj bélyegeit (KEVEY, 1987-1988). A virágzati szervek vizsgálata során találtunk több olyan példányt, amelyek vegetatív morfológiájukat, termőhelyüket tekintve a magyar kőrishez, míg virágzati szerveiket tekintve a magas kőrishez hasonlítottak leginkább. Ha ezeket a virágzatokat tüzetesebben vizsgáljuk, feltűnik azoknak gyengébb felépítése is, de eltéréseket tapasztalhatunk az egyes elágazások szerkezetében is. Amíg a magas kőrisnek mindig keresztben átellenes a virágzati kocsányok elágazódása a fő virágzati tengelyen, addig a kérdéses egyedeknél leggyakrabban a magyar kőrisre jellemző hármás örvös elágazás a meghatározó (természetesen volt kivétel is, ahol a fő tengelyen lévő elágazások keresztben átellenesek voltak). Egy másik fontos észrevétel, hogy a mellék virágzati tengelyek mindkét faj esetében kizárólag keresztben átellenes elágazásúak, itt nem figyelhető meg a hármás elágazás. Ezeknek az architektúrabeli törvényszerűségeknek a felismerése alapján joggal feltételezhetjük, hogy a magyar kőris és a magas kőris lehetséges hibridjeinek fenotípusaival van dolgunk (4. ábra).

Terepi vizsgálataink során ezeket az egyedeket kiemelten kerestük, s a Magyar Természettudományi Múzeum Növénytárában is végeztünk herbáriumi kutatásokat. Itt csakugyan találkoztunk a már említett hibrid jellegű egyedekkel, amelyeket egyes szerzők a

Fraxinus oxycarpa subsp. *rostrata*–ként azonosítottak. KEVEY BALÁZS 1984-ben Somogy megyei gyűjtései során (Somogyszob „Bükki-malom”, Bőszénfa „Fácános”, Bőszénfa „Pap-hegy”) szintén találkozott hasonló egyedekkel, s felismerve a fent említett virágzatbeli anomáliákat, az egyedeket *Fraxinus angustifolia* VAHL 1804 subsp. *pannonica* SOÓ ET SIMON 1960 var. *ramosa* KEVEY var. n.–ként detektálta, s ezzel egy új varietast hozott létre (KEVEY, 1987-1988).

A descriptio így szól:

»Habet talem inflorescentiam racemosi que transit in aliquid in paniculam, quia in inferiore parte ramosa est. Videtur propter inflorescentiam speciem transitoriam esse aliquantulum inter *Fraxinum excelsiorem* et *Fraxinum angustifoliam*.«

Annak ellenére, hogy a szerző felismerte, hogy az egyedeknek nem a fajra jellemző egyszerű, fűrt virágzata van, a *Fraxinus angustifolia* alakkörhöz sorolta be, ami nem biztos, hogy helytálló, hiszen már a tudományos leírásból is kiolvasható, hogy a virágzat alsó része elágazik, s valószínűleg a *Fraxinus angustifolia* és *Fraxinus excelsior* közti fajról van szó. A *Fraxinus angustifolia*–nak egyszerű fűrt virágzata van, tehát egy buga jellegű virágzattal bíró egyed nem szerencsés egy fűrtvirágzatú faj alfajaként leírni.

Mivel már többé-kevésbé ismerjük ezen intermedier bélyegekkal bíró egyedek generatív morfológiáját, a vegetatív szervek felépítésében is hasonló törvényszerűségek feltárásának célját helyeztük előtérbe.



4. ábra: Hibridgyanús egyed, mely vegetatív szerveinek morfológiája a magyar kőrisre, generatív szerveinek architektúrája a magas kőrisre utal (Fénykép: Silnicki Á.)

ANYAG ÉS MÓDSZER

A VIZSGÁLATI ANYAG

A vizsgálat tárgyát a virágtakaró nélküli, *Fraxinus sectioba* tartozó *Fraxinus angustifolia* VAHL subsp. *danubialis* POUZAR és a *Fraxinus excelsior* L. vegetatív szervei képezték. A vegetatív szervek közül kizárólag a levél paramétereinek felvétele történt meg, hiszen csak ez a szerv alkalmas arra, hogy egzakt módon levegyünk minden szükséges méretet.

Egy összehasonlító táblázatban bemutatjuk a különböző, elkülönítésre alkalmas bélyegeket, s megpróbáljuk azokat alkalmasságuk szerint osztályozni. Fontos megjegyezni azt, hogy egy-egy bélyeg nem elegendő a meghatározásra, egy egyed esetében érdemes több jeget vizsgálni (BARTHA, 2006b, 2007).

	Magas kőris (MK) (<i>Fraxinus excelsior</i>)	Magyar kőris (MAK) (<i>Fraxinus angustifolia</i> subsp. <i>danubialis</i>)	A kritérium érvényessége
Vessző	zöldesszürke, matt, paraszemölcssei megnyúltak, levélripacsa széles	sötétzöld v. olajzöld, fényes, kerekded paraszemölcsökkel, levélripacsa keskeny	NEM MEGFELELŐ
Rügyállás	keresztben átellenes, (ritka a 3-as álörvös állás)	keresztben átellenes, (a 3-as álörvös állás kifejezetten gyakori)	KÖZEPESEN MEGFELELŐ
Csúcsrügy	nagy, gúla alakú, az ellaposodó nádusszal „kígyófej alakú”	kisebb, kúpos, nem formáz „kígyófejet”	NEM MEGFELELŐ
Rügypikkely színe	feketétől-sötétbarnáig	sötét kávébarna (változatos)	KÖZEPESEN MEGFELELŐ (MAK rügyszínének változatossága miatt)
Levél	20-30 cm hosszú, páratlanul szárnyalt	15-25 cm hosszú, páratlanul szárnyalt	KÖZEPESEN MEGFELELŐ (a levélformák nagy változatossága miatt)
Levélkék			
száma	9-13 / 11 db	7-11 / 9 db	
alakja	lándzsás	lándzsás v. keskeny lándzsás	
hossza	6-10 cm	5-9 cm	
szélessége	1,5-4 cm	1-2,5 cm	
válla	lekerekített, fűrész	ék alakú, nem fűrész	
széle	egyenlőtlenül fűrész, a fogak sűrűn állók, előreirányulók, bemetszéseik egyenesek, számuk jóval több az oldalerekénél	gyéren fogazott, a fogak nyúlánkak, szálas és elálló csúcsúak, bemetszéseik öblösen kikerekítettek, számuk ± megegyezik az oldalerekével	KÖZEPESEN MEGFELELŐ

csúcsa	kihegyesedő	hegyes v. hosszan kihegyezett	
fonáka	a főér mentén többnyire finoman pelyhes	a főér alsó harmadában finoman pelyhes	
Őszi lombszín	zöld, de lehet sárga is	többnyire sárga v. ibolyás-vörös, olykor zöld (6. melléklet)	KÖZEPESEN MEGFELELŐ
Virágzat	elálló buga	kissé bókoló fűt	MEGFELELŐ
Termés			NEM MEGFELELŐ
hossza	24-42 mm	24-58 mm	
szélessége	6-11 mm	6-14 mm	
arányai	3,2-6,2	2,7-9,2	
alakja	a szárny többnyire közepén a legszélesebb	a szárny többnyire felső harmadában a legszélesebb	
színe (a termés-ágazat egészében)	heterogén: okkersárga-világosbarna-szürkésbarna-feketésbarna	homogén: világosbarna	
Mag			NEM MEGFELELŐ
hossza	13-22 mm	12-29 mm	
szélessége	3-5 mm	3-7 mm	
arányai	3,1-4,7	2,8-6,7	
keresztmetszete	ellipszis	lapított ellipszis	
Kéreg	hosszanti repedések	korán parásodik, keresztirányú repedések is	KÖZEPESEN MEGFELELŐ

1. táblázat: A magyar kőris és a magas kőris fontosabb elkülönítő bélyegei
(BARTHA, 1994; 2006a; 2007; FRANK, 2006; PALADA–NICOLAU 2006; saját megfigyelések alapján)

Sok esetben az alaktani megkülönböztetést nehezíti mindkét faj morfológiai változatossága. Az egyes egyedek levélmérete és alakja nagy ingadozást és változatosságot mutat. A lándzsás, hosszúkás-tojásdadtól az igen keskeny és kihegyezettig minden átmenet előfordulhat. A legjellemzőbb különbség a két kőrisfaj levélkéi közt a fogazottság. A magyar kőris levélkefogai egyenlőtlenek, a csúcs felé általában megnyúltak, a csúcsuk gyakran görbült, számuk többé-kevésbé megegyezik az oldalerek számával, a magas kőris levélkefogai szabályosabbak, finomabbak, számuk jóval több, mint az oldalerek száma (2. ábra). A meghatározásnál ügyeljünk arra, hogy lehetőleg természetes hajtás leveleit használjuk. Ugyanazon fán is változhat a levelek formája, ami függhet a faegyed korától, szociális helyzetétől (alászorult, szabadálló, stb.) (KÁRPÁTI – KÁRPÁTI, 1956b).

A VIZSGÁLAT MÓDSZERE

A kutatás során elsősorban az ezt megelőző generatív szerveket tárgyaló tanulmány során mintázott populációkat vizsgáltuk. Mintát vettünk a Kisalföld középső, Répce – Rábaköz menti populációjából, illetve a Gemenci Duna-ártér erdeiből is. A populációk kiválasztásának fő kritériuma a magyar kőris feltűnő változatossága, nagy előfordulási aránya és a feltételezhető hibridpopulációk jelenléte volt. A mintaterületen random kiválasztott egyedekről gyűjtöttünk levélmintát, minden egyedről annyit, hogy a későbbiekben minél több tulajdonságukat vizsgálni tudjuk. A mintavétel koncepciója minden egyed esetében ugyanaz volt. Elsősorban középkorú, erdőszéli, illetve szabadállású egyedek, fényélvező, a korona alsó harmadából gyűjtött leveleit vizsgáltuk. A hajtáson belül is tettünk kikötéseket, így csak a csúcsrügy alatti második, illetve harmadik nódusról gyűjtöttünk levelet. Hasonló elvet dolgozott ki RICHENS, igaz szilekre (BÖRCSÖK, 2009), de kisebb módosításokkal alkalmas a kőrisek vizsgálatára. Erre a pontos meghatározásra azért volt szükség, hogy minden megmintázott egyed hasonló feltételekkel rendelkezzen, így kiküszöbölhető az említett felemás levelűség befolyásoló hatása. A minta gyűjtésének ideje 2012. szeptember 1. és 30-a, valamint 2013. szeptember 15-e és október 15-e közé datálódott. Sajnos az az elvi hiba itt is fenn áll, hogy a mintázásból kimaradnak az állománybeli magasabb fák, illetve a fiatal egyedek. A generatív szervek vizsgálata során begyűjtött egyedek levélmintáit is felhasználtuk, ami főleg a hibridgyanús egyedek esetében lehet érdekes.

Igyekeztünk kizárni az olyan faegyedeket, amelyek vélhetően mesterséges felújításból vagy erdősítésből származnak. Ez azért volt szempont, mert az ilyen egyedek származása nem bizonyított, ismerte a hazai helyzet nyomonkövethetőségének hitelességét. A magas kőris esetében, feltételezve a szűkebb morfológiai változatosságát, kevesebb minta lett begyűjtve, kevesebb körzetből. Elsősorban Soproni-hegyvidék erdeinek állományait mintáztuk, de kerültek a mintába parkok (Erzsébet-kert), útszélek (Iván, Répcelak) mellől származó faegyedek levelei is. A begyűjtött minták praktikussági okokból kaptak egy egyedi azonosítót, amely tartalmazza a gyűjtési körzet kódját, a minta sorszámát, s a fafaj kódját. Mindösszesen 98 egyedet vontunk vizsgálat alá, 22 darab magas kőrist, és 76 darab magyar kőrist. Egy egyedről 5 levelet, azaz összesen 490 darab levél, mintegy 29 paraméterét mértük, illetve számoltuk, majd figyelembe vettünk néhány, a mérhető tulajdonságokból származtatott értéket (2. táblázat). Ezeket egy összesítő táblázatba foglaltuk, megjelölve külön a magyar kőris, külön a magas kőris, és külön a hibridgyanús egyedeket.

A táblázatokba az alábbi tulajdonságok kerültek:

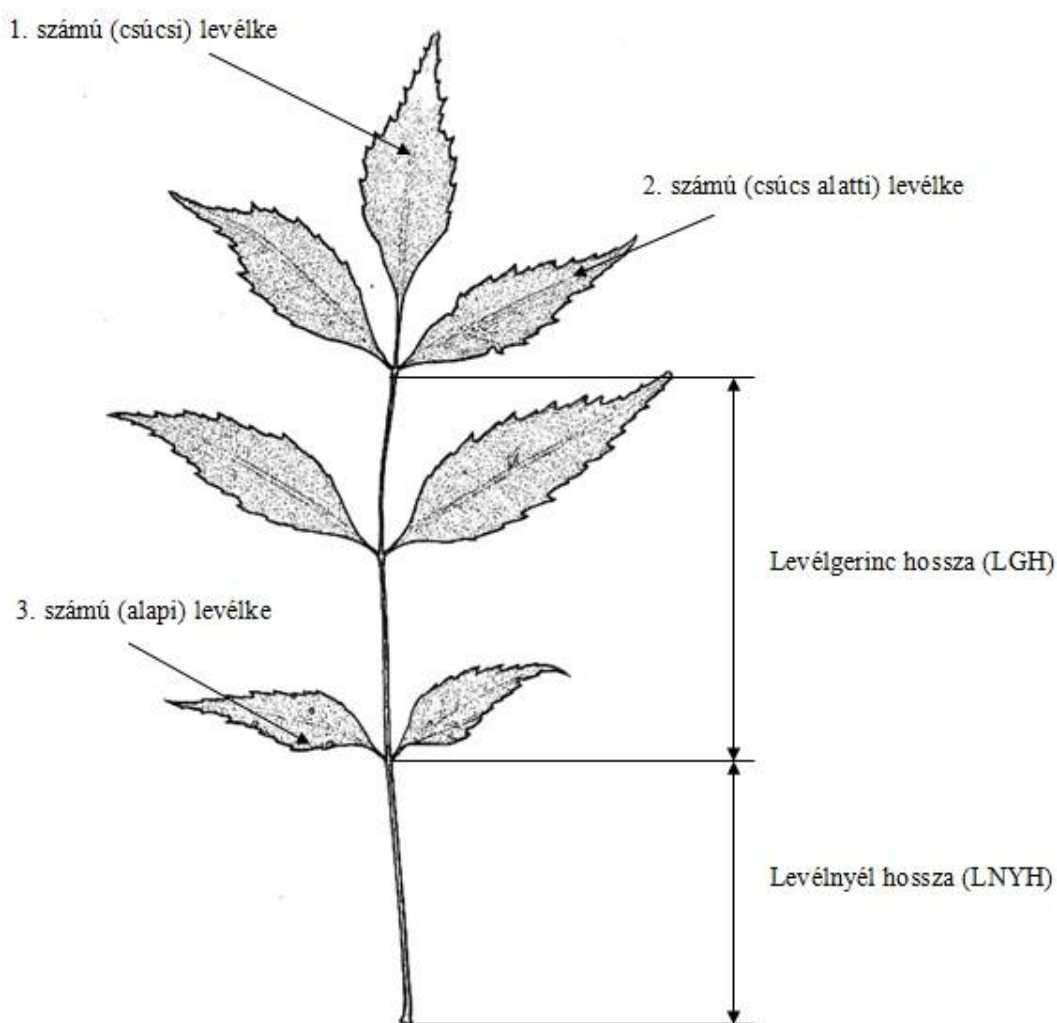
A levél paramétere:	
LNYH (mm)	Levélnyel hossza
LGH (mm)	Levélgerinc hossza
LkSZáma (db)	Levélek száma
LGSzör (0 v. 1)	Levélgerinc szőrözöttsége (0= nincs, 1= van)
A levélké paramétere:	
LkSZ1 (mm)	1. számú (csúcsi) levélke szélessége
LkSZ2 (mm)	2. számú (csúcs alatti) levélke szélessége
LkSZ3 (mm)	3. számú (alapi) levélke szélessége
LkNYH1(mm)	1. számú (csúcsi) levélke nyelének hossza
tLkSZ1 (mm)	1. számú (csúcsi) levélke szélesség mérésének távolsága az alaptól
tLkSZ2 (mm)	2. számú (csúcs alatti) levélke szélesség mérésének távolsága az alaptól
tLkSZ3 (mm)	3. számú (alapi) levélke szélesség mérésének távolsága az alaptól
LkLH1 (mm)	1. számú (csúcsi) levélke hossza
LkLH2 (mm)	2. számú (csúcs alatti) levélke hossza
LkLH3 (mm)	3. számú (alapi) levélke hossza
LkSZ1/LkLH1 (mm)	1. számú (csúcsi) levélke hossza / szélessége
LkSZ2/LkLH2 (mm)	2. számú (csúcs alatti) levélke hossza / szélessége
LkSZ3/LkLH3 (mm)	3. számú (alapi) levélke hossza / szélessége
LkLSZ801 (mm)	1. számú (csúcsi) levélke szélessége a levélke levéllemez hosszának levélalaptól mért 80%-nál
LkLSZ802 (mm)	2. számú (csúcs alatti) levélke szélessége a levélke levéllemez hosszának levélalaptól mért 80%-nál
LkLSZ803 (mm)	3. számú (alapi) levélke szélessége a levélke levéllemez hosszának levélalaptól mért 80%-nál
LkLSZ901 (mm)	1. számú (csúcsi) levélke szélessége a levélke levéllemez hosszának levélalaptól mért 90%-nál
LkLSZ902 (mm)	2. számú (csúcs alatti) levélke szélessége a levélke levéllemez hosszának levélalaptól mért 90%-nál
LkLSZ903 (mm)	3. számú (alapi) levélke szélessége a levélke levéllemez hosszának levélalaptól mért 90%-nál
Lk1Vα (°)	1. számú (csúcsi) levélke vállának jobb oldali szöge
Lk2Vα (°)	2. számú (csúcs alatti) levélke vállának jobb oldali szöge
Lk3Vα (°)	3. számú (alapi) levélke vállának jobb oldali szöge
LkF1SzörH (mm)	1. számú (alapi) levélkefőér szőrözöttségének hossza
LkF2SzörH (mm)	2. számú (alapi) levélkefőér szőrözöttségének hossza
LkF3SzörH (mm)	3. számú (alapi) levélkefőér szőrözöttségének hossza
LkFog1H (mm)	Levélkefogak hossza az 1. számú (csúcsi) levélkén
Lk1Fog (db)	1. számú levélke fogainak száma
Lk1Ér (db)	1. számú levélke mellékereinek száma
Lk1Fog/Lk1Ér	Levélkefogak/mellékerek aránya
LkLH1/Lk1Fog	1. számú levélke hossza / 1. számú levélke fogainak száma

2. táblázat: A levél és a levélke mért paramétere

a) A mérés metodikája

A vizsgálat során minden egyed öt-öt darab összetett levelét mértük, így összesen mintegy 14 000 leolvasást végeztünk. Törekedtünk arra, ellentétben a korábbi vizsgálatainkkal, hogy csupán mennyiségi, azaz milliméterben kifejezhető morfológiai bélyegeket vegyünk számításba.

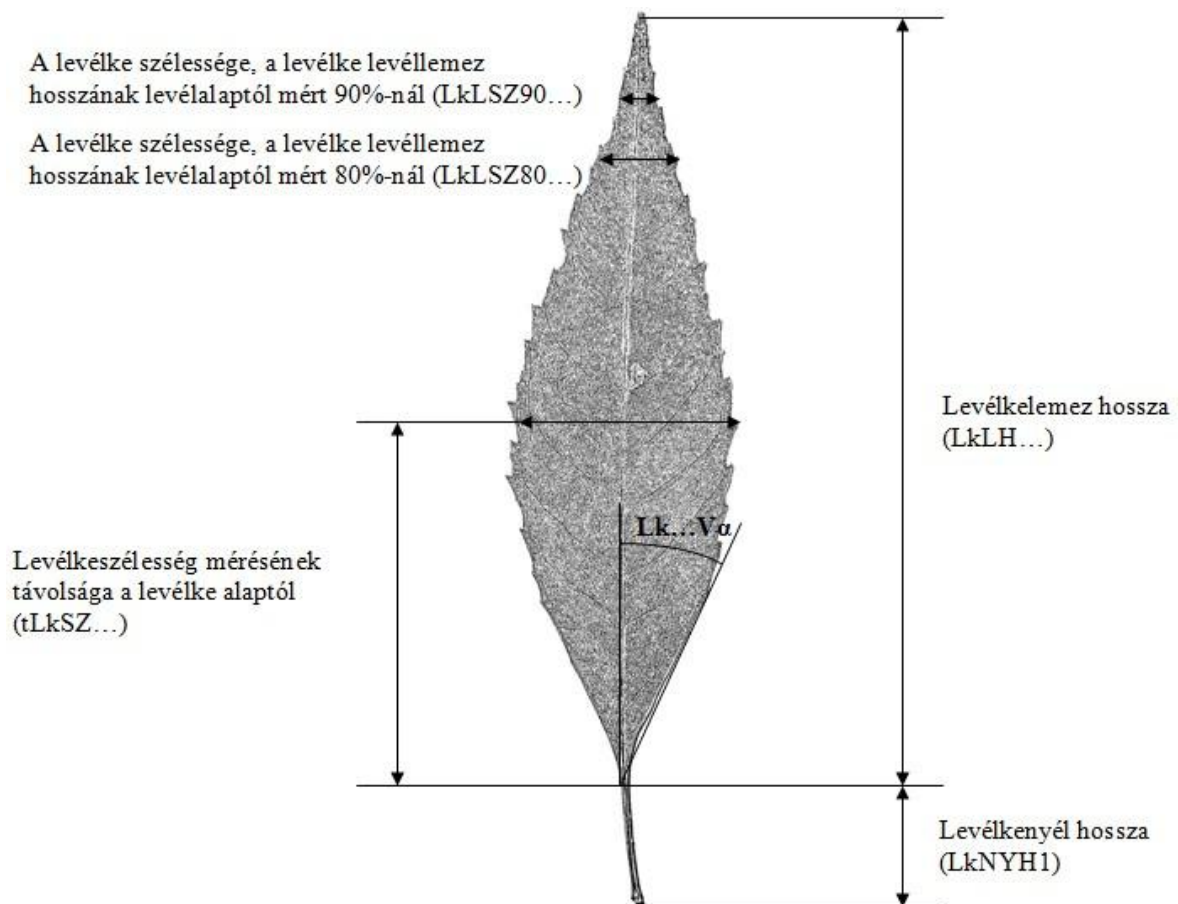
A **levélen** belül külön vizsgáltuk a csúcsi (1. számú), a csúcs alatti (2. számú) és az alapi (3. számú) levélke paramétereit (6. ábra). Azért ezeket, mert ezek minden, normálisan fejlett, a fajra jellemző összetett levélen megtalálhatóak. A mérések során a levélke párok közül csak az egyik oldalon elhelyezkedőket mértük, hiszen az esetek többségében az egyes párokon a levélkék közt nem volt jelentős különbség. A levél gerinc szőrözöttségénél (LGSzör) egy ún. bináris skálát alkalmaztunk, azaz „1”-es számot kapott a levél akkor, ha volt szőrözöttség, és „0”-t ha nem volt szőrözött a levélgerinc.



6. ábra: A levél paramétereinek mérési helyei

A levélgerinc hosszát (LGH) a 3. számú (alapi) levélke és a 2. számú (csúcs alatti) levélke közti szakaszon, a levélnyél hosszát pedig a levélalap és a 3. számú (alapi) levélke közti szakaszon határoztuk meg.

A **levélkék** esetében számos paramétert kellett vizsgálnunk ahhoz, hogy kiküszöböljük a szubjektivitás hibájának kitett minőségi paraméterek (pl.: levélkeváll, levélkecsúcs, levélke alakja) mérését (7.ábra). Egyrészt mértük a levélkék vállának jobb oldali (alsó-külső) szögét (Lk...Va), így kiválthattuk a levélkeváll mérését. A levélke csúcsának hagyományos morfológiai meghatározását úgy válthattuk ki, ha a levélke szélességét mértük meg, a levélke alapjától számított, a levélkelemez hosszának százalékban kifejezett távolságára (LkLSZ80..., LkLSZ90...). A levélke szélességét a levélkelemez legszélesebb pontján határoztuk meg, s ennek a pontnak és a levélkevállnak a távolságát is megmértük (tLkSZ...). Az így kapott méretekből jó közelítőleg meg tudjuk határozni a levélke alakját, s eltekinthetünk az olyan kevésbé pontos meghatározásoktól, mint a tojásdad, elliptikus, lándzsás, keskenylándzsás stb.



7. ábra: A levélke paramétereinek mérési helyei

Ezen kívül figyelme vettünk olyan bélyegeket is, mint a levélke főérének szőrözöttsége (LkF...SzörH), az 1. számú (csúcsi) levélke fogak száma (Lk1Fog), az 1. számú (csúcsi) levélke mellékereinek száma (Lk1Ér), az 1. számú (csúcsi) levélke fogainak hossza (LkFog1H). Ez utóbbinak azért volt jelentősége, mert néhány egyednél feltűnően nagy fogak, míg más egyedeknél majdnem ép szélű levélkék voltak.

Létrehoztunk olyan származtatott értékeket is, ahol meghatároztuk a levélkék hosszának és szélességének hányadosát (LkSZ.../LkLH...), az 1. számú (csúcsi) levélke fogainak és mellékereinek arányát (LkLH1/Lk1Fog), valamint az 1. számú (csúcsi) levélke hosszának és fogainak arányát (LkLH1/Lk1Fog), így megkaptuk, átlagosan milyen távolságra helyezkednek el a fogacskák egymástól.

A mai technológiai fejlettség lehetővé teszi, hogy informatikai szoftverek és levél scannerek (WinFolia Régent Instrument Inc.) segítségével megkönnyítsük, és pontosabbá tegyük munkánkat (JARNI et al., 2010). Azonban ahhoz, hogy ezt a módszert megfelelően használhassuk szinte hibátlan állapotban lévő, nem rovarkárosított, tökéletesen préselt levelekre lenne szükségünk.

b) A kiértékelés

Hasonlóan korábbi vizsgálatainkhoz, most is nagyszámú határozó bélyeget vizsgáltunk egyszerre, s ezeket mért értékkel is kifejezhetjük. Így lehetőségünk volt a sokváltozós statisztikai eljárások alkalmazására, amelyek segítségével egzakt módon közelíthetjük meg a problémát (BOROVICS, 1997, 1998). Az elemzéseket a SYN-TAX 2000 (PODANI, 2001) programcsomag segítségével végeztük.

A felvételezés során az empirikus mintanagyság és a változók számának arányára is oda kell figyelnünk. Ha a változók (morfológiai bélyegek) száma sokkal nagyobb az objektumoknál (feldolgozott minták), az azt jelentheti, hogy a változók erősen korrelálni fognak. A diszkriminancia analízis során a változók semmiképpen sem haladhatják meg az objektumok számát, mert szingularitási problémák miatt a számítások nem végrehajthatók (PODANI, 1997). Sajnos ennek köszönhetően a magas köris esetében ilyen eset áll fent, így ezeket az eredményeket nem tudjuk figyelembe venni. A minta kiválasztásának módját tekintve még egy fontos megkülönböztetést kell tennünk. Fentebb említettük, hogy a mintavételezésből kimaradtak a fiatal (1 – 10 éves) egyedek, a magas, zárt állományban lévő fák. Ebből arra következtethetünk, hogy – szándékunk ellenére – az alapsokaság (például a vizsgált populáció) egyes részei kimaradnak a mintavételből, tehát a szabadállású, kifejtett

levélzetű egyedeket preferáltuk a többivel szemben, vagyis a mintából levont következtetések nem általánosíthatók az alapsokaságra.

Első lépésként a pontok közötti távolságok, vagy más, rokon jellegű összefüggések (hasonlóságok, különbözőségek, korreláció) kiszámítása szükséges. Két pont távolsága a közöttük meghúzható egyenes távolsága, az úgynevezett euklideszi távolság, ami kiterjeszthető akármennyi dimenzióra is. E fogalom segítségével tudjuk megállapítani két tulajdonság, illetve egyed közti korrelációt. Mielőtt belemerülnénk a statisztikai definíciók világába, célszerű néhány fontos fogalmat magyarázni az érthetőség érdekében. A *korreláció*val tudjuk kifejezni két objektum (tulajdonság vagy egyed) közti kölcsönös összefüggést, lineáris kapcsolat mértékét.

A vizsgálat során, korábbi hibáinkat kijavítandó, a vegetatív szervek esetében csak kvantitatív, azaz mérhető (milliméterben kifejezhető) tulajdonságokat vettük alapul.

Ahhoz, hogy az adatokat értelmezni tudjuk, a táblázatunkból egy adatmátrixot kell létrehoznunk. A mintavételezés során a mintavételi egységeket változók segítségével írjuk le. A mi esetünkben a sorok felelnek meg a mintavételi egységeknek, az oszlopok pedig a tulajdonságoknak. A Microsoft Excel program segítségével vittük be az adattömeget egy táblázatba, minden sor egy-egy egyed, minden oszlop egy-egy tulajdonság. Ahhoz, hogy a SYN-TAX program értelmezni tudja, konvertálni kell, valamint egy olyan letisztult adatmátrixot kell létrehoznunk, amelyben nem léteznek fejlécek, csak számok. A későbbi azonosítást megkönnyíti azonban az, hogy minden egyed és tulajdonság ugyanazon a helyen marad, mint az eredeti táblázatban. Fontos megjegyeznünk, hogy a mért, valamint az ezekből származtatott átlagok, arányok nem minden esetben voltak kerek, egész számok. Ezeket az Excel és a SYN-TAX program egyszerűbb kezelhetősége miatt tízzel megszoroztuk vagy kerek egész számra kerekítettük, ami a lényegen nem változtatott, hiszen az egyedek között történt az elvonatkoztatás. Tekinthejtük úgy is, mintha az értékeket nem milliméterben, hanem $[x 10^{-1} \text{ mm}]$ -ben adnánk meg.

A későbbiekben az eredményeket a sorszámok alapján tudjuk kiértékelni.

A kiértékelésre két módszert alkalmaztunk:

- Hierarchikus osztályozást;
- Ordinációt.

EREDMÉNYEK ÉS KIÉRTÉKELÉSÜK

A vizsgálati eredmények kiértékelése során sorba vettünk több olyan lehetséges módszert, amely feltárhatja nekünk a vegetatív szervek morfológiai összefüggéseit. A hagyományos leíró morfológia mellett segítségül hívtuk a többváltozós statisztikai adatfeldolgozás lehetőségeit. Számtalan variációt szolgáltatnak e hasznos programok, amelyek nélkül a „modern” taxonómiai kutatások szinte elképzelhetetlenek.

1. Hierarchikus osztályozás

A hierarchikus klasszifikáció révén elénk tárulhatnak az egyes osztályok között fennálló kapcsolatok. A hierarchikus osztályozás többféleképpen illusztrálható, de a legáltalánosabb és legjobb ábrázolás a dendrogramok segítségével történik. A dendrogram egy fa-gráf, melynek végső, terminális szögpontjai („levelei”) az osztályozott objektumoknak (mi esetünkben egyedek, illetve tulajdonságok) felelnek meg. A dendrogram az egyedek, tulajdonságok közötti kapcsolatokat (hasonlóság, távolság) numerikusan is ki tudja fejezni, amit a dendrogram belső szögpontjainak magassága jelzi a vertikális tengelyen felmérve. Ezt jelzik a dendrogramok derékszögű elágazásai (PODANI, 1997).

A SYN-TAX programcsomagban több hierarchikus osztályozó algoritmust alkalmazhatunk:

1. Távolság-optimalizáló kombinatorikus módszer;

- Egyszerű lánc (legközelebbi szomszéd) módszer;
- Teljes lánc (legtávolabbi szomszéd) módszer;
- Csoportátlag eljárás (UPGMA);
- Egyszerű átlag módszer (WPGMA);
- Centroid (súlypont) módszer (UPGMC);
- Medián módszer (WPGMC);
- Flexibilis módszerek;

2. Homogenitás-optimalizáló kombinatorikus módszer;

- Eltérésnégyzetösszeg-növekedés minimalizálása;

3. Homogenitás-optimalizáló nem kombinatorikus módszer;

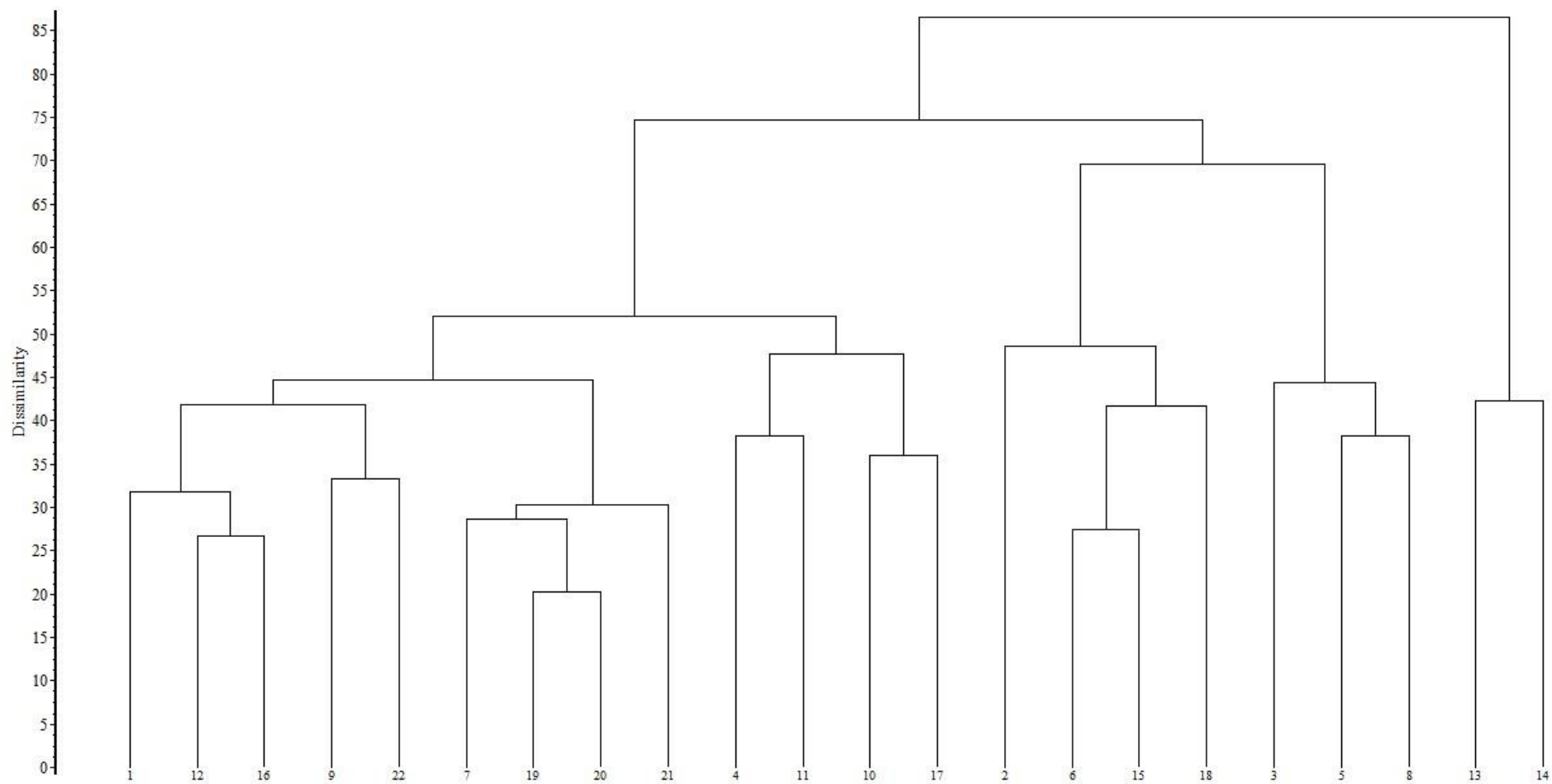
4. Globális optimalizálás.

A fentiek közül, munkánk során a hasonló taxonómiai vizsgálatokra is gyakran használt csoportátlag analízist (UPGMA) használtuk. Ez az algoritmus az egyszerű és a teljes lánc módszer közötti átmenetet képviseli, megpróbálván az egyik hátrányait a másik előnyeivel kompenzálni. Két osztály távolságát az összes osztályközi, páronkénti távolság aritmetikai átlagával definiálja. Az osztályozás során a távolságok átszámításakor már figyelembe kell vennünk az osztályokban előzőleg egyesített objektumok számát is. Elvégezhetjük vizsgálatainkat további algoritmusokkal, de azok is lényegében ugyanazokat az eredményeket mutatják.

Az elemzéseket lefuttattuk a 2. táblázatba foglalt tulajdonságok segítségével külön a magyar kőris és külön a magas kőris egyedeken, valamint a két faj egyedein együttesen.

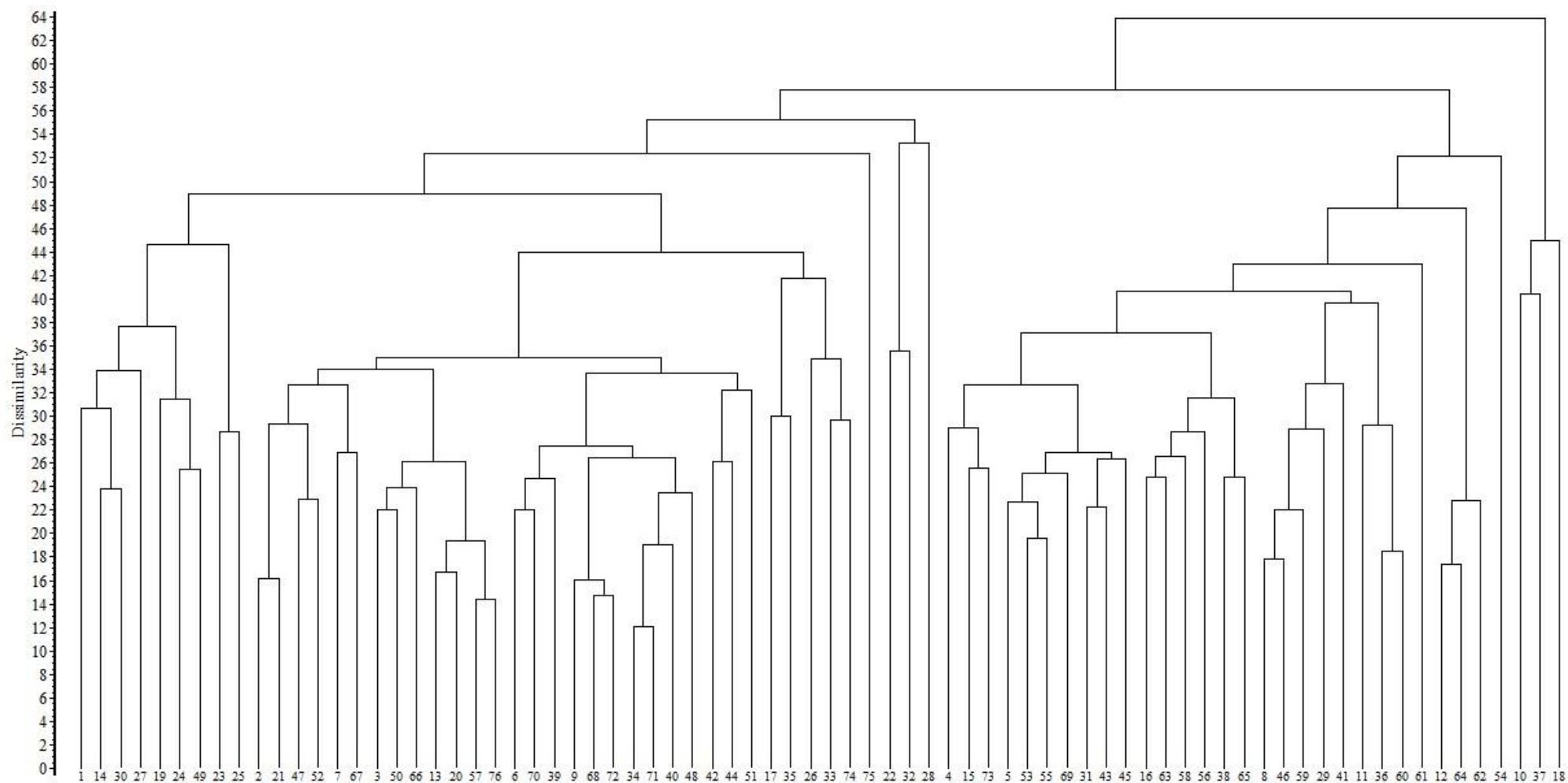
Ha csak a magas kőris egyedeket vizsgáljuk, figyelembe kell vennünk azt a tényt, hogy a magas kőris egyedek száma kevesebb mint a változók a száma. Erre a problémára már korábban is felhívtuk a figyelmet, de nem mehetünk el e vizsgálat eredményének bemutatása mellett, hiszen a magas kőris közé bekerült két hibrid gyanús egyed (S/17/MK??, S/18/MK??), ami a többitől teljesen elkülönül (8. ábra). Tehát, ezek az egyedek magukon hordoznak olyan bélyegeket, amivel a magas kőristől megkülönböztethetők. Ezekről az egyedekről érdemes annyit még megjegyezni, hogy rügy színüket, levél formájukat tekintve inkább a magyar kőrishez hasonlítottak, fiatal egyedek voltak, illetve az előfordulásuk a Hidegvíz-völgyben található. Ezek az egyedek azon a dendrogramon, ahol az összes faj egyedei képviseltetik magukat, ott sem a magas kőris csoportban találhatóak, hanem a magyar kőris egyedekkel mutatnak korrelációt (10. ábra).

Ha a magyar kőris egyedeket vesszük vizsgálat alá, akkor ugyan kialakulnak egymástól szignifikánsan elkülönülő csoportok, azonban ezek a csoportok egyaránt tartalmazznak magyar kőris és hibrid gyanús egyedeket (9. ábra). Itt az algoritmus nem talált olyan összefüggéseket, amik alkalmasak lettek volna a megkülönböztetésre.



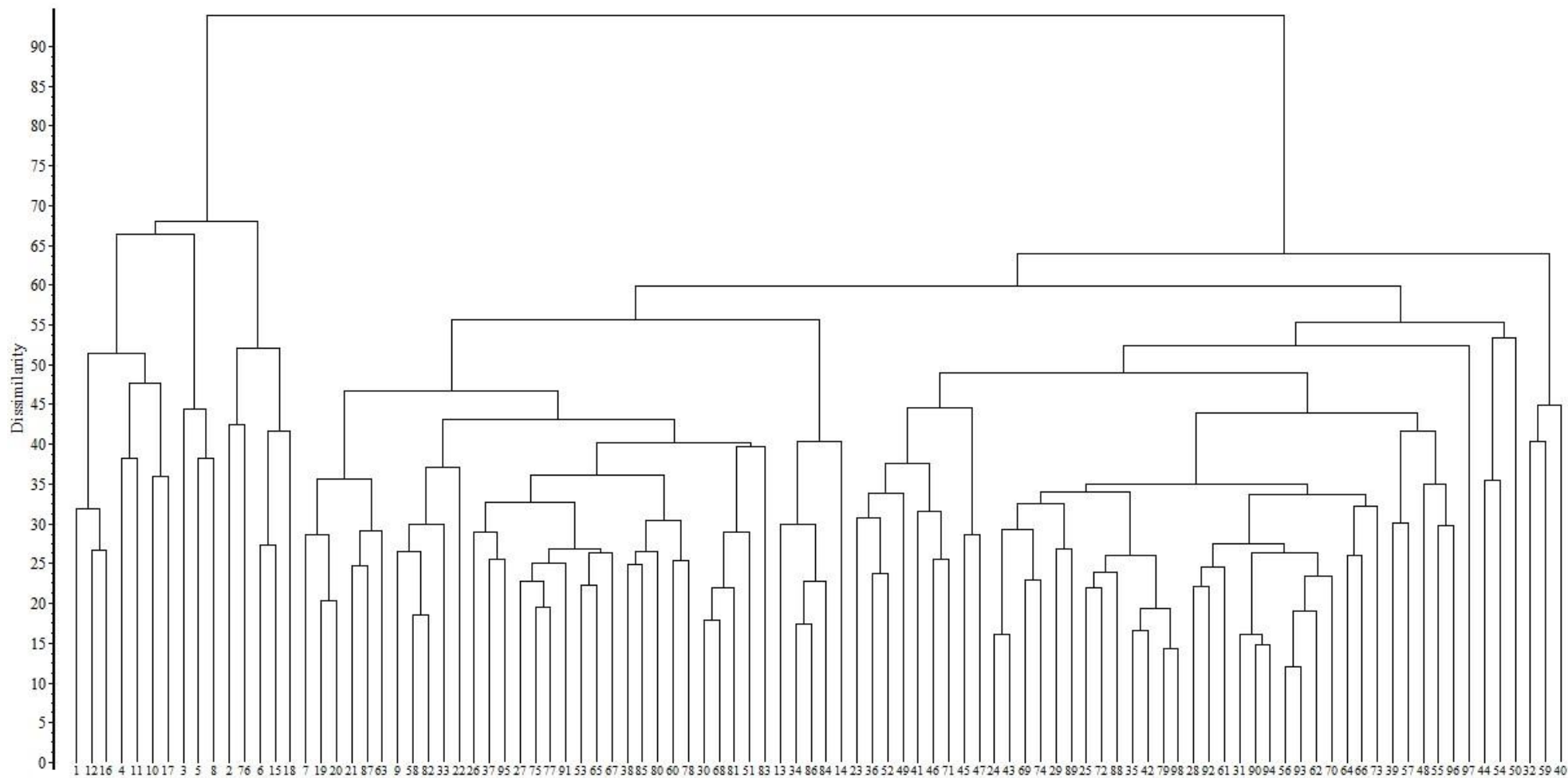
8. ábra: A magas kőrös egyedek közti kapcsolatrendszerek (UPGMA)

(Az egyes számok a különböző egyedek sorszámát jelölik. A sorszámokhoz tartozó egyedek jegyzéke a 1. mellékletben található.)



9. ábra: A magyar kóris egyedek közti kapcsolatrendszerek (UPGMA)

(Az egyes számok a különböző egyedek sorszámát jelölik. A sorszámokhoz tartozó egyedek jegyzéke a 1. mellékletben található.)

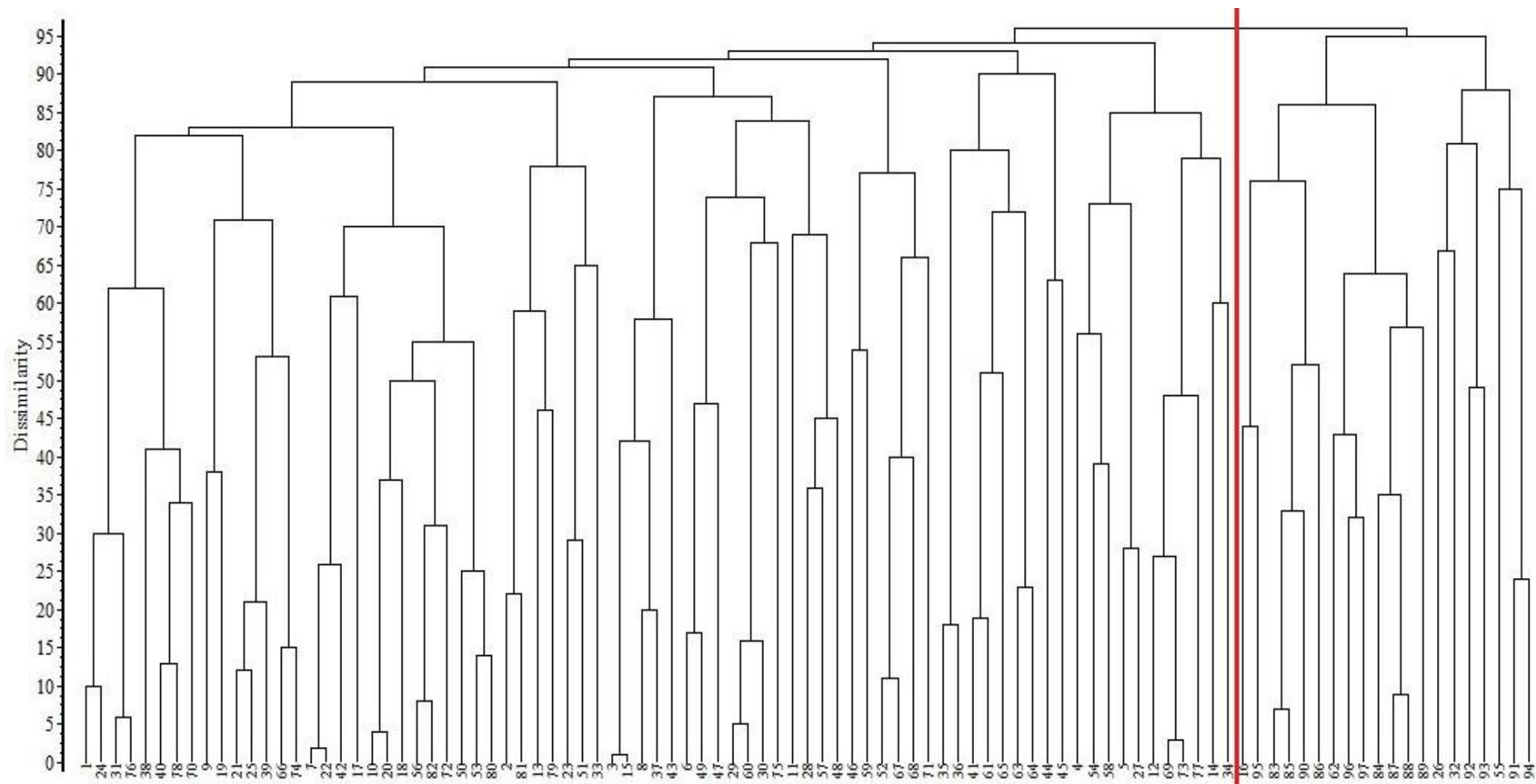


10. ábra: A magyar kőris és magas kőris egyedek közti kapcsolatrendszerek (UPGMA)

(Az egyes számok a különböző egyedek sorszámát jelölik. A dendrogram bal oldalán találhatóak a magas kőris egyedek. A sorszámokhoz tartozó egyedek jegyzéke a 1. mellékletben található.)

Amennyiben együtt vizsgáljuk a magyar kőris, a magas kőris, és a hibrid gyanúsak titulált egyedeket a dendrogram mintegy kettészakadását tapasztalhatjuk (10. ábra). A dendrogram bal ágán szinte csak magas kőris egyedek találhatók, csak egyetlen magyar kőris (76-os sorszámmal a CS/53/MAK) képviseltette magát. Ez valószínűleg a nagyon hosszú levélgerincnek, a magyar kőristől szokatlanul nagyobb méreteinek volt köszönhető. Ugyan több magas kőris egyed nem ebben az ágon helyezkedik el, azonban ezek egymáshoz viszonylag közel, kisebb csoportokban „ülnek”. Ahhoz, hogy megtaláljuk azt a differenciáló tényezőt, ami miatt kialakult ez a faji szintű szétválás, további lefuttatásokat végeztünk el. Kivettünk több paramétert, azonban így is viszonylag jól elkülönülő csoportot alkotnak a magas kőris egyedek egy meghatározó része. Csak akkor nem lett ilyen egyértelmű a különválás, ha a 3. számú levélke tulajdonságait, illetve a levélgerinc hosszúság értékeit kivettük a változók közül, ám itt is különvált több magas kőris egyed. Ezekből az eredményekből arra következtethetünk, hogy nincs a levélnek olyan morfológiai paramétere, ami egzakt módon elkülöníti a két fajt. Persze léteznek, viszonylag jól felhasználható bélyegek, mint például a levélke fogazottsága és mellékereinek aránya, ahol a magas kőrisnek 1,7 (közel 2 szerese), a magyar kőrisnek pedig 1,2 (megközelítőleg ugyanannyi mellékér és fogacska található) értéket mutat, illetve elmondható, hogy a magas kőris vegetatív szervei méreteit illetően némileg felülmúlják a magyar kőrist.

Korábbi, a virágzati szerveket érintő vizsgálataink során is volt ennyire egyértelmű és szignifikáns eltérés. Ott már kitértünk arra, hogy a legjobb differenciáló tényezőnek a virágzat architektúrája bizonyult, s csak a minőségi paraméterek segítségével kaphattunk kielégítő eredményeket. A minőségi paraméterekkel viszont az volt a probléma, hogy erősen ki vannak téve a szubjektív megítélésnek, s egy ordinális skálát kellett felállítanunk. Összehasonlításképpen közre adjuk e korábbi eredményeket is (11. ábra). Sajnos, a vegetatív szerveket és a generatív szerveket együttesen nem tudjuk szavatosan vizsgálni, hiszen a minőségi paraméterekre ordinális skálát alkalmaztunk a mennyiségi változók esetében pedig arány skálát.

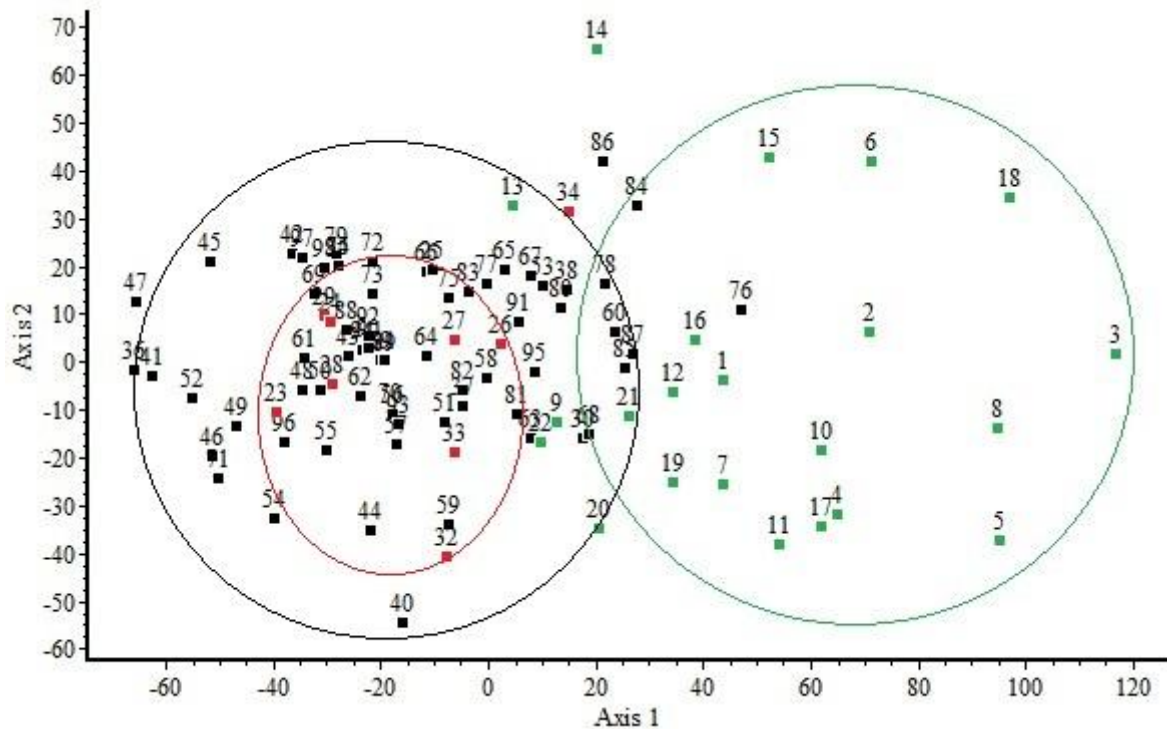


11. ábra: A 2012-ben, a generatív szervek vizsgálatában résztvevő egyedek közti minőségi paraméterek szerinti kapcsolatrendszerek (Podani-féle diszkordancia) (SILNICKI, 2012)

(Az egyes számok a különböző egyedek sorsszámát jelölik. Az elválasztó vonaltól jobbra találhatóak a magas kőrös, és olyan hibrid gyanús egyedek, amelyek termésmorfológiájukban a magas kőrösre emlékeztetnek. A sorsszámokhoz tartozó egyedek jegyzéke a 2. mellékletben található.)

2. Ordináció

Az ordinációban a változók, mint dimenziók alkotta térben az objektumokat pontok képviselik (PODANI, 1997). Itt ugyancsak több módszer közül választhatunk, alkalmazhatjuk a metrikus többdimenziós skálázást, azon belül a főkoordináta analízist (PCoA, *principal coordinates analysis*). Evvel a módszerrel elének tárulnak az egyedek közötti korrelációs viszonyok. A főkoordináta analízis eredményén látjuk, hogy a magas kőrís (zölddel jelölve) többé-kevésbé elkülönül a magyar kőristől (fekete színnel jelölve). A hibrid jellegűnek vélt egyedek (pirossal jelölve) nem különülnek el a magyar kőristől, ez annak köszönhető, amit már a generatív szerveket tanulmányozásánál is kifejtettünk, hogy vegetatív morfológiájukat tekintve teljes mértékben a magyar kőrísre hasonlítanak (12. ábra).



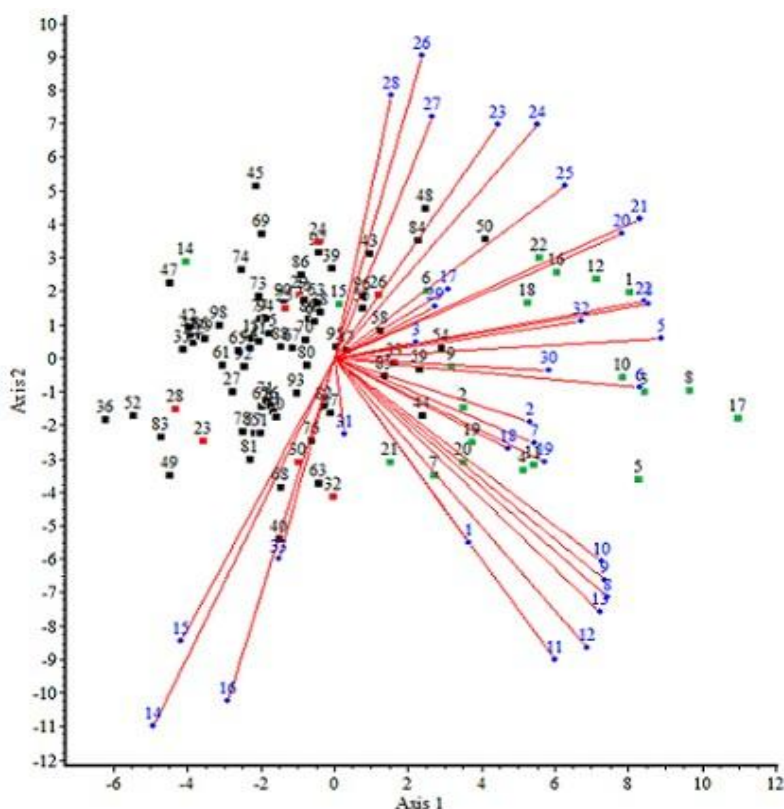
12. ábra: Ordinációs analízis a magyar és magas kőrís egyedeken (PCoA)
(A pontok az egyedeket jelölik, a zöld színű a magas kőrís, fekete a magyar kőrís, piros a hibrid gyanús egyedeket. A sorszámokhoz tartozó egyedek jegyzéke a 1. mellékletben található.)

Az ordinációs analízisre egy másik lehetséges mód a főkomponens analízis (*principal components analysis*, PCA), ahol nem csak az egyedek közötti, hanem az egyes tulajdonságok közötti korrelációkat is tanulmányozhatjuk. Ahhoz, hogy a változókat és az objektumokat együtt ábrázolhassuk és a lényeges információkat egy diagramba sűrítsük, a kettős szórási diagramot, az úgynevezett *biplot*-ot kell alkalmaznunk. Ennek a függvénynek a lényege

az, hogy a változókat képviselő pontokhoz az origóból kiinduló nyilak segítik a diagram értelmezését. Az egyes változók közti korrelációkat a nyilak által bezárt szög mutatja. Minél nagyobb ez a bezárt szög, annál kisebb a korreláció (PODANI, 1997).

(Megjegyzés: A hasonló taxonómiai vizsgálatokhoz a standardizált PCA használatos, ezért mi is így jártunk el.)

Az eredményekből látható, hogy az egyedek mintázata hasonló a főkoordináta analízis eredményeihez, de emellett feltűnik a tulajdonságok szoros kapcsolata, hiszen minél szorosabb szöget zár be két tengely, annál nagyobb a korreláció (13. ábra). Ha ezeket a tulajdonságokat eltávolítjuk, ugyan megváltozik az egyedek közti korreláció, azonban a tulajdonságok ilyen tért többnyire változatlanok maradnak.



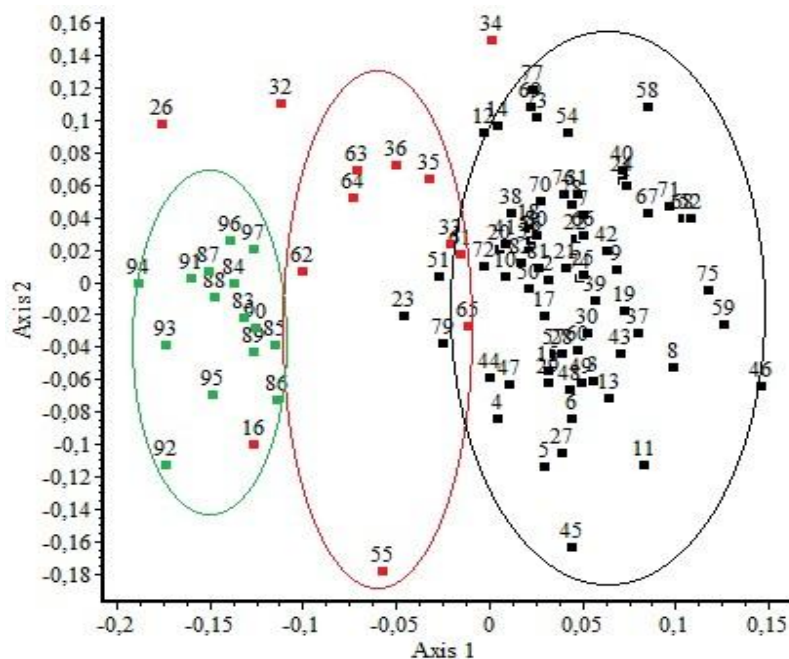
13. ábra: A kőris egyedek főkomponens analízise (PCA)

(A pontok az egyedeket jelölik, a zöld színű a magas kőrist, fekete a magyar kőrist, piros a hibrid gyanús egyedeket. A sorszámkhoz tartozó egyedek jegyzéke a 1. mellékletben található. A piros tengelyek az egyes tulajdonságok közti korrelációkat tárják fel.)

(1. LNYH, 2. LGH, 3. LKSzáma, 4. LkSZ1, 5. LkSZ2, 6. LkSZ3, 7. LkNYH1, 8. tLkSZ1, 9. tLkSZ2, 10. tLkSZ3, 11. LkLH1, 12. LkLH2, 13. LkLH3, 14. LkLH1/LkSZ1, 15. LkLH2/LkSZ2, 16. LkLh3/LkSZ3, 17. LkF1SzörH, 18. LkF2SzörH, 19. LkF3SzörH, 20. LkLSZ801, 21. LkLSZ802, 22. LkLSZ803, 23. LkLSZ901, 24. LkLSZ902, 25. LkLSZ903, 26. Lk1Va, 27. Lk2Va, 28. Lk3Va, 29. Lk1FogH, 30. Lk1Fog, 31. Lk1ÉR, 32. Lk1Fog/Lk1ÉR, 33. LkLH1/Lk1Fog)

(a rövidítések jegyzéke a 2. táblázatban olvasható)

Az így kapott, és a korábbi, minden eredeti változót tartalmazó dendrogramot összehasonlítva megállapítható, hogy az egyedek bizonyos hányada, ugyanavval az egyeddel végig megtartja hasonlóságát. A vizsgálatainkból kitűnik, hogy a korábbi év kutatásával ellentétben, most nem fordítottunk külön figyelmet az egyes tulajdonságok közti korrelációk elemzésére. Ez annak köszönhető, hogy igyekeztünk kiküszöbölni a vegyes (ordinációs, arány, és bináris) skála együttes alkalmazását, így kevesebb algoritmust kellett felhasználnunk, s jelentősen egyszerűsíthettük munkánkat.



14. ábra: A 2012-ben, a generatív szervek vizsgálatában résztvevő egyedek ordinációs diagramja a minőségi tulajdonságok alapján (NMDS) (SILNICKI, 2012)
(A pontok az egyedeket jelölik, zöld színű a magas kőris, fekete a magyar kőris, piros a hibrid gyanús egyedeket. A sorszámokhoz tartozó egyedek jegyzéke a 2. mellékletben található.)

A korábbi évben a virágzati szervekre elvégzett ordináció (*nem metrikus többdimenziós skálázás, NMDS*) eredményei is azt mutatják, hogy kőriseinket el lehet különíteni ilyen módszerekkel (14. ábra). Ezek az egyértelmű eredmények csak akkor jöttek létre, ha a virágzat struktúráját is bevontuk az elemzésekbe, más egyéb esetben nem történt meg a faji differenciálódás jelensége.

A vegetatív szervek, azon belül a levél vizsgálatai során, az eredményeink azt mutatják, hogy a levelek önmagunkban nem teljesen elegendőek a három vizsgált „kőris-típus” elkülönítésére (*Megjegyeznénk, hogy szándékosan nem kőris fajokat említünk, hiszen a hibrid gyanús egyedek faji identitása még nem tisztázott*). Amikor a generatív szerveket vizsgáltuk, a dendrogramban a magas kőris egyedek vegyesen fordultak elő a hibrid gyanús egyedekkel, ami a hasonló virágzati architektúrának volt köszönhető. Jelen esetben, a vegetatív szervek morfológiájának elemzése során, a hibridgyanús egyedek a magyar kőris egyedekkel mutattak hasonlóságot. Csak egy olyan eset fordult elő, ahol egy magyar kőris a magas kőrisek csoportjába került, ami a méretbeli hasonlóságnak volt tudható. Az eredményeinkből feltételezhető, hogy a magyar kőris és a magas kőris introgresszív hibridjei, (hasonlóan a *Populus x canescens* esetében, ami hol a *Populus alba*-hoz, hol a *Populus tremula*-hoz hasonlít jobban), az egyik szülővel, vagyis alapfajjal kereszteződnek könnyebben, így létrehozva magyar kőris, vagy magas kőris jellegű hibrideket.

Igyekeztünk megkeresni kizárásos alapon azt a tulajdonságot, amely segítségével a magyar kőris és a magas kőris közt különbséget tudott tenni az algoritmus. Egy bizonyos csoport mindig ugyanazt a korrelációt mutatta, s a dendrogram egészét tekintve csak kis mértékű változások jelentkeztek. Ezekből azt a következtetést sikerült levonunk, hogy a paraméterek csak együttesen alkalmasak arra, hogy a fajokat ilyen sokváltozós statisztikai módszerekkel elkülöníthessük. A magyar kőris és a magas kőris esetében tehát több morfológiai bélyeget kell vizsgálnunk akkor, ha a generatív szervek nem állnak rendelkezésre a fajok meghatározásakor, vagyis nem bizonyíthatunk olyan egyértelmű különbséget, ami minden esetben alkalmas a két kőris megkülönböztetésére. Hozzá tesszük, a hajtást, mint vegetatív szervet nem vizsgáltuk, hiszen annak tulajdonságai paraméterekkel kevésbé kifejezhető. Nyilván itt is vannak, nagyon jó bélyegek, mint a rügyállás, hajtás és rügy szín, illetve kéreg mintázat, azonban ezek is, mint sok más élőlény esetében, egyedenként nagyon eltérőek lehetnek.

Továbbá megállapítható, hogy a magyar kőris és a magas kőris egyedek közt különbséget lehet tenni, mind vegetatív, mind generatív szervek alapján, ha jó elkülönítő bélyegeket használunk, míg a hibrid gyanúsak vélt, átmeneti bélyegekkel rendelkező egyedeket többé-kevésbé csak generatív szerveik alapján, termőkorban lehet megbízhatóan elkülöníteni az alapfajoktól.

Kutatásaink során, jelen esetben, jobban „behatoltunk” a magas kőris elterjedési területébe, így módunk nyílt a magas kőrisre jobban hasonlító hibrid gyanús egyedek vizsgálatára. Ezeket az egyedeket az elemzések során a magas kőrishez soroltuk, de az

analízisek során azoktól eltéréseket mutattak. Persze fenn áll az a lehetőség is, hogy ezek nem hibridek, csupán hibásan, rossz termőhelyre ültetett magyar kőrisek, mert rügy színük barnás volt, s jó állapotú termés ágazat a hitelesebb meghatározásra nem állt rendelkezésünkre, így ezek az egyedek további megfigyelést igényelnek.

A MELLÉKLETEK közt közre adjuk néhány hibrid jellegű egyed fényképét. A 3. mellékletben a CS/02/M??? azonosítójú egyed látható, amely azért érdekes, mert levelei alapján inkább magas kőris, buga jellegű virágzata van, de a vizsgálat mégsem a magas kőris egyedek közé sorolta be. A levélke szélessége, fogazottsága a magas kőriséhez hasonló, mégsem tudta az algoritmus elkülöníteni. Valószínűleg azért mert ezek a bélyegek kevésbé meghatározóak, bár igen feltűnőek (3. *melléklet*).

A második egy olyan egyed (GY/05/M???), ami levelét tekintve teljesen magyar kőris jellegű, s a dendrogram a magyar kőrisek közé sorolta (4. *melléklet*).

A harmadik fényképen látható hibridgyanús egyed levelét pedig csak érdekességképpen mutatjuk be, hiszen ez a példány Magyarország 7. legnagyobb magyar kőris (*Fraxinus angustifolia* VAHL subsp. *danubialis* POUZAR) egyede, amely a dénesfai fás legelőn áll (5. *melléklet*). Egy 2006-os mérés alapján mellmagassági kerülete 573 cm, s mivel szabadállású egyed nem magas, viszonylag alacsonyan szerteágazik.

ÖSSZEFOGLALÁS

Jelen tanulmányt a szerző korábbi kutatásának az „Összehasonlító vizsgálatok a magyar kőris (*Fraxinus angustifolia* VAHL subsp. *danubialis* POUZAR) és a magas kőris (*Fraxinus excelsior* L.) generatív szervein” folytatásaként és a vegetatív szervek vizsgálatával, mintegy kiegészítéseként készítette. A dolgozat első részében felvázolja a magas kőris (*Fraxinus excelsior* L.) és a magyar kőris (*Fraxinus angustifolia* VAHL subsp. *danubialis* POUZAR) elkülönítésének problémáit. Egy áttekintő táblázatban felsorolja a két faj elkülönítéséhez felhasználható bélyegeket, s ezeket a felhasználhatóságuk szerint minősíti. A vizsgálat elsősorban a Rábaköz – Répce-sík menti populációkat érintette, de mintázta a Soproni-hegyvidék, és a Gemenci-erdő állományait is. A begyűjtött minta kiértékelését többváltozós statisztikai módszerekkel végezte. A feldolgozás során a hierarchikus klasszifikációt, azon belül a csoportátlag analízist (UPGMA), illetve a főkoordináta analízist (PCoA), és a főkomponens analízist (PCA) alkalmazta, melyek segítségével szemléltette az egyedek kapcsolatrendszerét. A vegetatív szervek esetében kizárólagosan a mennyiségi paramétereket vizsgálta, így egzakt módon közelítette meg a levelek tulajdonságainak elemzését, s kizárta a minőségi paraméterek szubjektív meghatározásának lehetőségét. Megállapítja, hogy a vegetatív szervek külön-külön kevésbé alkalmasak a két faj sokváltozós statisztikai módszerekkel, s hagyományos, leíró morfológiai vizsgálatokkal történő elkülönítésére, de együttes alkalmazása kielégítő eredményeket mutat a faji szintű differenciálódásra. Továbbá, a kiemelt figyelemben részesített hibrid gyanús egyedek vegetatív morfológiájának esetében felhívja a figyelmet arra, hogy ezek az egyedek vegetatív szerveiket tekintve szinte semmiben sem különböznek a magyar kőris egyedektől, de generatív szerveik a magas kőris bugájához hasonlóan, de gyengébben ágaznak el. Megállapítja, hogy a magyar kőris és a magas kőris egyedek közt ugyan különbséget lehet tenni, mind vegetatív, mind generatív szervek alapján, ha jó elkülönítő bélyegeket használunk, de a hibrid gyanúnak vélt, átmeneti bélyegekkel rendelkező egyedeket többé-kevésbé csak generatív szerveik alapján, termőkorban lehet megbízhatóan elkülöníteni az alapfajoktól.

Kulcsszavak: *Fraxinus excelsior*, *Fraxinus angustifolia* subsp. *danubialis*, összetett levél, többváltozós statisztikai adatfeldolgozás, korreláció, hibridizáció

SUMMARY

This study is sequel of the former study of the author „*Comparative examinations of generative organs of hungarian ash and common ash (Fraxinus angustifolia VAHL subsp. danubialis POUZAR)*” and treats with the examination of vegetative organs of this tree species. The author in the first part of study introduce the problem of the comparison of hungarian ash and common ash (*Fraxinus angustifolia VAHL subsp. danubialis POUZAR*). The author lists the stigmas which can be used to the separation of this tree species in a overview table, and qualify them based on their use. The examination treated with the population of Rábaköz – Répce plan primarily, but modeled the populations of Soproni mountain and Gemenc forest too. The collected ensamples have been evaluated with the method of multivariate statistics. The author applied the method of hierarchical classification and inwardly this method of the method group average analysis (UPGMA), the method principal coordinate analysis (PCoA) and the method principal component analysis (PCA) in the processing, with them exemplifies the author the relationship of the individuals. The author have examined only the quantitative parameters by the vegetative organs, so thus he approached exactly the analysis of the features of leaves, and closed out the possibility of the subjective determination of qualitative parameters. The author states that the vegetative organs are less applicable separately to the separation of this tree species with the methods of morphological examination and the multivariate statistics, but the combined application of them shows satisfactory results in the separation of this tree species on racial level. Further the author draws attention, in the case of the vegetative morphologie of hybrid individuals suspected, to the that this species are not differing from the individuals of hungarian ash, but their generative organs are similar to the ingot of common ash, but they branch out weaker. The author states that it is possible distinguis among the individuals of hungarian and common ash, based on the features of vegetative and generative organs of this species, if we use good isolable stigmas, but in the case of the hybrid individuals suspected, which have transient stigmas, this can be did only based on their generative organs in growing age, only so is possible their separation from the basic species.

Keywords: *Fraxinus excelsior*, *Fraxinus angustifolia* subsp. *danubialis*, compound leaves, multivariate statistics, correlation, hybridization

IRODALOM

- BARTHA D. (1994): Alig ismert fafajaink V. Magyar kőris. – Erdészeti Lapok **129**: 187.
- BARTHA D. (2006a): A magyar kőris botanikai jellemzése. – Erdészeti Lapok **141**: 84-86.
- BARTHA D. (2006b): A magyar kőris megismerésének viszontagságos története. – Erdészeti Lapok **141**: 58-61.
- BARTHA D. (2007): Tudománytörténeti visszatekintés: A magyar kőris megismerésének eddigi története. – Tilia **13**: 117-130.
- BIDLÓ A. – HEIL B. – KOVÁCS G. (2006): A magyar kőris termőhelyigénye. – Erdészeti Lapok **141**: 106-108.
- B.[orbás] V. (1885): Új kőrisfa hazánkban. – Erdészeti Lapok **24**: 165-167.
- BOROVICS A. (1997): A kocsánytalan tölgyek levélmorfológiai vizsgálata. – Erdészeti Kutatások **86-87**: 125-142.
- BOROVICS A. (1998): A tölgyek hibridizációja, morfológiai és genetikai változatossága. – Erdészeti Kutatások **88**: 89-108.
- BÖRCSÖK Z. (2009): Magyarországi mezei szilek (*Ulmus minor* MILL. sensu lato) levélmorfológiai vizsgálata. – Doktor (PhD) értekezés, – NYME, Sopron
- CSAPODY I. – CSAPODY V. – ROTT F. (1966): Erdei fák és cserjék. – OEF, Budapest, pp. 193-195.
- DANSZKY I. (1972): Erdőművelés I. – Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, pp. 119-120.
- FRANK N. (2006): A magyar kőris (*Fraxinus angustifolia* subsp. *danubialis*) erdőművelési tulajdonságai. – Erdészeti Lapok **141**: 408.
- FUKAREK, P. (1954): Poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* VAHL). – Šumarski list **78**: 433- 453.
- FUKAREK, P. (1955): Dodatak članku »Poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* VAHL)«. – Šumarski list **79**: 16-21.
- FUKAREK, P. (1956a): Poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* VAHL) i neke njegove šumskouzgojne osobine. – Šumarstvo **9**: 331-345.
- FUKAREK, P. (1956b): Prilog poznavanju šumskih zajednica u kojima se javlja poljski jasen. – Šumarski list **80**: 30-40.
- FUKAREK, P. (1956c): Razlike između poljskog i običnog jasena. – Narodni Šumar **10**: 27-38.
- FUKAREK, P. (1957): Novipodaci o poljskom jasenu (*Fraxinus angustifolia* VAHL). – Šumarski list **81**: 30-35.
- FUKAREK, P. (1958): Dendrogeografski prilozi flori Bosne i Hercegovine. Nova nazališta poljskog jasena – *Fraxinus angustifolia* VAHL – u Hercegovini i Bosne. – Godišnjak Biološkog Instituta u Sarajevu **12**: 46-47.
- FUKAREK, P. (1960a): Differences morphologiques et anatomiques entre le Frêne commun (*Fraxinus excelsior* L.) et le Frêne oxyphylle (*F. angustifolia* VAHL). – Bull. Soc. Bot. France **107**: 192-198.
- FUKAREK, P. (1960b): Poljski jasen i njegova morfološka varijabilnost. *Fraxinus angustifolia* VAHL (= *F. oxycarpa* WILLD.). – Glasnik za šumske pokuse **14**: 133-258
- FUKAREK, P. (1963): Rasprostranjenost i druge fitohorološke karakteristike poljskog jasena (*F. angustifolia* VAHL). – Naučno društvo SR bosne i Hercegovine Djela **20**(4): 1-99.

- GENCSI L. – VANCURA R. (1997): Dendrológia. Erdészeti növénytan II.- Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 664-673.
- GERARD, P. R. – FERNANDEZ-MANJARRES, J. F. – FRASCARIA-LACOSTE, N. (2006): Temporal cline in a hybrid zone population between *Fraxinus excelsior* L. and *Fraxinus angustifolia* VAHL. – *Molecular Ecology* **15**: 3655-3667.
- HARACSI L. (1975a): A szlavónkőris (*Fraxinus slavonica* MAJ.-HAR. n. sp.). – Az Erdészeti és Faipari Egyetem Tudományos Közleményei 1. sz. pp. 7-17.
- HARACSI L. (1975b): A szlavónkőris / *Fraxinus slavonica* MAJ.-HAR. n. sp. – Az Erdő **24**(8): 363-374.
- JARNI, K. – WESTERGREN, M. – KRAIGHER, H. – BRUS, R. (2010): Morphological variability of *Fraxinus angustifolia* VAHL in the north-western Balkans. – *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* **80**(3): 245-252.
- KÁRPÁTI I. – KÁRPÁTI I.-NÉ (1956a): *Fraxinus oxycarpa* magyarországi természetes előfordulása, elterjedése és társulásviszonyai. – Az Erdő **5**(2): 65-68.
- KÁRPÁTI I. – KÁRPÁTI V. (1956b): A hegyesfogú és a magas kőris megkülönböztetése. – Erdőgazdaság **10**(16): 10.
- KÁRPÁTI I. – KÁRPÁTI V. (1956c): Natürliches Vorkommen von *Fraxinus oxycarpa* in Ungarn. – *Acta Botanica Hungarica* **2**: 275-280.
- KÁRPÁTI I. – KÁRPÁTI I.-NÉ (1957): A *Fraxinus oxycarpa* WILLD. és *Fr. excelsior* L. cönológiai elkülönítése. – Erdészeti Kutatások **4**(1-2): 65-81.
- KÁRPÁTI I. (1966): Bartók Béla emlékfa. – Keszthelyi Agrártudományi Főiskola Kiadványai **8**(3): 3-4.
- KÁRPÁTI Z. (1966): Egy új vadontermő magyarkőris-változat (*Fraxinus angustifolia* VAHL ssp. *pannonica* SOÓ et SIMON var. *Bartoki* KÁRP. Z.). – Keszthelyi Agrártudományi Főiskola Kiadványai **8**(3): 5-7.
- KÁRPÁTI Z. (1968): A magyar kőris (*Fraxinus angustifolia* VAHL. ssp. *pannonica* SOÓ et SIMON) alakváltozatossága. – *Botanikai Közlemények* **55**: 37-43.
- KÁRPÁTI Z. (1970): Eine kritisch-taxonomische Übersicht der in Europa wildwachsenden Eschen-Arten und deren Unterarten. – *Feddes Repertorium* **81**: 171-186.
- KEVEY B. (1987-1988): Adatok Magyarország flórájának és vegetációjának ismeretéhez IV. – *Bot. Közlem.*, **74-75**(1-2.): 97.
- LAKATOS F. (2006): A magyar kőris rovarvilága. – *Erdészeti Lapok* **141**: 348-349.
- MAGYAR P. (1960): Alföldfásítás I. – Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 342-346.
- MAJER A. (1968): Magyarország erdőtársulásai (Az erdőműveléstan alapjai). – Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 176-177.
- MÁTYÁS CS. (2002): Erdészeti–természetvédelmi genetika. – Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- NEGREAN, G. (2011): Addenda to “Flora Romaniae” Volumes 1-12. Newly published plants, nomenclature, taxonomy, chorology and commentaries (Part 1). – *Kanitzia* **18**: 114-115.
- PALADA-NICOLAU, M. (2006): The correct ash native species, identification: application to mixed ash forests of Romania. – *Contribuții Botanice* **41**(1): 71-76.
- PODANI J. (1997): Bevezetés a többváltozós biológiai adatfeldtárás rejtelmeibe. – Scientia Kiadó, Budapest.

- RADDI, S. (2009): *Fraxinus angustifolia* VAHL, 1804. In: ROLOFF, A. – WEISGERBER, H. – LANG, U. – STIMM, B. (Hrsg.): Enzyklopädie der Holzgewächse, Handbuch und Atlas der Dendrologie **54**. Erg. Lfg. 01/10., pp. 1-18.
- ROLOFF, A. (2009): *Fraxinus excelsior* LINNÉ, 1753. In: ROLOFF, A. – WEISGERBER, H. – LANG, U. – STIMM, B. (Hrsg.): Enzyklopädie der Holzgewächse, Handbuch und Atlas der Dendrologie **7**. Erg. Lfg. 3/97., pp. 1-15.
- SILNICKI Á. (2012): Összehasonlító vizsgálatok a magyar kőris (*Fraxinus angustifolia* VAHL subsp. *danubialis* POUZAR) és a magas kőris (*Fraxinus excelsior* L.) generatív szervein. – TDK dolgozat, NYME, Sopron.
- SOÓ R. – SIMON T. (1960): Bemerkungen über südosteuropäische *Fraxinus*- und *Dianthus*-Arten. – Acta Botanica Hungarica **6**: 143-153.
- SOÓ R. (1966): A magyar flóra és vegetáció rendszertani-növényföldrajzi kézikönyve II. – Akadémiai Kiadó, Budapest, p. 612-614.
- SOÓ R. (1970): A magyar flóra és vegetáció rendszertani-növényföldrajzi kézikönyve IV. – Akadémiai Kiadó, Budapest, p. 588.
- SOÓ R. (1973): A magyar flóra és vegetáció rendszertani-növényföldrajzi kézikönyve V. – Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 659-660.
- THOMASSET, M. – FERNANDEZ-MANJARRÉS, J. F. – DOUGLAS, G. C. – FRASCARIA-LACOSTE, N. (2011): Molecular and morphological characterization of reciprocal F₁ Hybrid (*Fraxinus excelsior* × *Fraxinus angustifolia*, *Oleaceae*) and parental species reveals asymmetric character inheritance. – Int. J. Plant. Sci. **172**(3): 423-433.
- TÓTH I. (1958): Az Alsó-Dunaártér erdőgazdálkodása. A termőhely és az erdőtípusok összefüggése. – Erdészeti Kutatások **5**(1-2): 77-160. spec. p. 100.
- TÓTH I. (1968): Az alsó Duna-ártér kőriseiről. – Az Erdő **17**(11): 503-508.
- VÖRÖSS L. Zs. (1974): A magyar kőris. – Búvár **29**(5): 290-291.
- VÖRÖSS L. Zs. (1978): Bemutatjuk... a besencei magyar kőrist. – Búvár **33**: 239.
- VÖRÖSS L. Zs. (1982): Hármastagú váltakozó örvös állás egyes *Oleaceae* nemzetségeknél. – Botanikai Közlemények **69**(1-2): 151-154.
- VÖRÖSS L. Zs. (1991): Ártereink fája: a magyar kőris. – Erdészeti Lapok **126**: 84.
- WALLANDER E. (2008): Systematics of *Fraxinus* (*Oleaceae*) and evolution of dioecy. – Plant Syst Evol (2008) **273**: 25-49.
- WEISER F. (1964): Anlage und erste Ergebnisse vergleichender Anbauversuche mit generativen Nachkommenschaften von Eschen (*Fraxinus excelsior* L.) trockener Kalkstandorte und grundwasserbeeinflusster Standorte. – Forstwissenschaftliches Centralblatt **83**(7/8):193-211.
- WEISER F. (1974): Ergebnisse 10-jähriger vergleichender Anbauversuche mit generativen Nachkommenschaften von Eschen (*Fraxinus excelsior* L.) trockener Kalkstandorte und grndzwassernaher Standorte. – Beitr. f. d. Forstwirtschaft **1**: 11 – 16.
- WEISER F. (1995): Beitrag zur Existenz von Ökotypen bei gemeiner Esche (*Fraxinus excelsior* L.). – Forstarchiv **66**: 251 – 257.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetemet szeretném kifejezni mindazoknak, akik segítségükkel hozzájárultak e dolgozat megszületéséhez. Köszönet illeti Kovács Miklóst az idegen nyelvű szakirodalmak fordításáért és Horváth Tímeát a szakirodalmi forrásanyagok felkutatásáért. Külön köszönet Dr. Bartha Dénes intézetigazgatónak a folyamatos szakmai irányításáért, segítségnyújtásáért és hasznos tanácsaiért, valamint Dr. Zagyvai Gergely egyetemi adjunktusnak a statisztikai kiértékelések során nyújtott tanácsaiért és nélkülözhetetlen segítségéért. Ezen túl köszönet a Gemenci Erdő- és Vadgazdaság Zrt. munkatársainak, név szerint Veszeli Jánosnak, Túri Istvánnak, és Mézes Gergelynek a vizsgálati anyag bővítésében nyújtott segítségükért.