

NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM
ERDŐMÉRNÖKI KAR
NÖVÉNYTANI ÉS TERMÉSZETVÉDELMI INTÉZET

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

Comparative examinations of generative organs
of hungarian ash (*Fraxinus angustifolia* VAHL subsp. *danubialis* POUZAR)
and common ash (*Fraxinus excelsior* L.)

TDK dolgozat

A dolgozat a TALENTUM-Hallgatói tehetséggondozás feladatrendszerének fejlesztése a Nyugat-magyarországi Egyetemen c. TÁMOP-4.2.2. B-10/1-2010-0018 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Készítette:

Silnicki Ádám III. emh

Témavezető:

Dr. Bartha Dénes D.Sc.

SOPRON
2012

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS.....	3
A KUTATÁS CÉLKITŰZÉSEI	4
ANYAG ÉS MÓDSZER	5
A VIZSGÁLATI ANYAG	5
A VIZSGÁLAT MÓDSZERE	11
A mérés metodikája.....	13
A kiértékelés.....	13
1. Hierarchikus osztályozás	15
1. 1. Tulajdonságok közti összefüggések vizsgálata	15
1. 1. 1. Mennyiségi tulajdonságok közti összefüggések vizsgálata	15
1. 1. 2. Minőségi tulajdonságok közti összefüggések vizsgálata	16
1. 2. Az egyedek közti kapcsolatok vizsgálata	20
1. 2. 1. Az egyedek korrelációi a mennyiségi paraméterek alapján	21
1. 2. 2. Az egyedek korrelációi a minőségi paraméterek alapján	22
2. Ordináció.....	24
2. 1. A tulajdonságok főkomponens analízise	24
2. 1. 1. Mennyiségi tulajdonságok közti összefüggések vizsgálata	24
2. 1. 2. Minőségi tulajdonságok közti összefüggések vizsgálata	25
2. 2. Az egyedek ordinációs analízise	26
2. 2. 1. Mennyiségi tulajdonságok alapján végzett ordináció	27
2. 2. 2. Minőségi tulajdonságok alapján végzett ordináció	27
EREDMÉNYEK	29
KÖVETKEZTETÉSEK	33
ÖSSZEFOGLALÁS.....	34
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	35
IRODALOM.....	36
MELLÉKLETEK	39

BEVEZETÉS

Az állományalkotó fafajaink között a *Fraxinus* nemzetség széleskörűen elterjedt, nagy ökológiai és formagazdagságú dendrotaxon, s ennek segítségével kísérletet teszünk a hazánkban elsőrendű fává növekvő kőrisseink változatos generatív morfológiájának bemutatására. A magyar kőris (*Fraxinus angustifolia* VAHL subsp. *danubialis* POUZAR, syn.: *Fraxinus angustifolia* VAHL subsp. *pannonica* SOÓ et SIMON) és a magas kőris (*Fraxinus excelsior* L.) sok morfológiai bélyegben hasonlóak, s talán ennek köszönhető az a tény, hogy egészen az 1956. évig a két faj közt nem tettek különbséget. Ebben a tévedésben az is fontos szerepet játszott, hogy Németországban a magas kőrisnek két „ökotípusát” (Bodenrasse) különböztették meg, egy fekete rügű, meszes, sziklás termőhelyeken növekvő „Kalkesche”-t, valamint egy barna rügű, nedves, lapályos termőhelyeken növekvő 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). Megkülönböztethetőségüket nehezíti, hogy mindkét faj meglehetősen változékony (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 három, a termés alapján 13 változatot különböztetett meg (KÁRPÁTI, 1968). E módszertan 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). 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). A két faj biztos elkülönítéséhez azonban a levél és a termés alakja, a rüg színé, a kéreg barázdáltsága, eltérő ökológiai igényeik, mind-mind kevés. A magyar kőrisről legelmélyültebben PAVLE FUKAREK szarajevói erdészprofesszor foglalkozott a XX. század közepén (FUKAREK, 1955; 1956a, b, c; 1957; 1958; 1960a, b; 1963). A lehető legbiztosabb bélyeg a virágzatok szerkezetében rejlik. Amíg az alapfajnak, a keskenylevelű kőrisnek (*Fraxinus angustifolia* VAHL), s így a magyar kőrisnek is egyszerű fűrt virágzata (inflorescentia simplex, racemosa) van (a virágzati főtengele nem ágazik el, 2. ábra), addig a magas kőrisnek összetett, buga (inflorescentiae compositae, paniculatae, 3. ábra) (SOÓ – SIMON, 1960) (1. ábra). Ezen jellemző különbség vezetett ahhoz, hogy a két faj elkülönítését a generatív szervek morfológiai megközelítésében végezzük.

A KUTATÁS CÉLKITŰZÉSEI

A kutatás fő célja az, hogy feltárja a magyar kőris és a magas kőris termésmorfológiájának változatosságát, összefüggéseit.

A témaválasztást az alábbiak indokolják:

- 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 genetikai vizsgálatok hiányában a generatív szervek vizsgálatával próbáljuk a két fajt elkülöníteni esetleges hibridjeiktől;
- A morfológiai tulajdonságok közti korrelációk feltérképezésének megkísérlése.

A hazai szakirodalmak gyakran említést tesznek arról, hogy a két faj közös elterjedési területének frontvonalában hibridpopulációk alkotására képes. Emiatt előfordulhatnak ezeken a területeken köztes, ún. intermedier egyedek, amik mind a magas, mind a magyar kőris jegyeit magukon hordozzák. Ilyen kritikus terület Magyarországon a Kisalföld középső vidéke (Kapuvár környéke). Hazánkban a magyar kőris planicien jellegénél fogva elsősorban síkvidékeken, keményfás ligeterdőkben, puhafás ligeterdőkben, sík és dombvidéki gyertyános-tölgyesekben (Dél-Dunántúl), égerlápokban található (KÁRPÁTI – KÁRPÁTI, 1956a; 1956c; MAJER, 1968; TÓTH, 1968; DANSZKY, 1972). A Szigetközben viszont a magas kőris található! A magas kőris nem ereszkedik le a hegy- és dombvidékről (kivétel a Szigetköz) (BIDLÓ et al., 2006). Ezek az adatok is mutatják, hogy a potenciális ütközőzóna a Kisalföld középső-északi részében feltételezhető. Ha igazak ezen feltételezések, akkor az itteni populációk terméseinek, virágzatainak vizsgálatával többet tudhatunk meg e két közeli fafajról, valamint közös hibridjeikről. A két faj botanikai jellemzésétől jelen dolgozatban eltekinthetünk, hiszen számos szakirodalomban a rendelkezésünkre áll (CSAPODY – CSAPODY – ROTT, 1966; GENCSI – VANCSURA, 1997; BARTHA, 2006; RADDI, 2009; ROLOFF, 2009).

A közelmúltban külföldön számos vizsgálatsorozat kezdődött a *Fraxinus excelsior* L. és a *Fraxinus angustifolia* VAHL közös hibridjének megismerésére (GERARD et al., 2006, THOMASSET et al., 2011). Romániában egyaránt problémát okoz a két faj elkülönítése, ahol az erdőtervi adatok gyakran tévesek, s a magas kőris és a keskenylevelű kőris közt nem tesznek különbséget (NEGREAN, 2011), ezért az EU által indított FRAXIGEN projekt keretében kutatások folytak a helyzet tisztázására (PALADA-NICOLAU, 2006).

ANYAG ÉS MÓDSZER

A VIZSGÁLATI ANYAG

A Magyarországon előforduló három őshonos kőrisfaj közül a kutatás tárgyát csak a *Fraxinus excelsior* L. és a *Fraxinus angustifolia* VAHL subsp. *danubialis* POUZAR képezte.

A vizsgálat lényegének megértéséhez szükséges a hazánkban előforduló kőrisfajok taxonómiájának a teljesség igénye nélküli bemutatása.

I. sect.: *Ornus*

Subsect.: *Ornus*

A. series: *Euornus*

1. *Fraxinus ornus* L.

II. sect.: *Fraxinus*

Subsect.: *Bumeloides* (Ecaliculatae)

A. series: *Paniculatae* KÁRP.

Inflorecentiae compositae, paniculatae (A virágzat összetett, buga.)

2. *Fraxinus oxycarpa* WILLDENOW

Fraxinus oxyphylla M. BIEBERSTEIN

Fraxinus excelsior ssp. *oxycarpa* WESMAEL

3. *Fraxinus excelsior* L.

4. *Fraxinus coriariifolia* SCHEELE

Fraxinus excelsior var. *coriariaefolia* BOISSIER

B. series: *Racemosae* KÁRP.

Inflorescentia simplex, racemosa (A virágzat egyszerű, fűrt.)

5. *Fraxinus pallisae* WILMOTT ex M. PALLIS

Fraxinus holotricha auct. rom. non KOEHNE

6. *Fraxinus syriaca* BOISSIER

Fraxinus oxyphylla β. *oligophylla* BOISS.

Fraxinus sogdiana DIPPEL

Fraxinus turkestanica CARRIÈRE

7. *Fraxinus angustifolia* VAHL

Fraxinus oxycarpa var. *γ. angustifolia* LINGELSHEIM

a. subsp. *angustifolia*

b. subsp. *danubialis* POUZAR

Fraxinus ptacovskyi DOMIN

Fraxinus pojarkoviana VASSILJEV

Fraxinus oxycarpa var. *petiolulata* I. KÁRPÁTI

Fraxinus angustifolia subsp. *pannonica* SOÓ et SIMON

Az európai kőrisekről több rendszertani feldolgozás is született, ezeket 1970-ben KÁRPÁTI ZOLTÁN közölte. Azóta kisebb változások az érvényes nevek esetében történtek (így járt például a mi magyar kőrisünk is) (POUZAR, 1972; HARACSI, 1975a, b). Az *Ornus* sectiot nem részletezzük, a faj alatti taxonómia kifejtése KÁRPÁTI ZOLTÁN művében fellelhető (KÁRPÁTI, 1970).

A *Fraxinus* nemzetség taxonómiájának eme rövid áttekintése is jól szemlélteti a virágzat ismeretének fontosságát. A kőrisek filogenetikailag egy különleges generáchoz tartoznak, s így egy feltűnően jól fejlett csészéből és pártából álló virágtakarójú entomogám, hímnős vagy poligám fajtól a hiányos virágtakarójú hímnős vagy monogám, anemogám megporzású fajig minden megtalálható. Előfordulhat olyan eset is, ahol csupán egy maradó csésze van. Ezek az átmenetek egy folyamatos, megszakítás nélküli sort képeznek. Európában csak a két véglet képviselteti magát. Az *Ornus* sectio jól fejlett virágzatának felépítése ősbibb, rovarmegporzású, mind a csésze, mind a szirmok megtalálhatók, lombfakadás után virágzik. A másik véglet a többnyire poligám virágtakaró nélküli *Fraxinus* (*Fraxinaster*) sectio virágzata filogenetikailag újabb keletkezésű, szélbeporzású, sem csésze, sem párta nem jellemző, tavasszal lombfakadás előtt virágzik (KÁRPÁTI, 1970).

Magyarországon KÁRPÁTI VERA és ISTVÁN utalt arra, hogy az ún. „vízikőris” az alföldeken nem azonos a *Fraxinus excelsior*-ral, hanem egy másik fajjal, amit eredetileg *Fraxinus oxycarpa*-nak tartottak (KÁRPÁTI – KÁRPÁTI, 1956a; TÓTH, 1958).

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 fenti rövid áttekintő rendszerben látható, hogy a *Fraxinus oxycarpa* buga virágzatú, a *Fraxinus angustifolia* pedig egyszerű fürtvirágzatú (2. ábra). Az „új” hazai kőrisfa természetében és levélkenyeleiben eltér az alapfajtól, ezért alfaji rangba sorolták SOÓ-ék, neve: *Fraxinus angustifolia* VAHL subsp. *pannonica* SOÓ et SIMON, de később egy cseh mikológus, ZDENĚK POUZAR 1972-ben

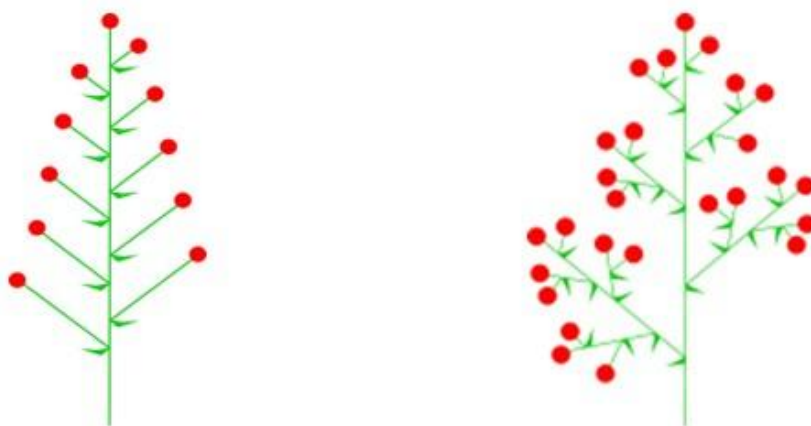
megállapította a név illegitim mivoltát, s ezért egy új, a Duna-vízgyűjtő területére utaló, máig érvényes nevet adott a fajnak: *Fraxinus angustifolia* VAHL subsp. *danubialis* POUZAR (POUZAR, 1972; BARTHA, 2006a, b). Később HARACSI LAJOS kiváló erdészprofesszorunk szerette volna ezt az alfajt faji rangra emelni *Fraxinus slavonica* MAJ.-HAR. néven, de ez a kísérlet kudarcba fulladt (HARACSI, 1975).

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 jegyet vizsgálni (BARTHA, 2006, 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	GYENGE
Rügyállás	keresztben átellenes, (ritka a 3-as álörvös állás)	keresztben átellenes, (a 3-as álörvös állás kifejezetten gyakori)	CSEKÉLY MÉRTÉKBEN MEGKÜLÖNBÖZ- TETŐ
Csúcsrügy	nagy, gúla alakú, az ellaposodó nádusszal „kígyófej alakú”	kisebb, kúpos, nem formáz „kígyófejet”	KÖZÖMBÖS
Rügypikkely színe	feketétől-sötétbarnaig	sötét kávébarna (változatos)	GYENGE (MAK rügyszínének változatossága miatt)
Levél	20-30 cm hosszú	15-25 cm hosszú	CSEKÉLY MÉRTÉKBEN MEGKÜLÖNBÖZ- TETŐ (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, bemetszései egyenesek, számuk jóval több az oldalerekénél	gyéren fogazott, a fogak nyúlánkak, szálas és elálló csúcsúak, bemetszései öblösen kikerekítettek, számuk ± megegyezik az oldalerekével	

csúcsa	kihegyesedő	hegyes v. hosszan kihegyezett	
fonáka	a főér mentén többnyire finoman pelyhes	a főér alsó harmadában finoman pelyhes	
Őszi lombszín	zöld	többnyire sárga v. ibolyás-vörös	CSEKÉLY MÉRTÉKBEN MEGKÜLÖNBÖZ- TETŐ
Virágzat	elálló buga (3. ábra)	kissé bókoló fürt (2. ábra)	NAGY HATÉKONYSÁGÚ
Termés			KÖZÖMBÖS
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			KÖZÖMBÖS
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	GYENGE

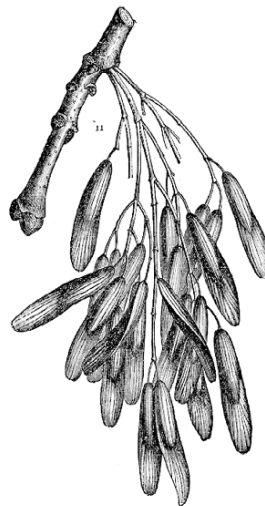
1. táblázat: A magyar kőris és a magas kőris fontosabb elkülönítő bélyegei
(BARTHA, 1994; 2006a; 2007; FRANK, 2006; PALADA–NICOLAU 2006; saját megfigyelések alapján)



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



2. ábra: Magyar kőris fürtje termésekkel (*Fénykép: Silnicki Á.*)



3. ábra: Magas kőris bugája termésekkel (*Forrás: Pallas nagylexikon*)

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. A meghatározásnál ügyeljünk arra, hogy lehetőleg termésses hajtás leveleit használjuk. Ugyanazon fán is változhat a levelek formája, ami függhet a faegyed korától, szociális helyzetétől (alászorult, szabadálló, stb.) (KÁRPÁTI – KÁRPÁTI, 1956b). A fiatal egyedek

levélalakja oly mértékben eltér az idős fákétól, hogy tévedésből már külön fajként is írtak le egyes egyedeket, példaként említhető a *Fraxinus parvifolia* LAMARCK (FUKAREK, 1954).

A két faj változatainak meghatározása nem célja e dolgozatnak, de érdemes róluk néhány sorban értekezni. A magas kőris kevésbé változatos, az alábbi taxonokat különböztetjük meg:

- f. *excelsior* (f. *vulgaris* BECK 1892; f. *genuina* ROUY 1897)
- f. *emarginata* CARUEL et ST. LAGER 1864
- f. *obtusata* SCHUR 1866
- f. *mucronata* DOM. 1935
- f. *acuminata* SCHUR 1866 (f. *rostrata* GILLOT ex ROUY 1897)
- f. *lanceolata* BOENN. 1824 (f. *Antonii* NYÁR. 1939)
- f. *ovata* BOENN. 1824

A magyar kőris alakváltozatosságát a Turjánvidéken, Dabas, Ócsa és Sári környékén gyűjtött anyagon KÁRPÁTI ZOLTÁN vizsgálta (VÖRÖSS, 1974, 1978, 1991), és a következő formákat különböztette meg (SOÓ, 1966):

- f. *pannonica*
- f. *Ptačovskyi* (DOM. 1937 p. sp.) KÁRP.
- f. *pseudo-oxycarpa* KÁRP.
- f. *Zlatnikiana* KÁRP.
- f. *torsa* KÁRP.
- f. *Fukarekiana* KÁRP.
- f. *Vassiljeviana* KÁRP.
- f. *Simoniana* KÁRP.
- f. *Pojarkoviana* (WASSILJEW 1952 p. sp.) KÁRP.
- f. *paralella* KÁRP.
- f. *Stephaniana* KÁRP.
- f. *Terpói* KÁRP.
- f. *Soóiana* KÁRP.
- f. *Bartóki* KÁRP.
- f. *Dominiana* KÁRP.

KÁRPÁTI ZOLTÁN ezeket varietas rangra emelte (KÁRPÁTI, 1968), de később le lettek fokozva forma rangra (SOÓ, 1970; 1973). A termések alakjai az 1. mellékletben láthatók.

A faj alatti taxonok leírását mellőzzük, azok megtalálhatók SOÓ REZSŐ Synopsis-ában (SOÓ, 1966).

A VIZSGÁLAT MÓDSZERE

A kutatás területe elsősorban a Kisalföld középső, Répce – Rábaköz menti populációra esett. A populációk kiválasztásának fő kritériuma a *Fraxinus angustifolia* subsp. *danubialis* magas előfordulási aránya, feltűnő változatossága volt. Ezeken a területeken random (véletlenszerűen) kiválasztott egyedekről vettünk mintát. Minden egyedről annyit, hogy később több kvantitatív tulajdonságukat tudjuk mérni. A kiválasztásban csak olyan egyedek vettek részt, amelyek termő korúak, s az állomány szélén helyezkednek el. Ebből sajnos elvi hibára is következtethetünk, hogy ki lettek zárva a vizsgálatból a juvenilis, valamint az állomány belsejében elhelyezkedő magasabb példányok. A mintavétel koncepciója valamennyi egyed esetében ugyanolyan volt. A minták begyűjtése augusztustól október elejéig tartott, amikor a virágzatok és termések teljesen kifejlett állapotban voltak. Több gyűjtési körzetet jelöltünk ki, a magyar kőris esetében elsősorban Csáfordjánosfa, Csánig, Dénesfa, Répcelak községhatárait (2. melléklet), de érkeztek minták a Szatmári-síkról is. Igyekeztünk kizárni az olyan faegyedeket, amelyek vélhetően mesterséges felújításból vagy erdősítésből származnak. Ez azért volt szempont, mert az ilyen egyedek származása nem bizonyított, ismerve a hazai helyzet nyomomonkövethetőségének hitelességét. A magas kőris esetében, feltételezve a szűkebb morfológiai változatosságát, kevesebb minta lett begyűjtve, kevesebb körzetből. Magas kőris mintát elsősorban a Szigetközből, Sopronból, Peresznyéről gyűjtöttünk, de kerültek a mintába parkból (Sopron), útszélekről (Iván) származó faegyedek termései is. A begyűjtött minták kaptak egy egyedi azonosítót, amely tartalmazza a gyűjtési körzet kódját, a minta sorszámát, s a fafaj kódját. Összesen 97 különböző egyedről gyűjtöttünk mintát (3. melléklet), 82 darab magyar kőrisről és 15 darab magas kőrisről. 970 darab termésnek mértük a hosszát és szélességét, összesen 23 tulajdonságot vizsgálva. Minden minta katalógizálva lett, a mért és származtatott, valamint a minőségi tulajdonságok összesítő táblázatba lettek foglalva.

A táblázat fejléce a következő adatokat tartalmazza:

- a faegyed sorszáma;
- a faegyed azonosítója;
- a fafaj neve;
- gyűjtés helye;
- gyűjtés ideje;

Mért adatok:

- a termés hossza (mm);
- a termés szélessége (mm);
- a mag hossza (mm);
- a mag szélessége (mm);
- a terméskocsány hossza (mm);
- a virágzat hossza (mm);
- a bibemaradvány hossza (mm);

Származtatott adatok:

- a termés hosszának és szélességének aránya, ezek átlaga;
- a termés hosszának átlaga;
- a termés szélességének átlaga;
- a mag hosszának és szélességének aránya, ezek átlaga;
- a mag hosszának átlaga;
- a mag szélességének átlaga;

Minőségi adatok:

- a termés alakja;
- a termés csúcsa;
- a termés csavarodottsága;
- a mag alakja;
- a mag aránya a terméshez képest;
- a mag csavarodottsága;
- a termés válla;
- a virágzat jellege;
- a virágzati főtengety struktúrája;
- a mellék tengelyek struktúrája.

A megjegyzés rovatban olyan kevésbé fontos információk kerültek, amelyek a későbbi feldolgozásban még számításba jöhetnek.

a) A mérés metodikája

Minden faegyedtől kiválasztottunk tíz-tíz darab, a minta sokaságára jellemző termést. Lehetőleg kettő-kettő darabot az egyes virágzatokról. A mérésből ki lettek zárva a rovarkárosított, rendellenesen fejlődött lependékek. Milliméter pontossággal meghatároztuk a termés és a mag hosszát, fél milliméter pontossággal a termés szélességét. Megállapítottuk a maximális hosszát, szélességét, számtani átlagát. Fontos itt megjegyezni, hogy a számtani átlag nem biztos, hogy szerepelt minden esetben a mért értékek közt, ez csak egy származtatott érték volt, de jól reprezentálja azt a tartományt, amik körül mozognak a szélsőértékek. A metrikus meghatározás után a morfológiai bélyegek meghatározása következett, ami magában rejti a szubjektivitás lehetőségét. Ha ezt szeretnénk elkerülni, léteznek erre alkalmas informatikai szoftverek (WinSeedle Régent Instrument Inc.), amelyek a termés hosszának bizonyos hányadában szögeket és szélességeket mérnek (JARNI et al., 2010), s nem olyan morfológiai bélyegekre hagyatkozik, mint a termés válla, csúcsa, stb. Sajnos ez a program a vizsgálat idejekor nem állt rendelkezésünkre.

b) A kiértékelés

A fajok leírását, osztályozását nagyban befolyásolja az elkülönítésükre használt határozóbélyegek minősége. A magyar kőris alakváltozatossága olyan széles intervallumban mozog, hogy azokat egy használható határozókulcsba beépíteni szinte lehetetlen. A határozókulcsok csupán általánosságokat tartalmaznak, amelyektől a valóságban sokféle eltérés lehetséges és elsősorban minőségi (kvalitatív) bélyegekre épülnek, s ezért szabad teret engednek az egyéni látásmódnak, szubjektív értékelésnek. Ezért szükségesnek találtatott a vizsgált határozóbélyegek mennyiségi (azaz kvantitatív, számokban is kifejezhető) bélyegekké történő helyettesítése, átalakítása. Ha nagyszámú határozóbélyeget vizsgálunk egyszerre és ezeket mért értékkel is kifejezhetjük, akkor lehetőséget kapunk arra, hogy sokváltozós statisztikai eljárásokkal, egzakt módon közelíthessük meg a problémát (BOROVICS, 1997, 1998). Az elemzéseket a SYN-TAX 2000 (PODANI, 2001) programcsomaggal 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). A minta kiválasztásának módját tekintve még egy fontos megkülönböztetést kell tennünk. Fentebb említettük, hogy a mintavételezésből kimaradtak a termést nem hozó 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, jól termő egyedeket preferáltuk a többivel szemben, vagyis a mintából levont következtetések nem általánosíthatók az alapsokaságra. Ez azonban elkerülhetetlen ebben az esetben, hiszen elsősorban termésmorfológiai megközelítésben próbáljuk megoldani a fennálló problémát.

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 *korrelációval* tudjuk kifejezni két objektum (tulajdonság vagy egyed) közti kölcsönös összefüggést, lineáris kapcsolat mértékét.

Az adattömeg kiértékelése során, célkitűzéseinknek megfelelően vizsgáltuk mind a metrikus (mennyiségi, kvantitatív, mérhető), mind a nem metrikus (minőségi, kvalitatív, nem mérhető) tulajdonságok közti kapcsolatokat. 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. 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. A későbbiekben az eredményeket a sorszámok alapján tudjuk kiértékelni.

A kiértékelésre két módszert alkalmaztunk:

- Hierarchikus osztályozást;
- Ordinációt.

1. Hierarchikus osztályozás

A hierarchikus osztályozás révén elénk tárulhatnak az egyes osztályok között fennálló kapcsolatok. A hierarchikus osztályozás többféleképpen illusztrálható, de a legáltalánosabb és legjobban interpretálható 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 dendrogramok kiértékelése több menetben történt, megnéztük a metrikus, a kvalitatív tulajdonságok közti összefüggéseket, valamint ugyanezen sémára épülve az egyes egyedek közti kapcsolatokat.

1. 1. Tulajdonságok közti összefüggések vizsgálata

A tulajdonságoknak két csoportját különítettük el, egy mennyiségi (kvantitatív), azaz milliméterben mérhető és egy minőségi (kvalitatív), azaz milliméterben nem kifejezhető csoportot. Ezeket külön értékeltük ki. 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, 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.

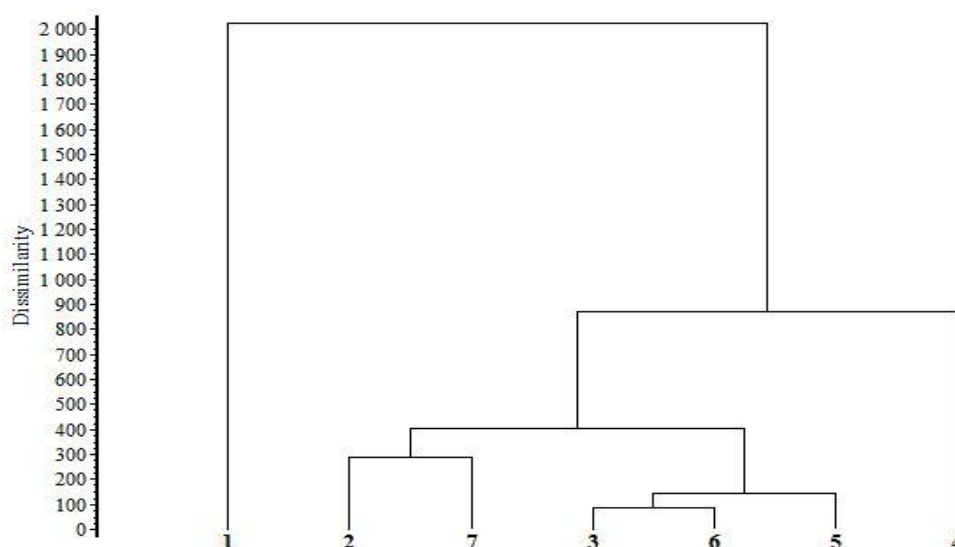
Az első két dendrogramban együtt szerepelnek a magyar köris és magas köris egyedek (4-5. ábra). Külön-külön is készítettünk dendrogramokat az összehasonlítás végett (6-9. ábrák, 5-6. melléklet).

1. 1. 1. Mennyiségi tulajdonságok közti összefüggések vizsgálata

A mennyiségi tulajdonságok közül az alábbiak közti kapcsolatokat vizsgáltuk:

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------|
| 1 – Termés hosszának átlaga; | 5 – Mag szélességének átlaga; |
| 2 – Termés szélességének átlaga; | 6 – Mag aránya; |
| 3 – Termés arányainak átlaga; | 7 – Terméskocsányok átlaga. |
| 4 – Mag hosszának átlaga; | |

A fenti felsorolásban láthatjuk, hogy csak az átlagok közti korrelációkat vizsgáltuk, de ezt csak az egyszerűbb áttekinthetőség miatt tettük.



4. ábra: A mennyiségi tulajdonságok csoportátlag analízise (UPGMA)

(1. Terméshossz átlaga, 2. Termés szélességének átlaga, 3. Termés arányainak átlaga, 4. Mag hosszának átlaga, 5. Mag szélességének átlaga, 6. Mag aránya, 7. Terméskocsányok átlaga)

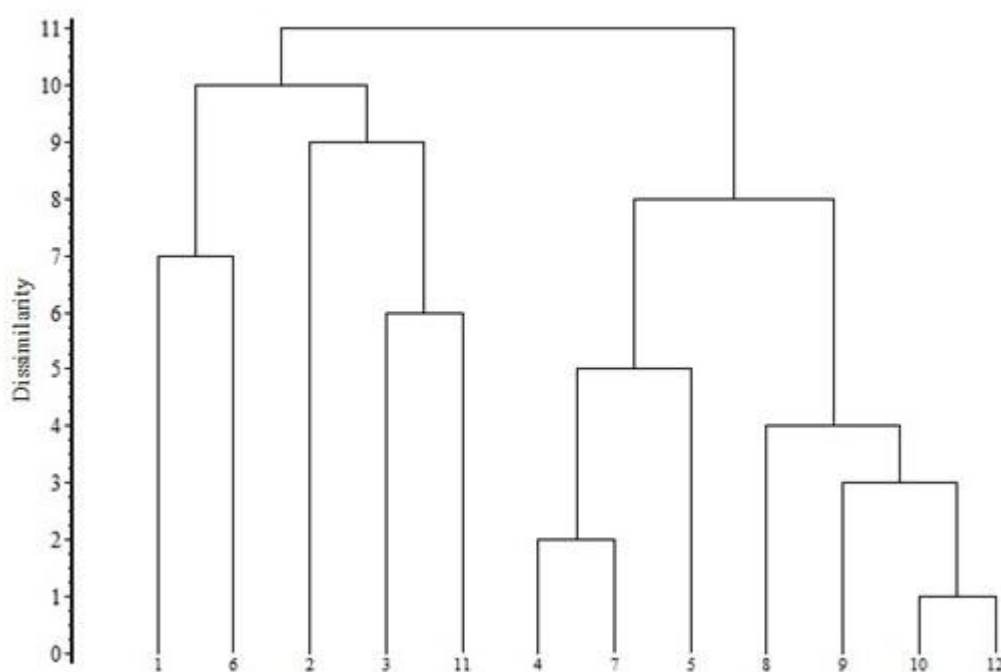
A **4. ábrán** bemutatott dendrogram a csak numerikus átlagok alapján, csoportátlag (UPGMA) eljárással készült. A módszer a két osztály távolságát az összes osztályközi, páronkénti távolság aritmetikai átlagával definiálja (PODANI, 1997).

Láthatjuk, hogy a legközelebbi kapcsolat a **3.** (*termés aránya*) és **6.** (*mag aránya*) tulajdonság közt van, míg a legfüggetlenebb tulajdonság a többtől az **1.** tulajdonság (*termés hossza*). Ez utóbbi tulajdonság leginkább a **4.** (*mag hosszával*) tulajdonsággal korrelál (**4. ábra**). (Megjegyzés: Ha jobban belegondolunk, ezek az eredmények logikusak, ezért úgy gondoljuk, hogy helytállóak.)

1. 1. 2. Minőségi tulajdonságok közti összefüggések vizsgálata

A nem metrikus tulajdonságokat a fenti csoportátlag (UPGMA) módszerrel nem tudjuk jellemezni, erre az úgynevezett Podani-féle diszkordancia (különbözőség) ad lehetőséget (emellett lehetőség van a Goodman – Kruskal lambda, ill. Kendall tau elemzésre is, de lényegében ugyanazt az eredményt adják). Evvel a módszerrel lehet az olyan ordinációs, nem mérhető tulajdonságok közti korrelációkat mérni, mint a termés alakja vagy csúcsa. A kiértékelés során felmerült az a kétség, miszerint a virágzat tulajdonságainak

elemzése nem biztos, hogy megengedett ebben az esetben. Elvégeztünk több lehetőséget, és arra a megállapításra jutottunk, ha a virágzat paramétereit kihagyjuk a feldolgozásból, a program nem különíti el a magas köris és a magyar köris csoportosulásokat. Ez vezetett minket ahhoz, hogy ezt a tulajdonságot is boncolgassuk.



5. ábra: A minőségi tulajdonságok Podani-féle diszkordancia analízise

(1. Termés alakja, 2. Termés csúcsa, 3. Bibemaradvány, 4. Csavarodottság, 5. Mag alakja, 6. Mag aránya a terméshez képest, 7. Mag csavarodottsága, 8. Termés válla, 9. Virágzat hossza, 10. Virágzat jellege, 11. Főtengely struktúrája, 12. Melléktengelyek struktúrája)

1 – Termés alakja;

2 – Termés csúcsa;

3 – Bibemaradvány;

4 – Csavarodottság;

5 – Mag alakja;

6 – Mag aránya a terméshez képest;

7 – Mag csavarodottsága;

8 – Termés válla;

9 – Virágzat hossza;

10 – Virágzat jellege;

11– Főtengely struktúrája;

12 – Melléktengelyek struktúrája.

Megjegyezendő azonban az, mivel ezek nem mérhető tulajdonságok, ahhoz, hogy a program értelmezni tudja, egy ordinális skálát kell létrehoznunk a tulajdonságokra. Ezen a skálának logikailag és racionálisan össze kell függniük, ha helytálló eredményt szeretnénk kapni (PODANI, 1997) (4. melléklet).

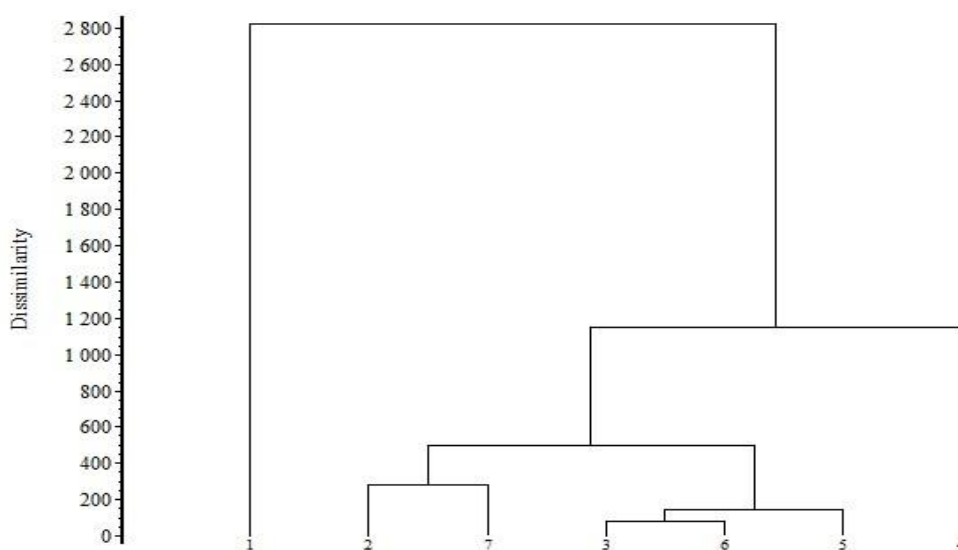
A virágzat jellege (fürt vagy buga, vagy ezek vegyesen) és a melléktengely struktúrája közt magától értetődő összefüggés van, hiszen a fürtnek nincs melléktengelye, a bugának van,

ezért itt ezt nem vehetjük figyelembe. Azonban megfigyeltük, hogy abban az esetben, ha olyan gyanús magyar kőris egyedeket találtunk, amelyeknek nem csupán fűrt virágzata, hanem emellett a bugához hasonló, de annál gyengébb felépítésű virágzata volt, a melléktengelyek minden esetben keresztben átellenesek, még akkor is, ha a virágzat főtengeleje hármaskörös állású volt. Ez a tulajdonság a magyar kőris hajtásrendszerében is nagyon gyakori jelenség (VÖRÖSS, 1982). A magas kőris esetében mind a virágzati főtengele, mind a virágzati melléktengely keresztben átellenes elágazású volt. Ezért gondoltuk fontosnak a tulajdonság vizsgálatát.

Az egyszerűsítés kedvéért a minőségi tulajdonságok közé soroltuk a virágzat hosszát, így csak a szélsőségeket határoztuk meg. Egy olyan háromtagú skálát állítottunk fel, amely a tömött, rövid (a virágzatok többsége körülbelül 4 cm alatti), a közepes hosszúságú (körülbelül 4-9 cm), és a hosszú, lazább (körülbelül 9 cm feletti) kategóriákat tartalmazza.

Az **5. ábra** eredményein láthatóak a csavarodottságok szoros összefüggése, ha a mag csavarodott, akkor a csavarodottság mértéke kihat a lependék csavarodottságára (**5. ábra**). (Megjegyzés: ahol a szárny nem csavarodott, hanem csak kanalasodott, akkor valószínűleg a mag sem csavarodott.)

Külön-külön vizsgálva a magyar kőris és magas kőris morfológiai jegyeit, a magyar kőris esetében ugyanazt az eredményt kaptuk, mint a **4. ábrán**, csak a függőleges tengelyen mérhető távolságok változtak (**6. ábra**). (Megjegyzés: Ez annak is betudható, hogy a magyar kőris minta többségben volt a magas kőrissel szemben.)



6. ábra: Magyar kőris mennyiségi tulajdonságainak csoportátlag analízise (UPGMA)

(1. Terméshossz átlaga, 2. Termés szélességének átlaga, 3. Termés arányainak átlaga, 4. Mag hosszának átlaga, 5. Mag szélességének átlaga, 6. Mag aránya, 7. Terméskocsányok átlaga)

A magas kőris esetében sem lényegesen eltérőek ezek az eredmények (7. ábra).

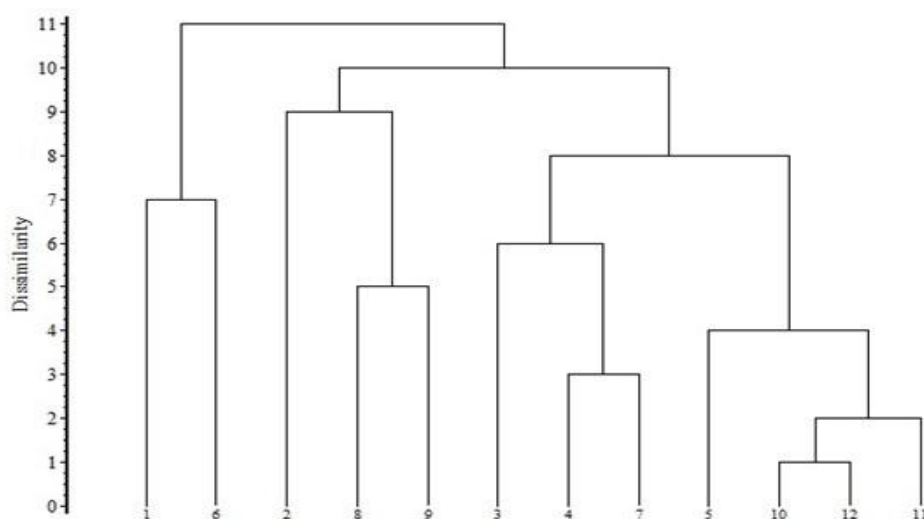
A legközelebbi korreláció a termés aránya (3. tulajdonság), a mag szélessége (5. tulajdonság) és a mag aránya (6. tulajdonság) közt fedezhető fel.



7. ábra: Magas kőris mennyiségi tulajdonságainak csoportátlag analízise (UPGMA)

(1. Terméshossz átlaga, 2. Termés szélességének átlaga, 3. Termés arányainak átlaga, 4. Mag hosszának átlaga, 5. Mag szélességének átlaga, 6. Mag aránya, 7. Terméskocsányok átlaga)

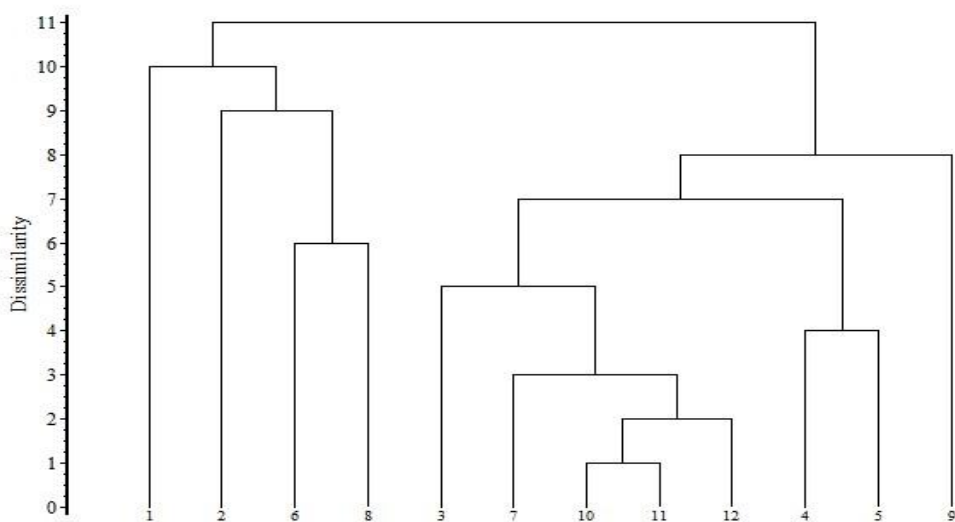
A minőségi tulajdonságokban sem kapunk túlságosan eltérő eredményeket (8. és 9. ábra), ha külön-külön vizsgáljuk a magyar kőris és a magas kőris esetében (vö. 5. ábra).



8. ábra: Magyar kőris minőségi tulajdonságainak Podani-féle diszkordancia analízise

(1. Termés alakja, 2. Termés csúcsa, 3. Bibemarádvány, 4. Csavarodottság, 5. Mag alakja, 6. Mag aránya a terméshez képest, 7. Mag csavarodottsága, 8. Termés válla, 9. Virágzat hossza, 10. Virágzat jellege, 11. Főtengely struktúrája, 12. Melléktengelyek struktúrája)

A magas kőrisnél a legmeghatározóbb korreláció szintű a virágzat felépítésében kereshető [10. tulajdonság (virágzat jellege), 11. tulajdonság (főtengely struktúrája), 12 tulajdonság (melléktengelyek struktúrája)] (9. ábra).



9. ábra: Magas kőris minőségi tulajdonságainak Podani-féle diszkordancia analízise

(1. Termés alakja, 2. Termés csúcsa, 3. Bibemarádvány, 4. Csavarodottság, 5. Mag alakja, 6. Mag aránya a terméshez képest, 7. Mag csavarodottsága, 8. Termés válla, 9. Virágzat hossza, 10. Virágzat jellege, 11. Főtengely struktúrája, 12. Melléktengelyek struktúrája)

1. 2. Az egyedek közti kapcsolatok vizsgálata

A fenti módszerekkel az egyedek közti kapcsolatok rendszerét is feltárhatjuk, s csoportokat állíthatunk fel.

1. 2. 1. Az egyedek korrelációi a mennyiségi paraméterek alapján

A **10. ábrán** tanulmányozható dendrogram a két faj elkülönülését nem illusztrálja, ebből az vonható le, hogy a két faj termésének mennyiségi, azaz mérhető tulajdonságai nem fajspecifikusak, tehát nem bírnak határozó jelleggel. Ugyan kialakultak jól elkülönülő, határozott csoportok, de ezekben a magyar kőris és magas kőris minták keveredve fordulnak elő. A vizsgálatot a csoportátlag analízissel (UPGMA) végeztük (10. ábra).

1. 2. 2. Az egyedek korrelációi a minőségi paraméterek alapján

A 11. ábrán látható dendrogramon jól látható a két faj különválása, a legfelső, jobb szélső elágazás (piros vonaltól jobbra) tartalmazza a magas kőris egyedeket, illetve az olyan hibrid gyanús egyedeket, amelyek inkább a magas kőrishez húznak a termésmorfológia alapján.

(Megjegyzés: E vizsgálat csak a generatív szervekre terjedt ki, jól lehet ezek a feltételezhetően hibrid eredetű példányok vegetatív szerveikben a magyar kőrisre hasonlítaniak.)

Ilyen hibridgyanús egyedek, amelyek a magas kőrishez húznak:

- 16- os (CSFJ/16./M?)
- 26- os (CS/02./M?)
- 32-es (CS/08./M?)
- 55-ös (DF/11./M?)
- 62- es (RL/05./M?)

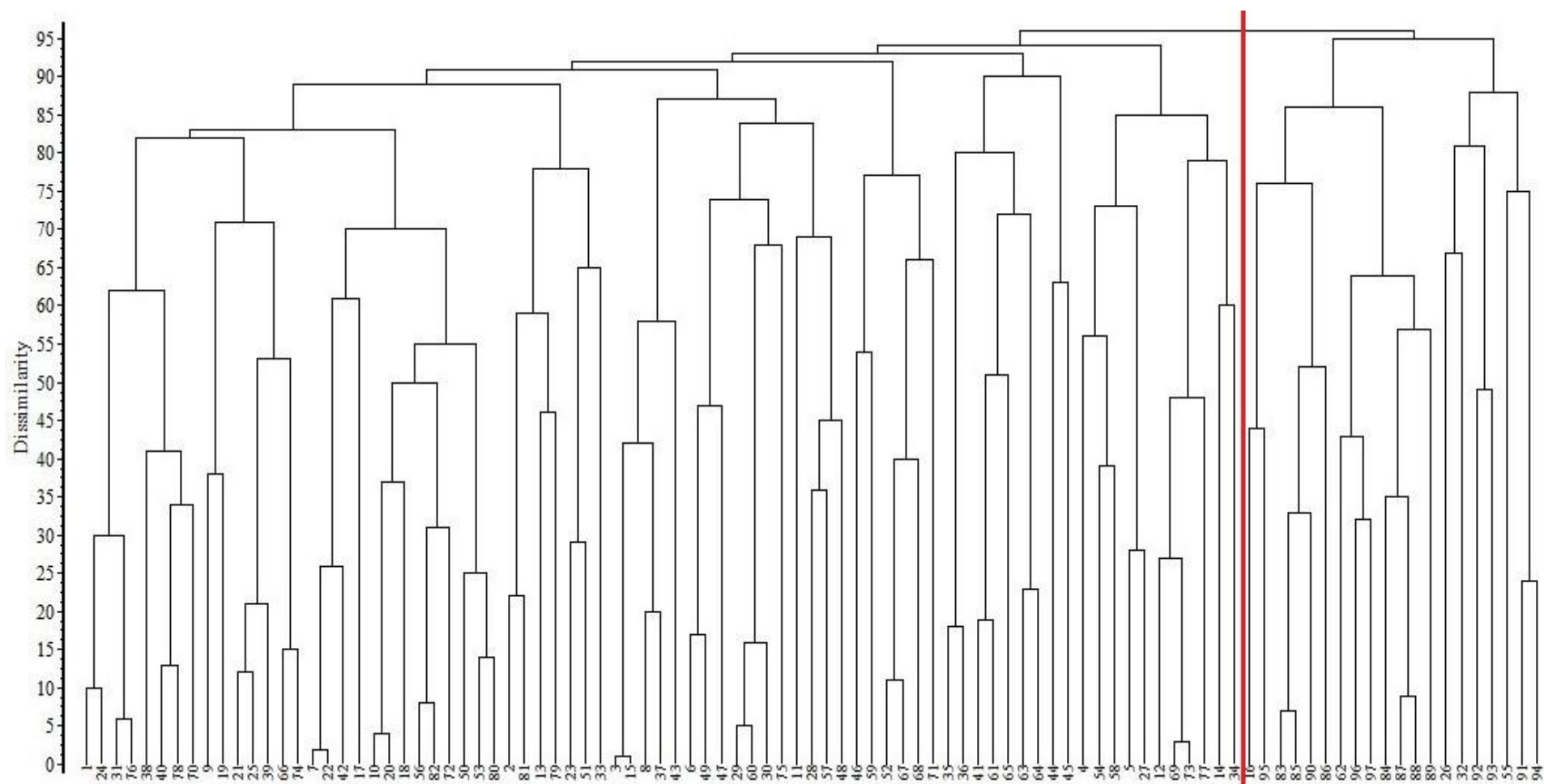
A további hibrideknek feltételezett egyedek listája, amit a program a magyar kőrisekhez osztott be:

- | | |
|---------------------|---------------------|
| – 33-as (CS/09./M?) | – 61-es (RL/04./M?) |
| – 34-es (CS/10./M?) | – 63-as (RL/05./M?) |
| – 35-ös (CS/11./M?) | – 64-es (RL/06./M?) |
| – 36-os (CS/12./M?) | – 65-ös (RL/07./M?) |

(Kérdőjelet azért tettünk a hibridgyanús egyedek azonosító számába, mert még nem állnak olyan információk a birtokunkban, amivel hitelesen igazolni tudjuk, melyik fajhoz tartoznak a kérdéses egyedek.)

Egyes egyedek közt nagyon szoros összefüggés látszik. Ezek a valóságban is ellenőrizve helytállónak találtatottak. Mivel ezek az elemzések csak a minőségi paraméterekre terjedtek ki, méretbeli különbségek előfordulhatnak, de kizárt az olyan eset, hogy például egy kicsípett csúcsú egyed a hegyes csúcsúval tenne közelrokonná (11. ábra).

Az elemzéseket elvégeztük külön a magyar kőrisre, külön a magas kőrisre is, ahol ugyancsak jól láthatóan elkülönültek az egyes csoportok. Ezek a csoportok szemléltethetik a különböző faj alatti egységeket. Különösebben lényeges információt nem mutatnak, ezért a mellékletek közé helyeztük a dendrogramjaikat (5-6. melléklet).



11. ábra: A vizsgált egyedek közti minőségi paraméterek szerinti kapcsolatrendszer (Podani-féle diszkordancia)

(Az egyes számok a különböző egyedek sorszámát jelölik. A piros elválasztó vonaltól jobbra találhatók a magas kőrös, és olyan hibrid gyanús egyedek, amelyek termésmorfológiájukban a magas kőrösre emlékeztetnek. A sorszámokhoz tartozó egyedek jegyzéke a 3. mellékletben található.)

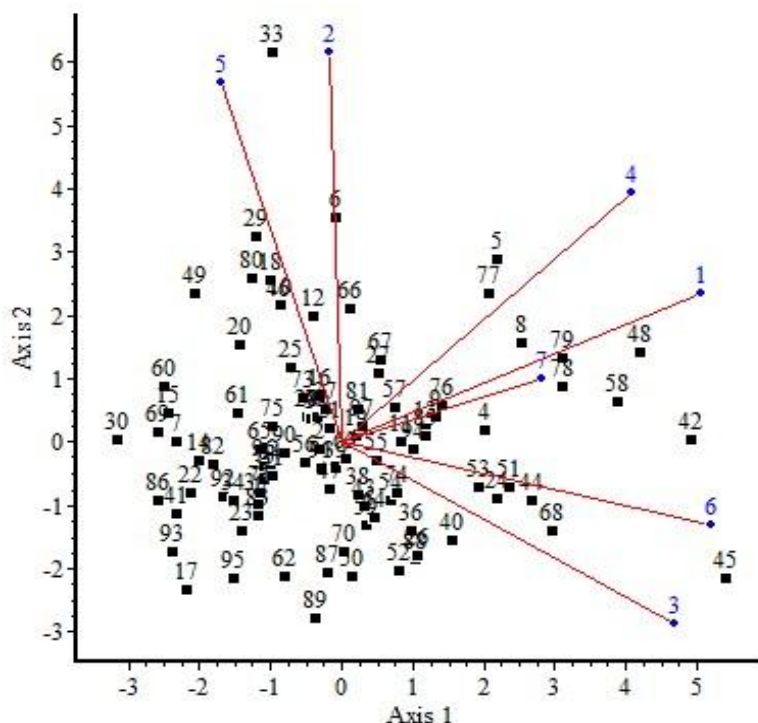
2. Ordináció

Az ordinációban a változók, mint dimenziók alkotta térben az objektumokat pontok képviselik (PODANI, 1997).

2. 1. A tulajdonságok főkomponens analízise

A főkomponens analízis (*principal components analysis*, PCA) segítségével is vizsgálhatjuk az egyes tulajdonságok közti összefüggéseket. Ahhoz, hogy a változókat és az objektumokat együtt ábrázolhassuk és a lényeges információkat egy diagramba sűrítsük, a kettős szórásdiagramot, 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.)

2. 1. 1. Mennyiségi tulajdonságok közti összefüggések vizsgálata



12. ábra: A mennyiségi tulajdonságok főkomponens analízise (PCA)

(1. Terméshossz átlaga, 2. Termés szélességének átlaga, 3. Termés arányainak átlaga, 4. Mag hosszának átlaga, 5. Mag szélességének átlaga, 6. Mag aránya, 7. Terméskocsányok átlaga)
(A sorszámokhoz tartozó egyedek jegyzéke a 3. mellékletben található.)

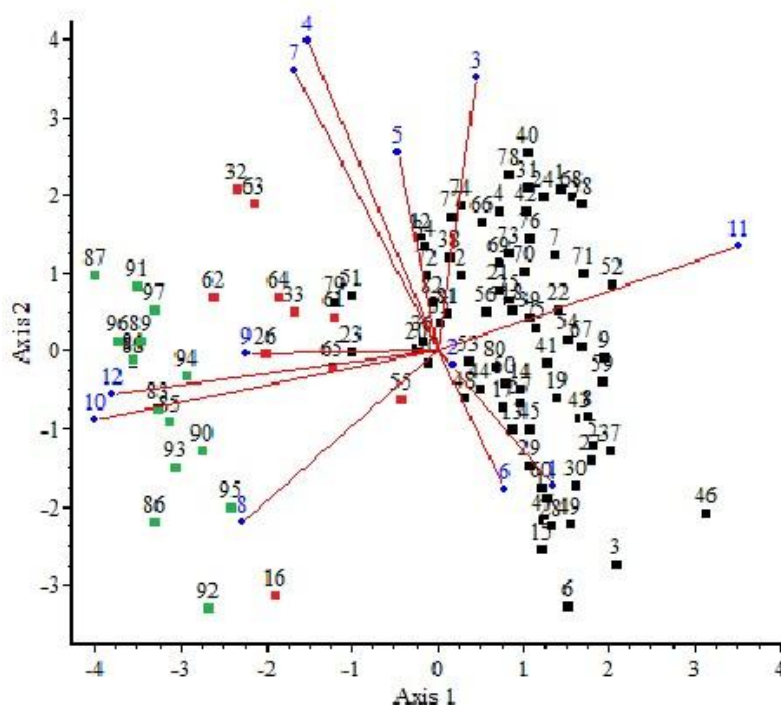
A jobb áttekinthetőség végett a mennyiségi tulajdonságokat újból felsoroljuk:

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------|
| 1 – Terméshossz átlaga; | 5 – Mag szélességének átlaga; |
| 2 – Termés szélességének átlaga; | 6 – Mag aránya; |
| 3 – Termés arányainak átlaga; | 7 – Terméskocsányok átlaga. |
| 4 – Mag hosszának átlaga; | |

A mennyiségi változók főkomponens analízise során (PCA, *euklideszi biplot*) eltérő korrelációs viszonyokat vélhetünk felfedezni a hierarchikus klasszifikáció eredményeitől. Ha visszatekintünk a 4. ábrához, feltűnik az 1. tulajdonság (terméshossz átlaga) függetlensége. Ebben az esetben azonban a többivel viszonylag egyformán korrelál. Igaz azonban az, hogy a 3. (termés arányai) és a 6. (mag arányai) tulajdonság továbbra is szorosan összefügg (12. ábra) (vö. 4. ábra, 16. o.).

2. 1. 2. Minőségi tulajdonságok közti összefüggések vizsgálata

Az áttekinthetőség érdekében különböző színekkel is megjelöltük a vizsgált objektumokat, zöld színnel a magas kőrís, fekete színnel a magyar kőrís egyedeket, piros színnel pedig az átmeneti alakokat.



13. ábra: A minőségi bélyegek főkomponens analízise (PCA)

(1. Termés alakja, 2. Termés csúcsa, 3. Bibemarádvány, 4. Csavarodottság, 5. Mag alakja, 6. Mag aránya a terméshez képest, 7. Mag csavarodottsága, 8. Termés válla, 9. Virágzat hossza, 10. Virágzat jellege, 11. Főtengely struktúrája, 12. Melléktengelyek struktúrája)
(A pontok az egyedeket jelölik, a zöld színű a magas kőríst, fekete a magyar kőríst, piros a hibrid gyanús egyedeket. A sorszámokhoz tartozó egyedek jegyzéke a 3. mellékletben található.)

A jobb áttekinthetőség végett a minőségi tulajdonságokat újból felsoroljuk:

1 – Termés alakja;	7 – Mag csavarodottsága;
2 – Termés csúcsa;	8 – Termés válla;
3 – Bibemaradvány;	9 – Virágzat hossza;
4 – Csavarodottság;	10 – Virágzat jellege;
5 – Mag alakja;	11 – Főtengely struktúrája;
6 – Mag aránya a terméshez képest;	12 – Melléktengelyek struktúrája.

A főkomponens analízis (PCA, *euklideszi biplot*) alátámasztja a korábbi megállapítást, miszerint a legjobban korreláló minőségi tulajdonságok a termés csavarodottsága (4. tulajdonság) és a mag csavarodottsága (7. tulajdonság) közt, illetve a virágzat jellege (10. tulajdonság) és a melléktengelyek struktúrája (12. tulajdonság) közt van (13. ábra). Ha ezeket összehasonlítjuk az 5. ábrával, a dendrogram hasonló eredményeket mutat (vö. 5. ábra, 17. o.).

Megfigyelhető azonban az, hogy a magyar köris, magas köris és a nem egyértelmű identitású egyedek (az esetleges hibridek) külön válnak, ami az előző mennyiségi főkomponens analízis során nem valósult meg. Ez is bizonyítja, hogy a csupán mennyiségi tulajdonságok nem megfelelőek a két faj különválasztásához. E vizsgálat lehetőségének helyességét még bíráljuk. A PCA módszer alkalmazása a minőségi tulajdonságok esetében még csak kísérleti jelleggel folyt, s bizonyos kérdések megválaszolása még várattat magára.

Ennek ellenére elvégeztünk egy olyan csökkentett ordinációs főkomponens analízist is, amelyben nem szerepeltettük a virágzat kvalitatív (minőségi) tulajdonságait, hanem csak az első kilencet, a 10. (virágzat jellege), 11. (főtengely struktúrája), 12. (melléktengely struktúrája) tulajdonság nélkül. Ebben az esetben a csoportok nem váltak szét egyértelműen (7. melléklet).

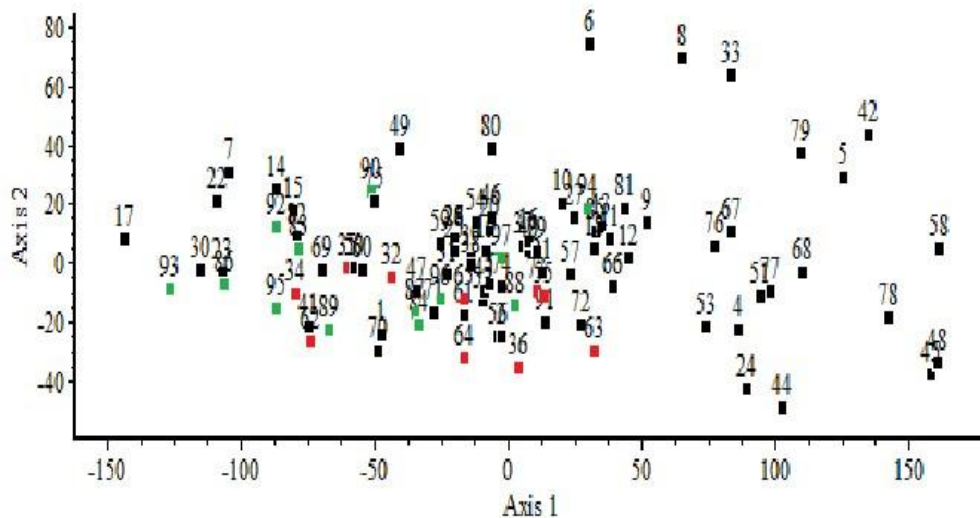
2. 2. Az egyedek ordinációs analízise

Az ordináció lehetőséget nyújt számunkra az egyedek közti csoportosulások kimutatására is. Ha külön vizsgáljuk a mennyiségi és a minőségi tulajdonságokat, valamint ezeket vegyesen, eltérő eredményeket kaphatunk.

2. 2. 1. Mennyiségi tulajdonságok alapján végzett ordináció

A mennyiségi vizsgálatoknál a metrikus többdimenziós skálázást (*főkoordináta analízis, principal coordinates analysis, PCoA*) alkalmaztuk, mivel ez alkalmas a metrikus értékek feldolgozására.

A jobb áttekinthetőség végett fekete színnel jelöltük a magyar kőris, zöld színnel a magas kőris, és piros színnel a feltételezett hibrid egyedeket. Az ábrán nem különülnek el a fajok, tehát itt is megállapíthatjuk a mennyiségi értékek elégtelenségét a meghatározáshoz (14. ábra).



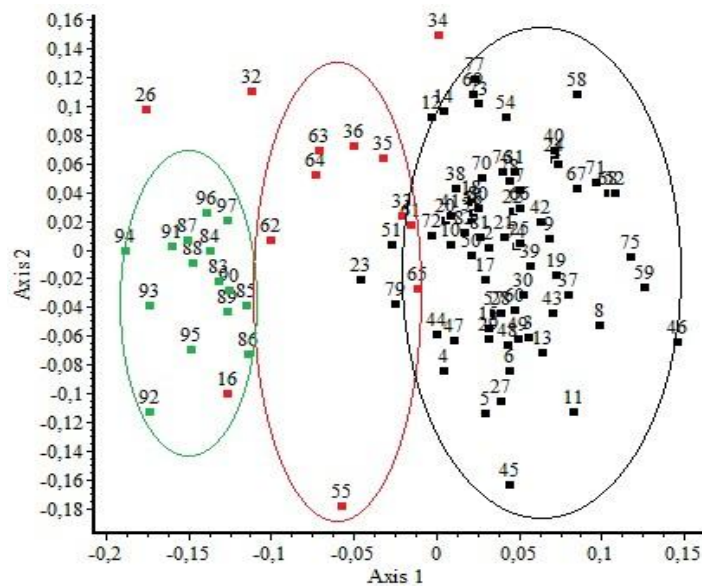
14. ábra: Ordináció a mennyiségi tulajdonságok alapján (PCoA)

(A pontok az egyedeket jelölik, a zöld színű a magas kőrist, fekete a magyar kőrist, piros a hibrid gyanús egyedeket. A sorszámokhoz tartozó egyedek jegyzéke a 3. mellékletben található.)

2. 2. 2. Minőségi tulajdonságok alapján végzett ordináció

A vizsgálatokat a nem-metrikus többdimenziós skálázás (*non-metric multidimensional scaling, NMDS*) segítségével végeztük. A minőségi tulajdonságok ordinációja jól szemlélteti az egyes csoportok különválását, ezt szemléltettük az egyes csoportok különböző színnel való jelölésével és bekarikázásával is. A bal szélső fekete csoport a tisztán magyar kőris, a középső piros csoport az átmeneti alakok, a jobb szélső zöld csoport a tisztán magas kőris egyedeket tartalmazza (15. ábra).

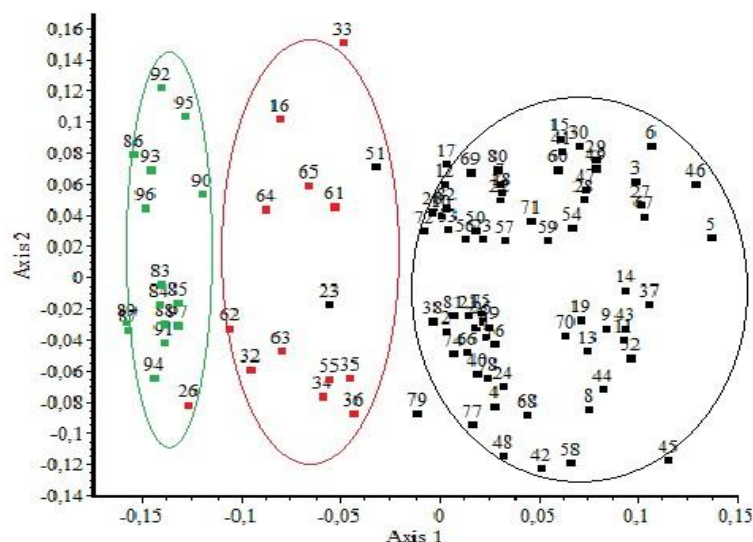
Ebben a vizsgálatban szerepeltek az olyan ordinális értékek, mint a virágzat jellege, elágazásainak struktúrája. Ha ezeket eltávolítjuk, nem kapjuk meg ezt az elkülönülést (vö. 8. melléklet).



15. ábra: Ordináció a minőségi tulajdonságok alapján (NMDS)

(A pontok az egyedeket jelölik, zöld színű a magas kőrist, fekete a magyar kőrist, piros a hibrid gyanús egyedeket. A sorszámkokhoz tartozó egyedek jegyzéke a 3. mellékletben található.)

Elvégeztünk egy olyan vizsgálatot is, amelyben a mennyiségi és minőségi változók együtt szerepelhetnek. Ebben az esetben is a csoportok nagyon szépen különválnak, s az egyes egyedek közelebb kerülnek egymáshoz (16. ábra). Megjegyezendő azonban az, hogy ez a módszer nem biztos, hogy alkalmazható ilyen esetben, amikor vegyesen fordulnak elő a nem metrikus és metrikus adatok, de a fenti eredmények megalapozására alkalmas. Ezeket az értékeléseket csak kísérleti jelleggel végeztük el.



16. ábra: Ordináció a mennyiségi és minőségi tulajdonságok alapján (NMDS)

(A pontok az egyedeket jelölik, zöld színű a magas kőrist, fekete a magyar kőrist, piros a hibrid gyanús egyedeket. A sorszámkokhoz tartozó egyedek jegyzéke a 3. mellékletben található.)

EREDMÉNYEK

A vizsgálati eredmények kiértékelése során sorba vettünk több olyan lehetséges módszert, amely feltárhatja nekünk a generatív szervek morfológiai összefüggését. 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. Megvizsgáltuk a mennyiségi tulajdonságokat, a minőségi tulajdonságokat, és a kettőt összevontan is elemeztük. A kapott diagramok alapján alátámaszthattuk azt a korábbi megállapítást, amelyben a két faj elkülönítésének lehetősége a generatív szervekben, és a virágzat felépítésében rejlik.

A hierarchikus osztályozás dendrogramjaival szemléltethetőek a morfológiai bélyegek közti lineáris kapcsolatok, azaz melyik tulajdonság független a többitől, és fordítva. Bebizonyosodott, hogy a termés metrikusan kifejezhető paraméterei közt kevésbé szoros összefüggés fedezhető fel, azonban a belőlük származtatott arányok már megfelelően korrelálnak. Ez azonban kevés ahhoz, hogy megállapíthassuk a vizsgált egyed melyik fajhoz tartozik a termések széles morfológiai változatossága miatt, de az egyes faj alatti egységek meghatározásához már adhat némi segítséget. A minőségi paraméterek jobb támpontot nyújtanak a meghatározásban, ha abban szerepelnek a virágzat bélyegei. Ha minőségi tulajdonságok alapján az egyedek szintjén vizsgáljuk a kapcsolatokat, a két faj szépen különválik és meghatározhatunk egy magyar kőris és egy magas kőris ágat. Ezek közt olyan átmeneti jellegű egyedek is előfordultak, amelyeket a függvény besorolt a többi magyar, illetve magas kőris osztályba (4-11. ábrák).

Az ordinációs analízis segítségével is vizsgálhatjuk az egyes tulajdonságok és egyedek közti kapcsolatokat. A főkomponens elemzés (*standardizált PCA*) segítségével a tulajdonságok közti lineáris összefüggéseket úgy is tanulmányozhattuk, hogy látszódtak az egyes egyedek közti korrelációk, amelyek a csoportosulásokban nyilvánultak meg. Az ordinációban, a megfelelő minőségi és mennyiségi paraméterek felhasználásával kialakult a tisztán magas kőris, tisztán magyar kőris és a kettő közti átmeneti egyedek csoportosulása (12-16. ábrák).

A vizsgálandó anyag begyűjtése során 13 egyednél feltűnt az a tulajdonság, hogy az egyszerű fürtvirágzat mellett megjelennek olyan buga-szerű virágzatok is, amelyek a magas kőris virágzatára hasonlítanak (17. ábra). Ha ezeket 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 főtengelyen 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. Ha ezek az állítások helytállóak, akkor ezek segíthetnek a magas kőris (*Fraxinus excelsior* L.) és a magyar kőris (*Fraxinus angustifolia* VAHL subsp. *danubialis* POUZAR) közötti hibridek vizsgálatában. Érdekes ez a jelenség, hogy két eltérő felépítésű virágzat jelenik meg ugyanazon az egyeden (18. ábra). Ezek a tavaszi virágzási időben további vizsgálatokat igényelnek, hogy eldönthessük, a virágzatok tényleg vegyesen fordulnak-e elő, ami a hibrid eredetet feltételezheti, vagy egy genetikai mutálódásról van szó, esetleg a mellék virágzati tengelyek abortálódása történik-e meg a vegetációs idő folyamán, s ezért látjuk fürtnek valamelyik virágzatot. Érdekes módon ezen egyedek vegetatív szerveikben leginkább a magyar kőrishez hasonlítanak, csak egyetlen olyan egyedet találtunk, amelyik levelei alapján (*széles levéllemez, sűrűn fogazott levélszél*) inkább a magas kőrisre, kérge, rügy színe, lombzat őszi sárgulása alapján pedig a magyar kőrisre emlékeztet (19. ábra). A felmerült problémára a legmegbízhatóbb eredményt a genetikai markerek vizsgálata adhatja. Ezek az egyedek a legtöbb esetben messziről feltűnő, dús, bőven termő virágzatokat hoztak (9. melléklet).



17. ábra: A kérdéses példányok egyikének „bugája” (Fénykép: Silnicki Á.)



18. ábra: Ugyanazon náduszon fürt- (alsó) és bugavirágzat (felső) (Fénykép: Silnicki Á.)

A magyar kőris változatainak szétválasztására azért sem vállalkoztunk (*s bár tehettük volna, hiszen ez a termés morfológiájához kötött*), mert ezek a faj alatti taxonok egymással is kereszteződhetnek, s olyan átmeneti alakok létrehozását eredményezik, melyeknek elválasztása bonyolult és időigényes, s talán hagyományos morfológiai módszerekkel nem is lehetséges.

Fafajonként meghatározhatóak azok az intervallumok, amelyekben a mennyiségi paraméterek mozognak (2. táblázat).

Mennyiségi tulajdonságok	T H (mm)	T SZ (mm)	T H/T SZ aránya	M H (mm)	M SZ (mm)	T H/T SZ aránya	TK H (mm)
Magyar kőris	24-58 (40)	6-14 (9)	2,7-9,2 (4,5)	12-29 (19)	3-7 (5)	2,8-6,7 (4,1)	5-16 (10)
Magas kőris	24-42 (37)	6-11 (8)	3,2-6,2 (4,5)	13-22 (17)	3-5 (4)	3,1-4,7 (3,9)	7-12 (9)
Gyanús egyedek	27-50 (35)	6-13 (8)	3,5-6,5 (4,5)	13-27 (17)	4-10 (5)	2,7-4,9 (3,7)	8-15 (11)

2. táblázat: A mennyiségi tulajdonságok összesítése. (A zárójelbe tett számok a számtani átlagokat jelölik.) (Saját mérések alapján)

Jelmagyarázat:

- **T H:** Termés hossza
- **T SZ:** Termés szélessége
- **T H/T SZ aránya:** A termés hosszának és szélességének aránya
- **M H:** Mag hossza
- **M SZ:** Mag szélessége
- **M H/M SZ aránya:** A mag hosszának és szélességének aránya
- **TK H:** A terméskocsány hossza

A fontosabb minőségi tulajdonságokra is készítettünk kimutatásokat, amelyek szemléltetik a különböző morfológiai bélyegek előfordulási gyakoriságait. A magyar kőris esetében a virágzati főtengelyen lévő terméskocsányok 86%-ban voltak 3-as örvös elágazásúak, 14%-ban pedig a 3-as örvös állás mellett keresztben átellenesek. Érdekességgé megjegyezhetjük, hogy ez a jelenség a magyar kőris architektúrális felépítésében is meghatározó, vagyis a háromtagú váltakozó örvös állás (*folia tristachia*) és a keresztben átellenes levélállás együtt fordul elő. Olyan egyedet nem találtunk, amelyben a virágzatban kizárólag keresztben átellenes állású volt. A termés alakja a leggyakrabban a felső harmadban volt a legszélesebb (49%), középen 44%, az alsó harmadban 2%, és 5%-nyi esetben voltak a termés oldalai közel párhuzamosak. Elmondhatjuk azt is, hogy mindkét faj esetében a termés csúcsának kicsípettsége a legjellemzőbb. A magas kőris termésének válla általában lekerekített, esetleg tompa, nem találtunk ezekről eltérő egyedeket. A magyar kőris esetében az ékvállú és lekerekített vállú termések közel azonos arányban találhatók. A magyar kőrisnél a mag legtöbb esetben körülbelül a teljes termés felét teszi ki (10-13. melléklet). A felsorolást még hosszasan folytathatnánk, hiszen a variációk lehetősége szinte kimeríthetetlen. Az azonban bizonyos, hogy a két faj hatékony elkülönítésében csupán a termések ismerete nem vezethet kielégítő eredményhez.



19. ábra: Hibridgyanús egyed, melynek vegetatív szerveinek morfológiája a magyar kőrisre, generatív szerveinek architektúrája a magas kőrisre utalnak (Fénykép: Silnicki Á.)

KÖVETKEZTETÉSEK

Amint azt a fenti eredmények is igazolják, ahhoz, hogy a két kérdéses dendrotaxont hitelt érdemlően elkülöníthessük, feltétlenül szükséges a generatív szervek felépítésének ismerete. Nem elégedhetünk meg a termések morfometriai eredményeivel, további kvalitatív bélyegeket is kell vizsgálnunk. Mivel e tanulmány nem terjedt ki a vegetatív szervek morfológiai kapcsolatrendszerére, önmagában még nem jelent megoldást a két faj és az általuk alkotta hibridek meghatározásához. Olyan kijelentést sem tehetünk, s csak néhány esetet említsünk a sok közül, hogy például biztosan magyar kőris az az egyed, amelyiknek kicsipett, csavarodott, közepén a legszélesebb a termése, s a termés válla ék alakú, valamint a mag a termés hosszának a felét teszi ki. Jól lehet, az egyszerűbb statisztikai módszerekkel meghatározható, hogy néhány fontosabb tulajdonság milyen gyakorisággal fordul elő a kérdéses taxonoknál. A mennyiségi paraméterek szélsőértékeit és átlagait egy összesítő táblázatba gyűjtöttük (2. táblázat).

A magyar kőris legmeghatározóbb morfológiai tulajdonságait összehasonlításképpen diagramokba gyűjtöttük, és azokat a mellékletek közt a rendelkezésre bocsátjuk (10-13. mellékletek).

A vizsgálatsorozat eredményeinek a botanikai, erdészeti gyakorlatba történő bevezetéséhez még szükségesek a vegetatív szervek hasonló koncepcióra épülő tanulmányozása. Ezen értekezés a magas kőris és a magyar kőris alkotta hibridek taxonómiai vizsgálatainak első eredményeit foglalja magába.

A dolgozatban már említett, a magyar kőristől eltérő, szokatlan felépítésű és megjelenésű virágzatok sok kérdést, s esetleges következményeket vonhatnak maguk után. Lehetséges, hogy ezek a *Fraxinus* nemzetségen belüli hibridek vizsgálatainak egy-egy mérföldkövei, de az is előfordulhat, hogy egy olyan dendrológiai érdekességről van szó, ami alapjaiban mozgathatja meg az eddig összeállt, s amúgy sem egységes *Fraxinus* nemzetség hazai taxonómiáját.

ÖSSZEFOGLALÁS

Ebben a tanulmányban a *Fraxinus* nemzetség két hazai képviselőjének generatív szerveit vizsgálja a szerző. A dolgozat első részében felvázolja a magas kőris (*Fraxinus excelsior* L.) és a magyar kőris (*Fraxinus angustifolia* VAHL subsp. *danubialis* POUZAR) elkülönítésének problémáit, rövid áttekintést nyújt a szóban forgó dendrotaxonok rendszertanáról, és ennek segítségével rámutat a virágzat ismeretének fontosságára. 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. A begyűjtött minta kiértékelését többváltozós statisztikai módszerekkel végezte, külön figyelmet fordítva a mennyiségi és minőségi bélyegek elkülönítésére. A feldolgozás során a hierarchikus klasszifikációt, a főkomponens analízist (PCA), a főkoordináta analízist (PCoA) és a nem metrikus többdimenziós skálázást (NMDS) alkalmazta, melyekkel szemléltette a morfológiai bélyegek, valamint az egyedek kapcsolatrendszerét. Az eredmények segítségével felhívja a figyelmet a virágzat felépítésének döntő jelentőségére. Kiemel olyan egyedeket, amelyeknek a virágzata nem a fajra jellemző felépítéssel bír, s evvel utat nyit egy újabb vizsgálatsorozat lehetőségének.

Kulcsszavak: *Fraxinus excelsior*, *Fraxinus angustifolia* subsp. *danubialis*, bugavirágzat, fűrtvirágzat, többváltozós statisztikai adatfeldolgozás, korreláció, hibridizáció

SUMMARY

The author examines the generative organs of two representatives of the *Fraxinus* genus in this paper. He draws up an outline for the problems of distinction between European ash (*Fraxinus excelsior* L.) and Hungarian ash (*Fraxinus angustifolia* VAHL subsp. *danubialis* POUZAR), does a short review about the taxonomy of this tree species and with help of this shows on the importance of the knowledge of inflorescences in the first part of paper. He lists up the identification tags of this two tree species in a reviewing table and evaluates these according to their usefulness. Mostly populations from Rábaköz – Répce-sík area have been included in the examination. The analysis of collected sample have been made with multivariate statistical methods and with particularly attention at the distinction of qualitative and quantitative features. Hierarchical clustering, Principal Component Analysis (PCA), Principal Coordinates Analysis (PCoA) and Non-metric Multidimensional Scaling (NMDS) have been applied to the statement of relationship between morphological features and between individual trees. The author draws attention with the results at the high significance of inflorescences structure. So individual trees have been separated of which inflorescences isn't characteristic at the species so the possibility of a new examination series have been opened.

Keywords: *Fraxinus excelsior*, *Fraxinus angustifolia* subsp. *danubialis*, panicle, raceme, multivariate statistical data analysis, correlation, hybridization

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetemet szeretném kifejezni mindazoknak, akik segítségükkel hozzájárultak a dolgozat megszületéséhez. Köszönet illeti Kovács Miklóst és Sporčič Deant az idegen nyelvű szakirodalmak fordításáért és Horváth Tímeát a szakirodalmi forrásanyagok felkutatásáért, továbbá Tiborcz Viktort a térinformatikai eszközök használatának elsajátításáért nyújtott segítségéért. 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 Kisalföldi Erdőgazdaság Zrt. munkatársainak a vizsgálati anyag bővítésében nyújtott segítségükért.

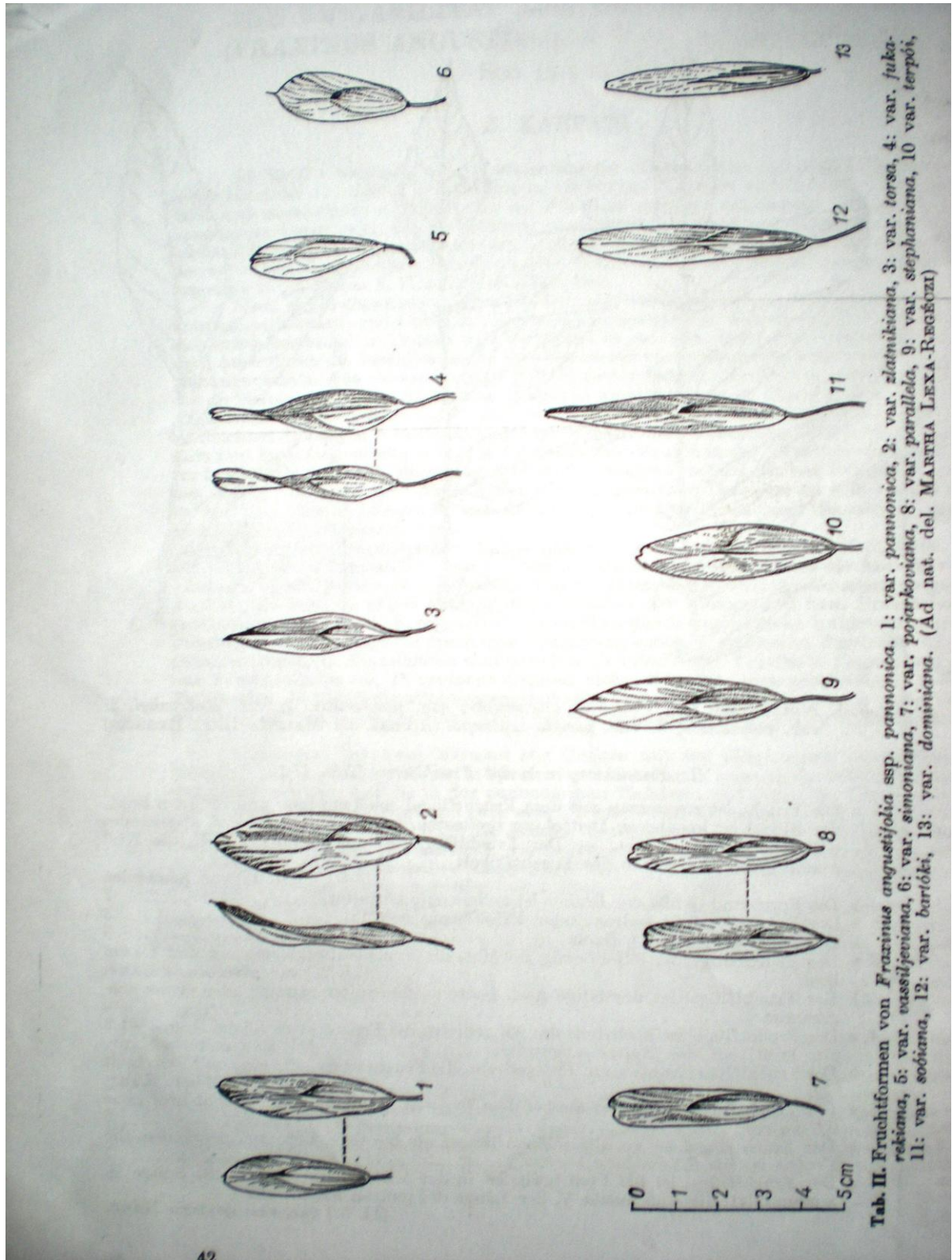
IRODALOM

- 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.
- 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 oxyphyllé (*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): Rasprotrajenost 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* MÁJ.-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.
- 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 adatfeltárás rejtelmeibe. – Scientia Kiadó, Budapest.
- POUZAR, Z. (1972): *Hypoxyylon fraxinophilum* spec. nov. and *H. moravicum* spec. nov., two interesting species found on *Fraxinus angustifolia*. – Ceska Mykologie **26**: 129-137.
- 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.
- 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 köriseiről. – 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.

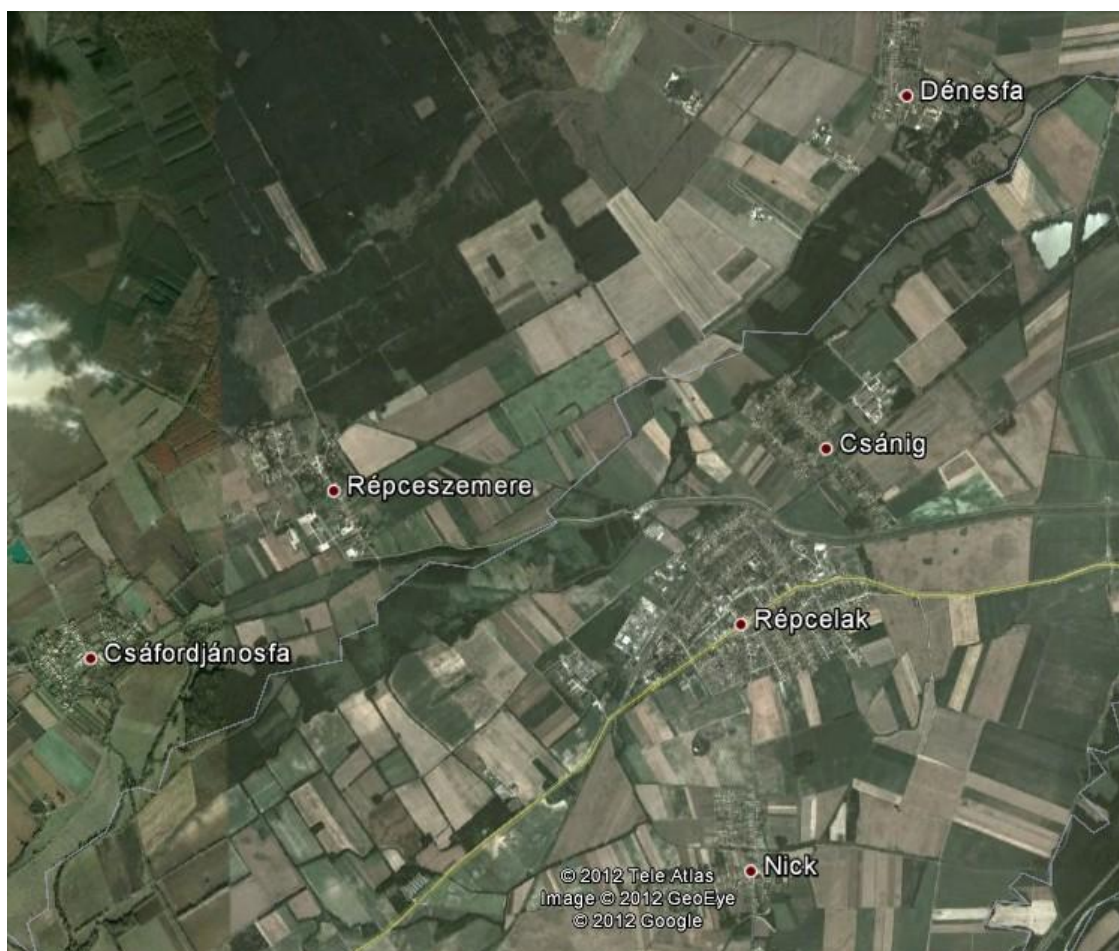
MELLÉKLETEK



1. melléklet: Kárpáti Zoltán által 1970-ben leírt magyar kőris változatok terméseinek illusztrációi (KÁRPÁTI, 1970)

A *Fraxinus angustifolia* subsp. *danubialis* termésformái (1. melléklet) (KÁRPÁTI, 1968):

- | | | | |
|----|---------------------------|-----|-------------------------|
| 1. | var. <i>pannonica</i> | 8. | var. <i>parallela</i> |
| 2. | var. <i>zlatnikiana</i> | 9. | var. <i>stephaniana</i> |
| 3. | var. <i>torsa</i> | 10. | var. <i>terpói</i> |
| 4. | var. <i>fukarekiana</i> | 11. | var. <i>soóiana</i> |
| 5. | var. <i>vassiljeviana</i> | 12. | var. <i>bartóki</i> |
| 6. | var. <i>simoniana</i> | 13. | var. <i>dominiana</i> |
| 7. | var. <i>pojarkoviana</i> | | |



2. melléklet: A vizsgálati anyag begyűjtésének körzetei

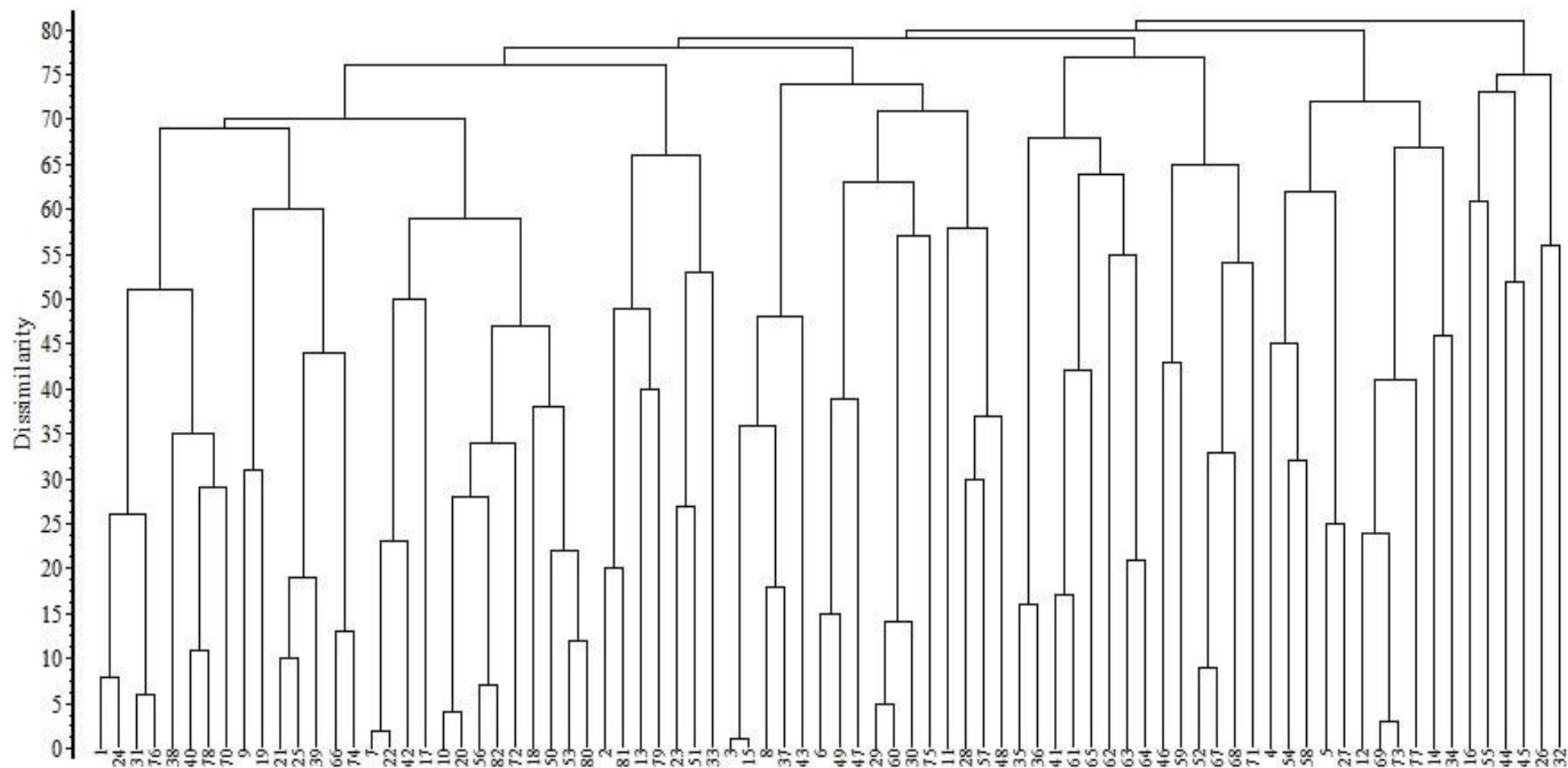
1.	CSFJ/01./MAK	Magyar köris	Csáfordjánosfa	50.	DF/06./MAK	Magyar köris	Dénesfa
2.	CSFJ/02./MAK	Magyar köris	Csáfordjánosfa	51.	DF/07./MAK	Magyar köris	Dénesfa
3.	CSFJ/03./MAK	Magyar köris	Csáfordjánosfa	52.	DF/08./MAK	Magyar köris	Dénesfa
4.	CSFJ/04./MAK	Magyar köris	Csáfordjánosfa	53.	DF/09./MAK	Magyar köris	Dénesfa
5.	CSFJ/05./MAK	Magyar köris	Csáfordjánosfa	54.	DF/10./MAK	Magyar köris	Dénesfa
6.	CSFJ/06./MAK	Magyar köris	Csáfordjánosfa	55.	DF/11./M?	M? köris	Dénesfa
7.	CSFJ/07./MAK	Magyar köris	Csáfordjánosfa	56.	DF/12./MAK	Magyar köris	Dénesfa
8.	CSFJ/08./MAK	Magyar köris	Csáfordjánosfa	57.	DF/13./MAK	Magyar köris	Dénesfa
9.	CSFJ/09./MAK	Magyar köris	Csáfordjánosfa	58.	RL/01./MAK	Magyar köris	Répcelak
10.	CSFJ/10./MAK	Magyar köris	Csáfordjánosfa	59.	RL/02./MAK	Magyar köris	Répcelak
11.	CSFJ/11./MAK	Magyar köris	Csáfordjánosfa	60.	RL/03./MAK	Magyar köris	Répcelak
12.	CSFJ/12./MAK	Magyar köris	Csáfordjánosfa	61.	RL/04./M?	M? köris	Répcelak
13.	CSFJ/13./MAK	Magyar köris	Csáfordjánosfa	62.	RL/05./M?	M? köris	Répcelak
14.	CSFJ/14./MAK	Magyar köris	Csáfordjánosfa	63.	RL/06./M?	M? köris	Répcelak
15.	CSFJ/15./MAK	Magyar köris	Csáfordjánosfa	64.	RL/07./M?	M? köris	Répcelak
16.	CSFJ/16./M?	M? köris	Csáfordjánosfa	65.	RL/08./M?	M? köris	Répcelak
17.	CSFJ/17./MAK	Magyar köris	Csáfordjánosfa	66.	RL/09./MAK	Magyar köris	Répcelak
18.	CSFJ/18./MAK	Magyar köris	Csáfordjánosfa	67.	RL/10./MAK	Magyar köris	Répcelak
19.	CSFJ/19./MAK	Magyar köris	Csáfordjánosfa	68.	RL/11./MAK	Magyar köris	Répcelak
20.	CSFJ/20./MAK	Magyar köris	Csáfordjánosfa	69.	RL/12./MAK	Magyar köris	Répcelak
21.	CSFJ/21./MAK	Magyar köris	Csáfordjánosfa	70.	RL/13./MAK	Magyar köris	Répcelak
22.	CSFJ/22./MAK	Magyar köris	Csáfordjánosfa	71.	RL/14./MAK	Magyar köris	Répcelak
23.	CSFJ/23./MAK	Magyar köris	Csáfordjánosfa	72.	RL/15./MAK	Magyar köris	Répcelak
24.	CSFJ/24./MAK	Magyar köris	Csáfordjánosfa	73.	RL/16./MAK	Magyar köris	Répcelak
25.	CSFJ/25./MAK	Magyar köris	Csáfordjánosfa	74.	RL/17./MAK	Magyar köris	Répcelak
26.	CS/02./M?	M? köris	Csánig	75.	RL/18./MAK	Magyar köris	Répcelak
27.	CS/03./MAK	Magyar köris	Csánig	76.	RL/19./MAK	Magyar köris	Répcelak
28.	CS/04./MAK	Magyar köris	Csánig	77.	RL/20./MAK	Magyar köris	Répcelak
29.	CS/05./MAK	Magyar köris	Csánig	78.	RL/21./MAK	Magyar köris	Répcelak
30.	CS/06./MAK	Magyar köris	Csánig	79.	VN/01./MAK	Magyar köris	Jánd
31.	CS/07./MAK	Magyar köris	Csánig	80.	VN/02./MAK	Magyar köris	Gulács
32.	CS/08./M?	M? köris	Csánig	81.	VN/03./MAK	Magyar köris	Gulács
33.	CS/09./M?	M? köris	Csánig	82.	VN/04./MAK	Magyar köris	Gulács
34.	CS/10./M?	M? köris	Csánig	83.	SZK/01.MK	Magas köris	Dunakiliti
35.	CS/11./M?	M? köris	Csánig	84.	SZK/02.MK	Magas köris	Dunakiliti
36.	CS/12./M?	M? köris	Csánig	85.	SZK/03.MK	Magas köris	Dunakiliti
37.	CS/13./MAK	Magyar köris	Csánig	86.	SZK/04.MK	Magas köris	Mosonmagyaróvár
38.	CS/14./MAK	Magyar köris	Csánig	87.	SZK/05.MK	Magas köris	Mosonmagyaróvár
39.	CS/15./MAK	Magyar köris	Csánig	88.	SZK/06.MK	Magas köris	Mosonmagyaróvár
40.	CS/16./MAK	Magyar köris	Csánig	89.	SZK/07.MK	Magas köris	Mosonmagyaróvár
41.	CS/17./MAK	Magyar köris	Csánig	90.	SZK/08.MK	Magas köris	Mosonmagyaróvár
42.	CS/18./MAK	Magyar köris	Csánig	91.	S/01./MK	Magas köris	Sopron
43.	CS/19./MAK	Magyar köris	Csánig	92.	S/02./MK	Magas köris	Sopron
44.	CS/20./MAK	Magyar köris	Csánig	93.	S/03./MK	Magas köris	Sopron
45.	DF/01./MAK	Magyar köris	Dénesfa	94.	S/04./MK	Magas köris	Sopron
46.	DF/02./MAK	Magyar köris	Dénesfa	95.	IV/01/MK	Magas köris	Iván
47.	DF/03./MAK	Magyar köris	Dénesfa	96.	PE/01./MK	Magas köris	Peresznye
48.	DF/04./MAK	Magyar köris	Dénesfa	97.	PE/02./MK	Magas köris	Peresznye
49.	DF/05./MAK	Magyar köris	Dénesfa				

3. melléklet: A vizsgált egyedek azonosító táblázata

Termés			Megnyúlt ellipszis	2
A	Alakja	Érték	F A mag aránya a terméshez	Érték
	Az alsó harmadban a legszélesebb	1	Felénél rövidebb	1
	Középen a legszélesebb	2	Körülbelül a fele	2
	A felső harmad alján a legszélesebb	3	Felénél hosszabb	3
	Párhuzamos szélű	4	G A mag csavarodottsága	
	A felső harmadban a legszélesebb	5	Nem csavarodott	1
B	Csúcsa		Csavarodott	2
	Hegyes	1	H A termés válla	
	Hegyes, lehet kicsípett	2	Hirtelen kihegyesedő	1
	Tompa	3	Keskeny ék	2
	Kissé kicsípett	4	Ék	3
	Kicsípett	5	Tompa	4
	Mélyen kicsípett	6	Lekerekített	5
C	Bibemaradvány		Virágzat jellemzői	
	Ø	1	I Virágzat hossza	Érték
	Ha van, 0,5-1 mm	2	Rövidék, tömöttek (kisebb 4 cm-nél)	1
	0,5-1 mm	3	Közepesek (4-9 cm)	2
	1-2 mm	4	Hosszúak, lazábbak (9 cm-nél nagyobb)	3
	> 2 mm	5	J Virágzat jellege *	
D	Csavarodottság		Fürt	1
	Nincs	1	Gyengén elágazó (kevesebb 25%-nál)	2
	Nincs, a szárny kanalasodik	2	Elágazó (25-75%)	3
	Minimális, <10°	3	Erősen elágazó (több 75%-nál)	4
	10°-45°	4	Buga	5
	~45°, a szárny nem kanalasodik	5	K Főtengely struktúrája	
	~45°, a szárny kissé kanalasodik	6	Átellenes	1
	45°-90°	7	3-as örvös és átellenes	2
	~90°	8	3-as örvös	3
	>90°	9	L Melléktengely struktúrája	
Mag			Nincs melléktengely	1
E	Alakja	Érték	Átellenes	2
	Ellipszis	1	3-as örvös	3

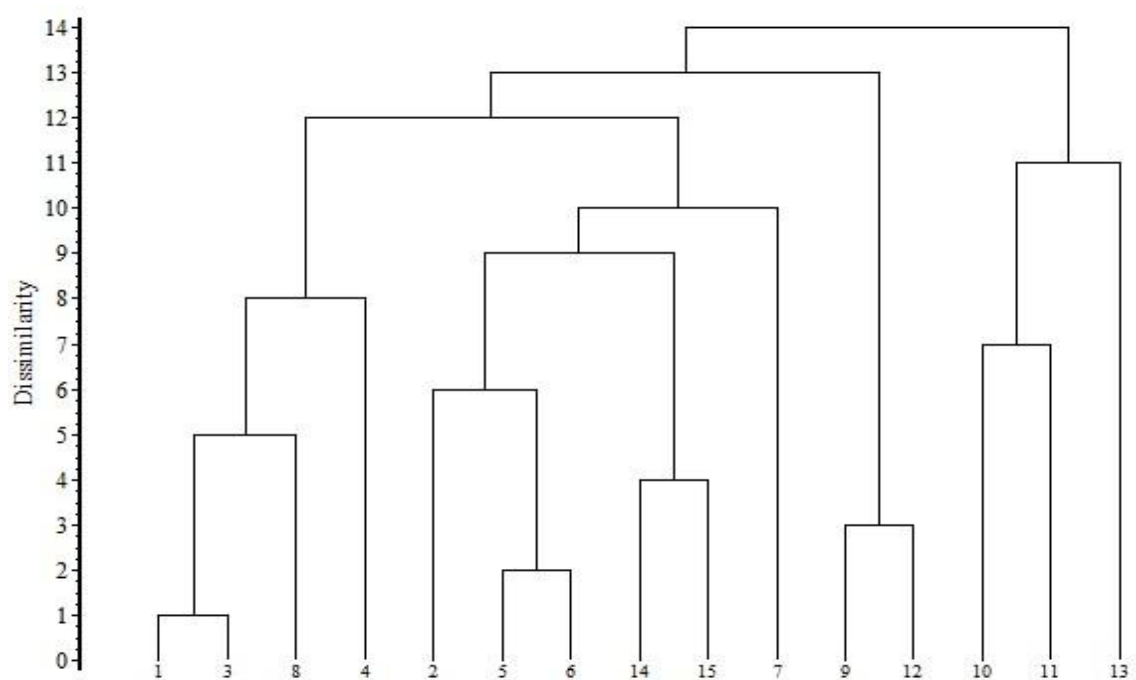
4. melléklet: A minőségi tulajdonságok értékei a statisztikai feldolgozáshoz

* *Megjegyzés:* A virágzat jellege némi magyarázatra szorul. A felvételezés során feltűnt a magyar kőris egyes egyedeinek a fürttől eltérő felépítésű virágzata. Ezeket az egyedeket a hibridgyanús egyedek közé soroltuk, azonban az ilyen virágzatok gyakorisága egyedenként változott, ezért szükségesnek éreztük a különbségtételt az olyan egyedek közt, ahol az átmeneti jellegű virágzatok előfordulása ritkább (kevesebb mint 25%) vagy kifejezetten nagy arányban (több 75%-nál) fordul elő. A kisebb arányban előforduló átmeneti jellegű virágzatok felépítésében megfigyelhető az elágazások gyengébb architektúrája, míg az olyan egyedeknél ahol a hibridjellegű virágzat túlsúlyban volt a fürtnél, ott sokkal erőteljesebb (már-már a magas kőris bugájára emlékeztető felépítésű) főtengely és melléktengely tapasztalható.



5. melléklet: A magyar kóris egyedek közti kapcsolatok a minőségi jegyek alapján (Podani-féle diszkordancia)

(Az egyes számok a különböző egyedek sorsszámát jelölik. A sorsszámokhoz tartozó egyedek jegyzéke a 3. mellékletben található.)

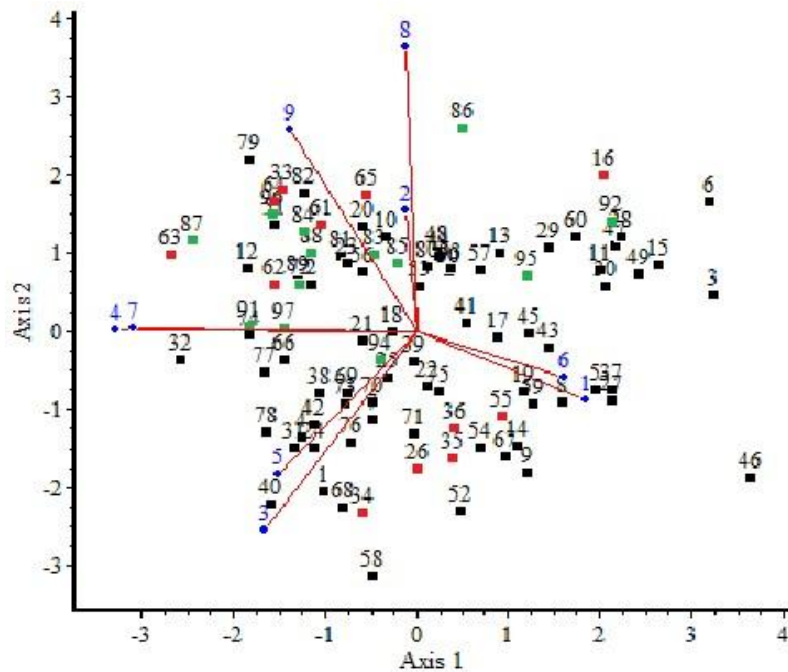


**6. melléklet: A magas kőrös egyedek közti kapcsolatok a minőségi jegyek alapján
(Podani diszkordancia)**

(Az egyes számok a különböző egyedek sorsszámát jelölik.)

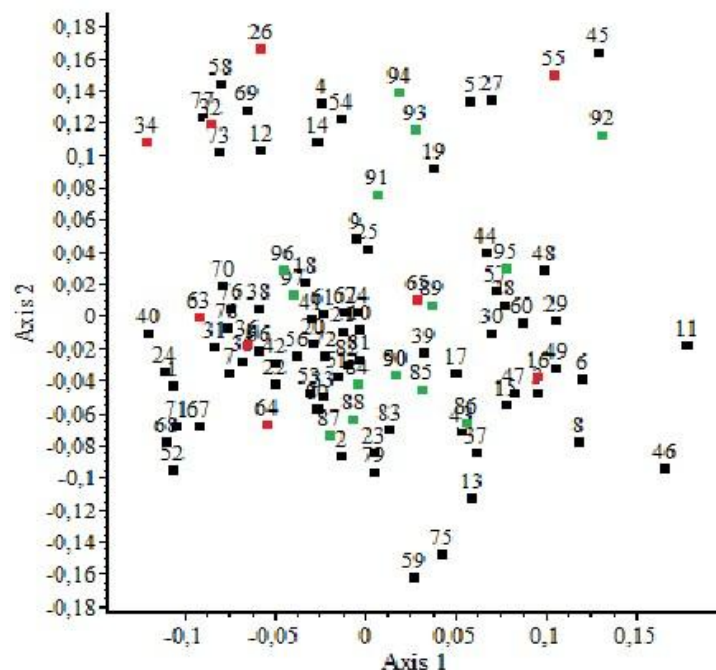
1.	SZK/01.MK	Magas kőrös	Dunakiliti
2.	SZK/02.MK	Magas kőrös	Dunakiliti
3.	SZK/03.MK	Magas kőrös	Dunakiliti
4.	SZK/04.MK	Magas kőrös	Mosonmagyaróvár
5.	SZK/05.MK	Magas kőrös	Mosonmagyaróvár
6.	SZK/06.MK	Magas kőrös	Mosonmagyaróvár
7.	SZK/07.MK	Magas kőrös	Mosonmagyaróvár
8.	SZK/08.MK	Magas kőrös	Mosonmagyaróvár
9.	S/01./MK	Magas kőrös	Sopron
10.	S/02./MK	Magas kőrös	Sopron
11.	S/03./MK	Magas kőrös	Sopron
12.	S/04./MK	Magas kőrös	Sopron
13.	IV/01/MK	Magas kőrös	Iván
14.	PE/01./MK	Magas kőrös	Peresznye
15.	PE/02./MK	Magas kőrös	Peresznye

A vizsgált magas kőrös egyedek azonosító táblázata a 6. melléklethez



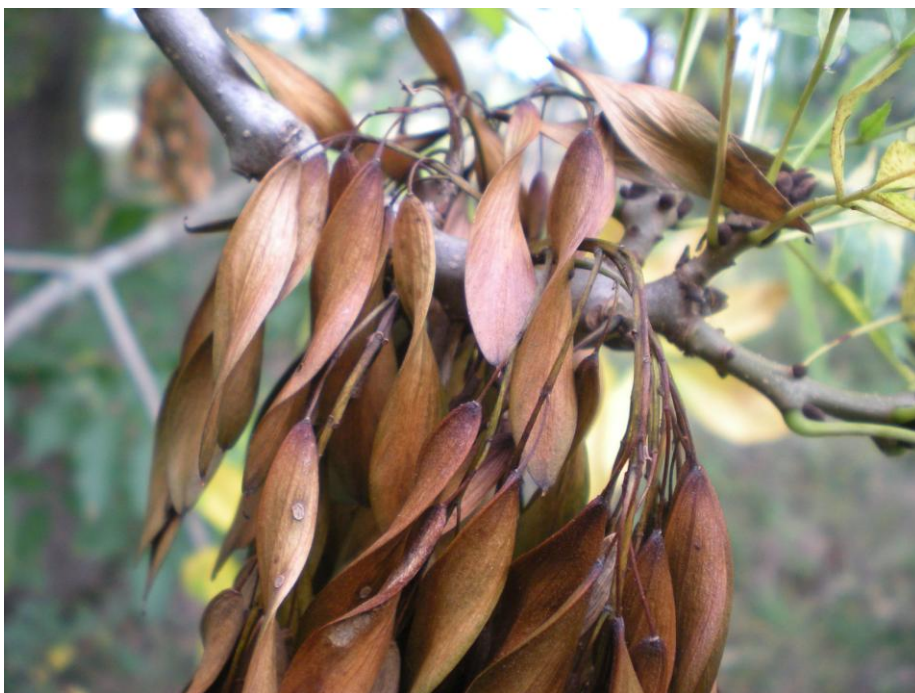
7. melléklet: Az ordinációs tulajdonságok kapcsolata a virágzat felépítése nélkül (biplot, PCA)

(1. Termés alakja, 2. Termés csúcsa, 3. Bibemarádvány, 4. Csavarodottság, 5. Mag alakja, 6. Mag aránya a terméshez képest, 7. Mag csavarodottsága, 8. Termés válla, 9. Virágzat hossza)
(A pontok az egyedeket jelölik, a zöld színű a magas körist, fekete a magyar körist, piros a hibrid gyanús egyedeket. A sorszámkhoz tartozó egyedek jegyzéke a 3. mellékletben található.)

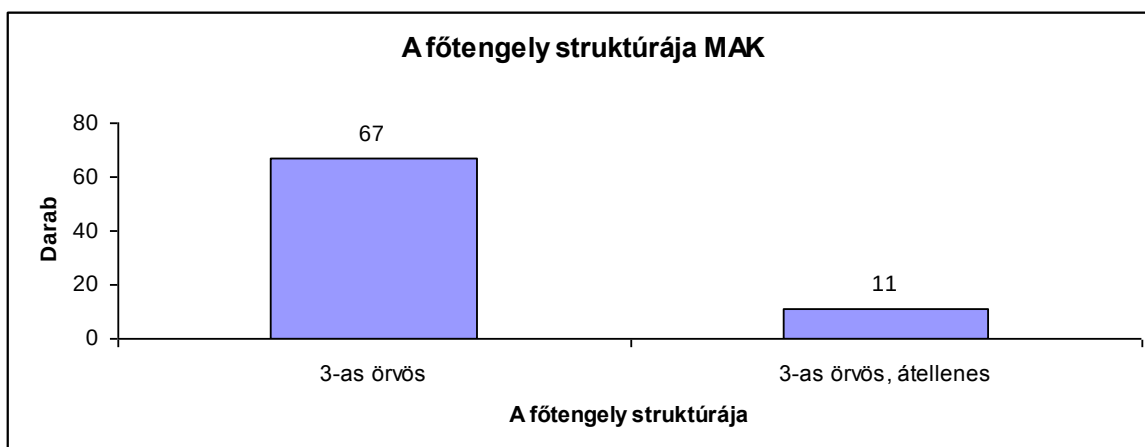


8. melléklet: Az egyedek kapcsolatai a virágzat felépítése nélkül (NMDS)

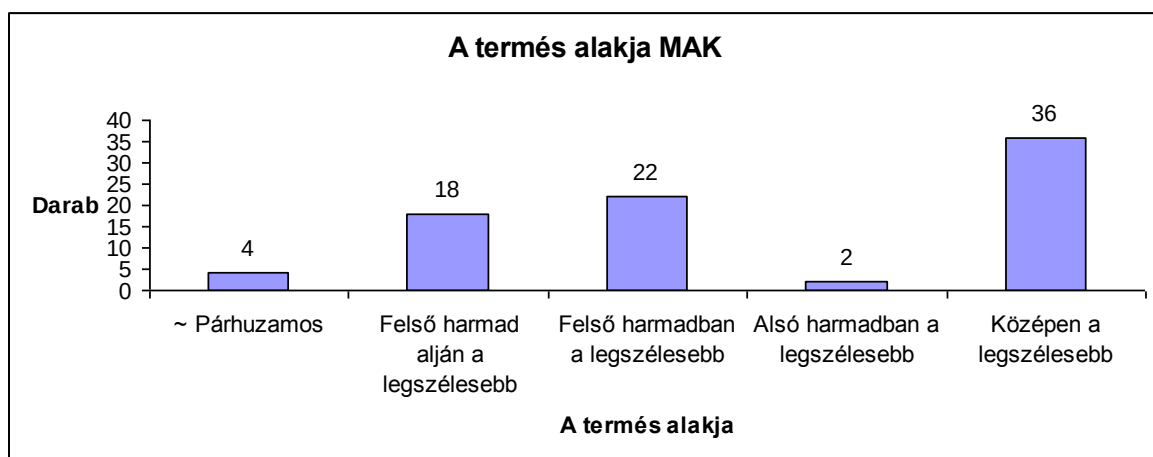
(1. Termés alakja, 2. Termés csúcsa, 3. Bibemarádvány, 4. Csavarodottság, 5. Mag alakja, 6. Mag aránya a terméshez képest, 7. Mag csavarodottsága, 8. Termés válla, 9. Virágzat hossza)
(A pontok az egyedeket jelölik, a zöld színű a magas körist, fekete a magyar körist, piros a hibrid gyanús egyedeket. A sorszámkhoz tartozó egyedek jegyzéke a 3. mellékletben található.)



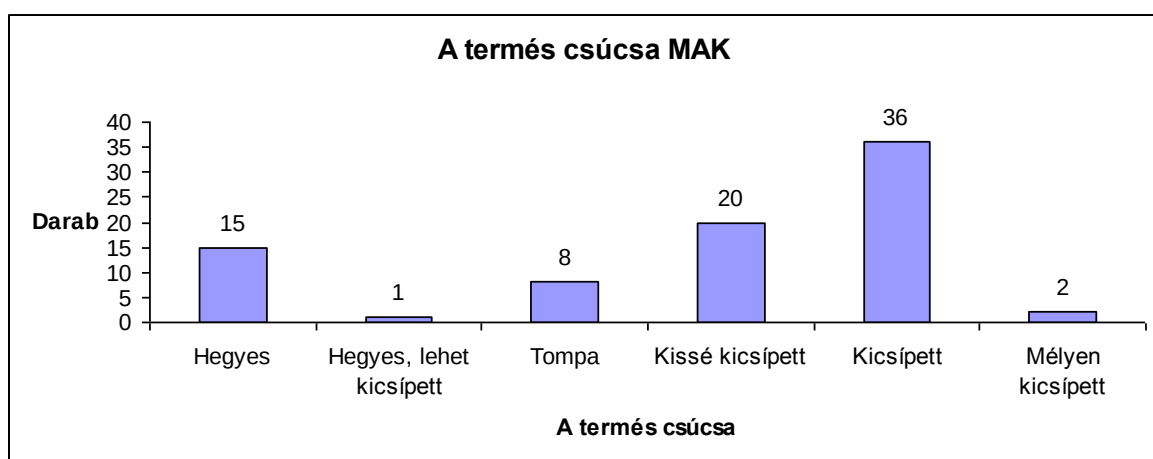
9. melléklet: Gyanús egyedek dús, tömött bugája („**32. CS/08/M?**” számú egyed bugájának fényképe)
(Fénykép: Silnicki Á.)



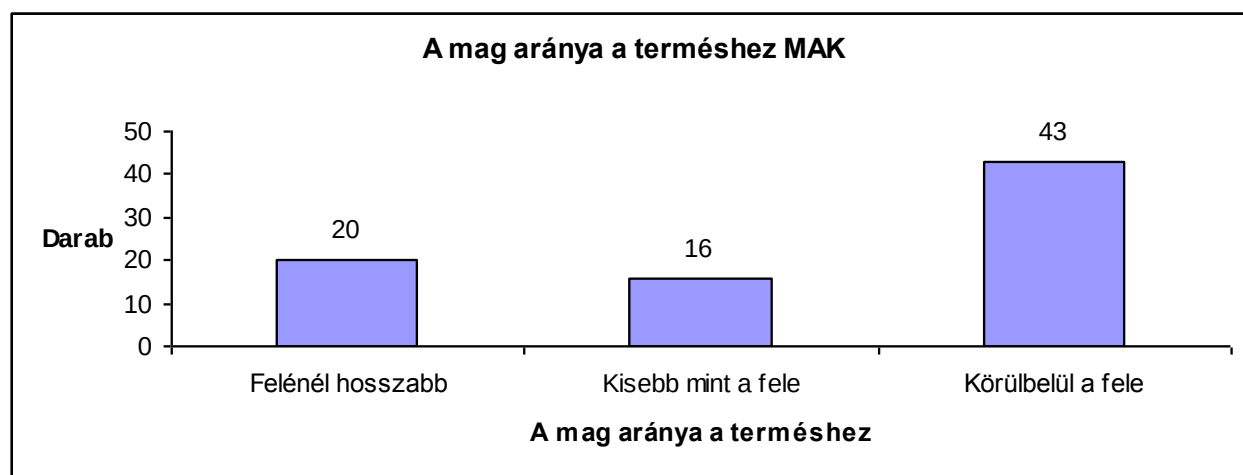
10. melléklet: A magyar kőris fűrtvirágzatában fellépő elágazások gyakorisága



11. melléklet: A magyar kőris termés alaki változatosságának megoszlása



12. melléklet: A magyar kőris termés csúcs változatainak eloszlása



13. melléklet: A magyar kőris magjának és termésének arányai

„Nyilatkozat a pályázó egyéni hozzájárulásáról a pályaműben leírt eredményekhez”

Alulírott Silnicki Ádám a dolgozatban leírt munkafolyamatok közül a:

- hierarchikus klasszifikációt;
- főkomponens analízist (PCA);
- főkoordináta analízist (PCoA);
- nem metrikus többdimenziós skálázást (NMDS);

végeztem el.

.....
aláírás

Sopron, 2012. január 02.