

# **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.**

Váradi Melinda  
V. éves erdőmérnök hallgató

**2012**

**Nyugat-magyarországi Egyetem  
Erdőmérnöki Kar**



**Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet**

**Különböző származású kocsányos tölgy csemeték gubacsképző  
rovaregyüttese**

**(Gall maker assemblage of different pedunculate oak  
provenances)**

Készítette:  
Váradi Melinda  
V. éves erdőmérnök hallgató

Konzulens:  
Prof. Dr. Lakatos Ferenc és Dr. Tuba Katalin  
Egyetemi tanár Intézeti munkatárs

**Kézirat lezárta: 2012. november 09.**

## **Tartalomjegyzék**

|                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Bevezetés .....                                                                                                                   | 3  |
| 2. Irodalmi áttekintés .....                                                                                                         | 4  |
| 2.1. Történeti áttekintés, a gubacs fogalma.....                                                                                     | 4  |
| 2.2. Gubacsképző ízeltlábúak és a társbérlők (inkvilinek) .....                                                                      | 6  |
| 2.3. A gubacsképzők életsiklusa .....                                                                                                | 7  |
| 2.4. A gubacsképzés folyamata .....                                                                                                  | 9  |
| 2.5. A gubacsképződés helye .....                                                                                                    | 11 |
| 2.6. A kísérletben előforduló gubacsdarázsfajok rövid jellemzése .....                                                               | 13 |
| 3. A vizsgálatok anyaga és módszere.....                                                                                             | 16 |
| 3.1. A kísérleti terület termőhelyi jellemzése.....                                                                                  | 16 |
| 3.2. A kísérleti terület elrendezése.....                                                                                            | 17 |
| 3.3. A felvételezések módjai, időpontjai és a vizsgálatok kiértékeléséhez használt statisztikai módszerek .....                      | 18 |
| 4. Eredmények.....                                                                                                                   | 20 |
| 4.1. A különböző gubacstípusok előfordulása a három származáson.....                                                                 | 20 |
| 4.2. A különböző gubacstípusok megoszlása nemzetségek, valamint a gubacsképzés helye szerint .....                                   | 23 |
| 4.3. A gubacsok diverzitási értéke a három származáson.....                                                                          | 26 |
| 4.4. A különböző származású csemeték növekedési adatai és a gubacsok száma közötti összefüggés vizsgálata.....                       | 28 |
| 4.5. A különböző származású csemeték fakadási ideje és a gubacsok száma közötti összefüggés vizsgálata .....                         | 30 |
| 4.6. A származás, a klónok különböző mértékű elegyítése a parcellákon és a gubacsok hatása egy adott egyeden a gubacsok számára..... | 31 |
| 5. Következtetések .....                                                                                                             | 32 |
| Összefoglalás .....                                                                                                                  | 34 |
| Summary.....                                                                                                                         | 35 |
| Köszönetnyilvánítás .....                                                                                                            | 37 |
| Irodalomjegyzék.....                                                                                                                 | 38 |
| Táblázat és ábrajegyzék.....                                                                                                         | 40 |



## 1. Bevezetés

Tudományos diákköri munkám (és későbbi diplomadolgozatom) témaválasztása során elsődleges szempont volt számomra, egy olyan, főleg erdővédelmi vonatkozású kísérlet folytatása, mellyel az erdőművelés számára is hasznos eredményeket érhetek el.

A klímaváltozás napjainkra egyre erősödő és számos tudományág kutatóit foglalkoztató téma. A változóban lévő éghajlati viszonyok miatt erdeink nagy része egyre átalakuló környezeti viszonyoknak van kitéve, ami az erdészeti társadalom tagjait is változtatásokra, az új állapotokhoz való alkalmazkodásra ösztönzi. A megoldások érdekében folyamatos kutatások zajlanak, többek között arra vonatkozóan, hogy vajon lehetséges alternatívát nyújthat-e külföldről származó szaporítóanyag behozatala?

A Sárvár mellett található bejcgycertyánosi csemetekert kísérleti területe kiváló lehetőséget nyújtott arra, hogy egy helyen figyelhessük meg három különböző származású kocsányos tölgy (*Quercus robur*) csemete viselkedését a károsítók, azon belül is a gubacsokozókkal szemben.

A Magyarországon előforduló *Quercus* nemzetségbe tartozó tölgyfajok jelentősége vitathatatlan. A nemzetségbe tartozó és hazai előfordulással rendelkező fajok közül a kocsányos tölgy az egyik legfontosabb fafajunk, mely mind a múltban, mind a jövőbe tekintve kulcsfontosságú szereppel bírt és bírni is fog a magyar erdőgazdálkodásban. Hazánk éghajlati, földrajzi adottságok tették lehetővé, hogy meglehetősen nagy területaránnyal (8,7%) büszkélkedhet nálunk. Jó minőségű, értékes faanyaga miatt gazdasági szerepe is kiemelt (Koloszár, 2010).

Mivel egy, a természetes erdeinkben igen gyakori fajról van szó, ökológiai szempontból kulcsfajnak, az erdei életközösségek egy igen fontos építőkövének tekinthető. A magyar faunában előforduló ízeltlábúak közül mintegy 300 faj köthető valamilyen *Quercus* fajhoz.

Munkánkban három különböző származású (magyar, skót és francia) kocsányos tölgyre (*Q. robur*) vonatkozó kísérletünket kívánjuk bemutatni, melynek során lehetőségünk volt vizsgálni, az Európa keleti és nyugati tengelye mentén fellépő gubacsokozók diverzitását a tölgyekre vonatkozóan. Első lépésben faj és egyedszámbeli különbségeket vizsgáltunk, majd összetettebb módszerek segítségével kerestük a választ arra a kérdésre, hogy a

származás és/vagy a telepítés vegyessége befolyásolja-e esetleg a gubacsok megjelentését egy adott kocsányos tölgy egyeden.

Vizsgálataink főbb célkitűzései a következők voltak:

- vajon felfedezhetőek-e különbségek a különböző származásoknál a gubacsközösségeket illetően,
- egyes morfológiai, illetve fenológiai (növekedési) tulajdonságok gyakorolnak-e hatást a gubacsok számára,
- a származás és/vagy az elegyesség befolyásolja-e a gubacsokozók számát?

## ■ 2. Irodalmi áttekintés

### 2.1. Történeti áttekintés, a gubacs fogalma

Már az ókori embert is foglalkoztatta a növényeken megfigyelt különböző elváltozások, szokatlan képződmények, melyeket hamar összefüggésbe hoztak a növények környezetében élő különböző szúnyogokkal. Magyarországon a legrégebbi lelet, mely igazolja, hogy az ősember is ismerte a gubacsokat, a tószegi ásatásokból került elő, ahol a *Biorhiza pallida* gubacsának maradványait tárták fel. Az viszont a mai napig kérdéses, hogy az akkori ember mire használhatta őket (Moesz, 1938).

Igen korán, már i.e. 300 környékén Theophrastos felismerte, hogy az állat-növény kölcsönhatás egy igen látványos formájával áll szemben. Historia Plantarum címmel fennmaradt művében örökítette meg kutatásait, megfigyeléseit, melynek eredményeképp 10 féle gubacsot sikerült elkülönítenie (Csóka, 1997).

Ahogy számos tudományág területén megfigyelhető, a középkorban több vallási, filozófiai eredetű tévhit terjedt el e furcsa növényi képződményekről. Alapvetően a XVII. századig Plinius nyomán úgy gondolták, hogy a gubacs a növény egyfajta termése, amiben szúnyogok születnek. A. van Leeuwenhoeck és M. Malpighi az 1700-as évek végén már azt állították, hogy a gubacs fejlődését maga a peterakás okozza, és ami a folyamat megindulását indukálja nem más, mint a nedv, mely a peterakás alatt a növénybe kerül. Ezt követően mintegy 200

évvel később, a második világháború után indult be igazi fejlődés a gubacskutatás (cecidológia) terén, ami az új fiziológiai és biokémiai módszereknek, korszerű eszközök megszületésének és a növényi hormonok felfedezésének köszönhető (Móczár, 1987).

A legrégebbi magyar feljegyzés gubacsokról 1578-ból származik Horhi Melius Pétertől, a tölgy és a cser gubacsaival kapcsolatban, amiket *galles*-nek, *galla*-nak és tölgyfabugának hívott. 1738-ban Brückmann Franz Ernst német orvos nyújtotta a hazai cecidológia első hasznos adatait. 1777-ben Mitterpacher Lajos jezsuita atya írja le először magyarul: a gubacsok rovaroktól származó daganatok.

A magyar gubacskutatás igazán az 1880-as évek körül indult meg. Paszlavszky József értekezésében részletesen taglalja a *Rhodites rosae* peterakását, ezen kívül 68 gubacsdarázs fajt összegez. Szépligeti Győző 300 fajjal túlszárnyalta kortársát, csak a hazai tölgyekről 118 gubacsot ír le. Munkáját külföldi elismerés koronázta, róla két fajt is elnevezésre került, az *Arnoldia Szépligetii* és az *Oligotrophus Szépligetii* (Moesz, 1938).

Nem elhanyagolható a gubacsok múltbéli ipari jelentősége, mely napjainkra már jelentőségét veszítette, mégis érdekes lehet történeti szempontból. Korábban a gubacsokból kinyert csersavat nagyon jól tudták hasznosítani. A jó minőségű, úgynevezett zsíros gubacsok iránti kereslet akkora méreteket öltött, hogy igen jelentős exportcikké fejlődött többek között hazánkban is. Megdöbbentő lehet a következő adat, miszerint 1845-1847 között 138000 q gubacsot exportáltunk (Ambrus, 1974). Magyarországról főleg a nagy magyar gubacsot (*Andricus hungaricus*) és a suskagubacsot (*Andricus quercuscalicis*) szállították. Egy-egy ilyen gubacsnak a csersavtartalma elérhette akár a 20%-ot is. A szintetikus tannin elterjedésével megszűnt a gubacsok ilyesfajta jelentősége, mára már csak a gyógyszeriparban és különleges bőrök cserzésére gyűjtik (Móczár, 1987).

A cecidológia hosszú évszázados fejlődésével a gubacs fogalma is folyamatos átalakuláson ment keresztül. Ahhoz képest, hogy a régmúlt embere azt gondolta, a gubacs a tölgynek egy különleges gyümölcse, a változás igen nagymértékű.

A tudomány mai állása szerinti fogalom meghatározást Csóka György Gubacsok c. könyvéből (1997) idézem. „A gubacs tehát a növény valamely részén bekövetkező olyan rendellenes növekedés, mely szöveteiben a sejtek száma és/vagy mérete valamely élő szervezet (vírus, fonálféreg ízeltlábú stb.) jelenléte, illetve aktivitása révén a normálishoz képest megnövekedett. A gubacsokozó ezt a rendellenes képződményt búvóhelyként és táplálkozásra is használja.” A szerző kihangsúlyozza, hogy a fent említett szervezetek vagy bármely más szervezet a gubacsot nem készíti, hanem indukálja.

## 2.2. Gubacsképző ízeltlábúak és a társbérlők (inkvilinek)

A különböző élőlény-csoportokat végignézve megállapíthatjuk, hogy az evolúció során számos, egymástól rendszertani szempontból távol álló helyen megjelent a gubacsképzés képessége. A leggyakrabban emlegetett gubacsdarazsakon kívül ugyanis még több vírus, baktérium, egysejtű állat, gomba, fonálféreg és ízeltlábú (gubacsszúnyogok, levéltetvek, poloskák, bogarak, bolhák, lepkék, levéldarazsak, fürkészlegyek, atkák) élőlény tud gubacsot előidézni.

Az ízeltlábú gubacsképzők kiemelkedő jelentősége vitathatatlan, mintegy 13000 rovarfajt és 500 atkát sorolhatunk ebbe a csoportba. Magyarországon ezek közül körülbelül 1000 állatfaj található meg, ennek nagyjából 80%-át valamilyen rovarfaj teszi ki (Csóka, 1997).

A gubacsképzők közül fajgazdagság szempontjából a gubacsszúnyogok családja (*Diptera, Cecidomyiidae*) áll az első helyen. Az egész világon 4600 faj tartozik ide, ebből 2200 fajt találtak a palaearktikus régióban. A családnévvel kapcsolatban meg kell jegyeznünk, hogy nem minden ide tartozó faj képez gubacsot (Tóth, 1999). A gubacsdarazsak családjából (*Hymenoptera, Cynipidae*) jelenleg 1360 fajt ismer a tudomány, de Nordlander (1984) szerint a fajok száma 3000 és 6000 között mozoghat.

A lárvák táplálkozási szokásait alapul véve három csoportra bonthatjuk a gubacsszúnyogokat: fitofágok, zoofágok és mikofágok (Skuhravá és mtsai, 1984). A gubacsképzők a növényevők közé tartoznak. Európában 600, Magyarországon mintegy 300 faj ismert közülük (Tóth, 1999). A gubacsszúnyogok lárvái a zöld növényi részek fogyasztásán kívül lehetnek még kambiummal táplálkozó, xilofágok, vagy tartozhatnak az úgynevezett társbérlők csoportjához (Csóka és mtsai, 1998).

A gubacsképzésre képes gubacsszúnyogokon kívül vannak olyan *Cynipidae* fajok, melyek saját gubacs indukálására nem képesek. Ezek a társbérlők, vagy inkvilinek a Synergini tribuszba tartoznak és az említett család fajainak mintegy 15%-át teszik ki (Ronquist, 1994; Melika, 2006). Az inkvilinek nőtényei a petéket más fajok által készített gubacsokra, vagy azok belsejébe rakják, hogy azok kikelve a gubacs szöveteiben található nedvek szívogatásával fejlődhessenek, úgy ahogy azt a gubacsindukáló faj lárvája is teszi. Az inkvilinek képesek lehetnek arra, hogy befolyásolják a gubacs méretét és/vagy alakját. A tölgyek esetében ilyen faj például a *Synergus clandestinus*, vagy az *Andricus legitimus* (Wiebes-Rijks, 1980).

Általában a társbérő jelenléte semleges hatással van gubacsindukáló lárvájára, tehát köztük kommenzalizmus áll fenn (Askew, 1971), mégis előfordulnak olyan esetek, amikor a gubacsindukáló faj lárvái jelentős számban pusztulnak el a társbérő miatt. Az egyik, amikor a társbérő által alakított lárvakamra térfoglalása olyan mértékű lesz, hogy egyszerűen elnyomja a gazda kamráját, ezzel lényegében ha „akaratlanul” is, de elpusztítja a benne fejlődő lárvát (fakultatív inkvilinek). A másik lehetőség, amikor az inkvilin nőstény peterakása közben a tojócsövével való megsértéssel okozza a gazda vesztét (letális inkvilinek). Nemzetségeken belül, közel rokon fajoknál is találhatunk olyan példákat, amikor az egyik faj halálos a gazdaállatra, míg a másik mindenféle hátrányos hatást kifejtve képes egy gubacsban fejlődni vele (Duffet, 1968; Melika, 2006).

Az inkvilinek fontos szerepet töltenek be az erdei életközösségekben, hozzájárulnak azok komplexitásához, ennek ellenére keveset tud róluk a tudomány.

### 2.3. A gubacsképzők életciklusa

A gubacsképzők életciklusa ivaros és ivartalan generációk váltakozásán keresztül valósul meg, ezért hívjuk nemzedékváltakozásnak, vagy heterogenezisnek. Ezen szaporodási forma összesen hét taxonnál van jelen az állatvilágban, melyek közül egyik a tölgygubacsdarazsak csoportja (*Hymenoptera*, *Cynipidae*, *Cynipini*) (Stone és mtsai, 2008).

A két nemzedék közül az ivaros/szexuális nemzedék hím és nőivarú egyedekből áll ( $\text{♀}\text{♂}$ ), szaporodásuk eredménye viszont egy egyivarú, aszexuális nemzedék ( $\text{♀}\text{♀}$ ). Az egyivarú nemzedék által lerakott petékből ismét kétivarú nemzedék fejlődik, ezzel ér körbe a fejlődési ciklus (Ambrus, 1974).

Az egyik legszemléletesebb példa, melyen keresztül átláthatjuk a heterogenezis folyamatát a gyökérgubacs-darázs (*Biorhiza pallida*) életmenete. A naptári évet tekintve először az ivartalan nemzedék nőstényeivel találkozhatunk, melyeket a már a tél enyhülésével megfigyelhetünk. A telet ezek a nőstények különböző tölgyfajok (*Quercus robur*, *Q. petraea*, *Q. pubescens*, *Q. frainetto* és még néhány mediterrán tölgyfaj) gyökerein képződött gubacsaikban töltik (Csóka, 1997). Ahogy a talaj elkezd kiengedni, előbújnak a föld alól, hogy a fa kérgén felmászva egy, a tojásrakásra alkalmas alvórügyet keressenek. A kiválasztott rügyet elérve a rügypikkelyek közé tolják tojócsövüket és megpróbálják egy megfelelő, biztonságos helyre rakni petéiket (Móczár, 1987). A sikeres tojásrakáshoz akár 24 órát is el

kell tölteniük a rügyön. Amint ez sikerült, a nőtény elhagyja az utódait, ezután pedig hamarosan el is pusztul. A peterakás után, a lombfakadással egyszerre indul meg a szivacsos, többkamrás gubacs fejlődése, benne a következő, immár kétivarú nemzedékkel (♀♂) (Csóka, 1997).

A szárnyas hímek és a szárnyatlan nőtények június-júliusban repülnek ki, illetve hagyják el a gubacsot. Földre hullva, vagy a gazdanövényen lemászva a nőtények leássák magukat a tölgy gyökereihez, hogy megfelelő helyet keressenek az átteleléshez (Móczár, 1987). Ha lerakták a tojásaikat, ősszel már fejlődésnek indulnak a földalatti, borsónyi méretű gyökérgubacsok, melyek mindegyikében egy vagy több lárvát találhatók. Ezek lesznek az újabb ivartalan nemzedék tagjai (Ambrus, 1974).

Ahogy azt az előző példában is láthattuk, a gubacsdarázs nemzedékei között morfológiai eltérések is vannak, akár az imágókat nézzük, akár az általuk képzett gubacsok alakját, méretét, a gubacsképzés helyét (gyökér, rügy). A legtöbb tölgygubacsdarázsnál a nemzedékváltás maga után vonja a közöttük lévő alaktani eltéréseket is. Általában elmondható, hogy az ivaros generáció kisebb méretű, rövidebb életű és kevesebb tojást lerakására képes, mint az ivartalan nemzedék tagjai (Stone és mtsai, 2002). A nemzedékek közötti különbségekre egy másik szemléletes példa, amikor az ivaros és ivartalan generációk más-más tápnövényeken találhatók meg. Ez az eset a gubacsszúnyogok közül csak két nemzetségnél áll fenn: *Andricus* és *Callirhytis* (Folliot, 1964).

Nézzük meg közelebbről, hogy is néz ez ki az *Andricus* fajok esetében. Az ide tartozó fajok életciklusa két nemzedékből, egy ivaros tavaszi és egy ivartalan nyár-őszi generációból tevődik össze (Stone és mtsai, 2001). Mindkettő esetében elmondható, hogy nagy fajspecifikusságot mutatnak bizonyos tölgyfajok felé, viszont a két nemzedék más-más tölgyfajokon fejlesztik gubacsaikat. A tölgyek nemzetségét négy szekcióra oszthatjuk fel, melyek közül Európában kettő található meg: a vastagkérű tölgyek (*Quercus*) és a csertölgyek (*Cerris*) szekciója. Az Európában fellelhető *Andricus* nemzetség tagjait tekintve elmondható, hogy az ivaros generáció megjelenik mind a két említett tölgy szekcióban, azonban faji szinten ez már tovább specializálódott. Tehát egy adott *Andricus* faj ivaros nemzedéke vagy vastagkérű tölgyön, vagy csertölgyön képzí gubacsát. Ezzel ellentétben az ivartalan generációk minden *Andricus* fajnál csak a *Quercus* szekcióba tartozó tölgyet támadnak meg, azon belül is főleg a *Q. pubescens* és a *Q. robur* szerepel a gazdanövények listáján (Melika és mtsai, 2000). A gubacsképzés helyét tekintve persze itt is lehetnek eltérések: az ivartalan nemzedék többsége rügyön, ritkábban a makkon, esetleg a barkán

alakítja gubacsát, az ivaros generáció pedig inkább csak rügyön vagy barkán található meg (Weld, 1957, 1959, 1960).

Sok cynipida gubacsokozóról elmondható, hogy csak egyik nemzedékét ismerjük és az ilyen esetek többségében a beazonosított nemzedék általában az ivartalan. Ez a tény jelentheti azt, hogy még nem sikerült beazonosítani, ezen fajoknak az ivaros nemzedékét is, viszont felvetődhet az a kérdés is, van-e esély arra, hogy ezek a tölgygubacsdarazsak elvesztették az egyik nemzedéküket?

Időigényes, bonyolult és labormunka igényes nevelési kísérletek folynak ennek a kérdésnek a megválaszolására. Populációgenetikai és a DNS szekvenciára irányuló vizsgálatok azok, amelyek a fajok széles skáláján alkalmazható válaszokat adhatnak ezekre a kérdésekre (Csóka és mtsai, 2005).

## **2.4. A gubacsképzés folyamata**

A cynipida gubacsok fejlődését három szakaszra oszthatjuk: kezdeti, növekedési és kifejlett szakasz. Az első szakasz a peterakással veszi kezdetét, melynek során a nőtény kiválasztja a számára megfelelő gazdanövényt, azon belül is azt a növényi szervet, melyen később a gubacs ki fog alakulni. A lerakott peték mennyisége határozza meg a képződő gubacsok számát, az pedig a fajra jellemző tulajdonság, hogy a petékből kikelő lárvák egy kamrás, vagy többkamrás gubacsokban fognak fejlődni. Ahhoz, hogy a gubacs kialakulása megtörténjen bizonyos speciális sejtek jelenléte szükséges (merisztéma és totipotens sejtek). Osztódása alatt a növényi sejt körbeveszi a petét és egy kis kamrát képez köré, mely a kikelés után a lárvának védelmet nyújt. Ez az úgynevezett lárvakamra a gubacs strukturális felépítésének részét képezi a külső gubacsrésszel együtt (Stone és mtsai, 2002).

A kamrák száma szerint megkülönböztethetünk egykamrás (**1. ábra**), illetve többkamrás gubacsokat. Az egykamrás, vagy unilokuláris gubacsokban egy lárva található, míg a többkamrás, multilokuláris esetében egy, rendszerint nagyobb gubacsban több lárva, de külön-külön kamrában fejlődik. Speciális esetekben a két csoport közötti határok elmosódnak, hiszen a többnyire csoportosan megjelenő egykamrás gubacsok úgy összenőhetnek, hogy tekinthetjük őket többkamrásoknak is (Csóka, 1997). Maga a kamra morfológiai szempontból egyforma minden cynipid fajnál, a különböző gubacsformák pedig a külső parenchima és epidermisz sejtek fejlődési változataitól függ (Stone és mtsai, 2002). Az üreg védelmet nyújt a különböző környezeti hatásokkal szemben, például a hőmérsékleti szélsőségek, a

csapadékmennyiség vagy a páratartalom ingadozásaitól, így biztosítva a lárva számára kiegyenlített életkörülményeket (Ambrus, 1974).



**1.ábra** A gubacsdarázs kibújása és az egykamrás gubacs belső szerkezete (*Andricus kollari* ♀♀)

**Fotó:** Váradi Melinda

A lárva számára a gubacs tartaléktápanyagokat koncentrálnak. Ez a kamra falában található edénynyalábok szövevényes hálójával valósul meg, melyben elegendő tartalék van felhalmozva ahhoz, hogy biztosítsa a lárva szükségleteit a kifejlődés befejezéséig. A táplálószövet vékony falú, de nagyszámú sejtet tartalmaz, melyek kromoszóma szerkezete, fehérje tartalma és fiziológiája is hasonlít a csírasejtekéhez (Stone és mtsai, 2002). A lárva és a felhasználandó tápanyagok közötti összeköttetést a köldöknyúlvány biztosítja (Ambrus, 1974).

A legtöbb fajnál még a kikelés előtt megindul a második, növekedési szakasz és általában befejeződik, amíg a lárva még kisméretű. Ebben a szakaszban a gubacs tápanyagraktárai kerülnek előtérbe. Ezt a koncentrált tápanyagforrást más rovarfajok is felkereshetik, ami ellen a gubacs képes védekezni. Komplex riasztó és gombaölő hatású tanninokat és fenolokat termel a külső szöveteiben, ezzel is fokozva a benne fejlődő lárva védelmét (Stone és mtsai, 2002).

A gubacs fejlődése a lárva kifejlődésével befejeződik, leáll a sejtosztódás. Nedvességtartalma drasztikusan lecsökken, megfásodik. Vannak fajok, melynek gubacsai a növényi szervvel együtt leválnak a gazdanövényről, mások évekig fennmaradhatnak (Ambrus, 1974). A megfásodás és a lehullás időzítése fontos tényező lehet az áttelelés sikerességében, hiszen a jól időzített, még a lombhullás előtt lehulló gubacsoknak a vastag avartakaró alatt kedvező mikroklíma alakul ki (Stone és mtsai, 2002).

## 2.5. A gubacsképződés helye

A gubacs meghatározásának kiindulási feltétele a gazdanövény felismerése. A legtöbb gubacsalkotó faj monofágnak mondható, tehát csak egy növényfajon található meg. Ez a nagymértékű specializáció vonatkozik minden gubacsképző ízeltlábúra, hiszen még az is ritka köztük, hogy két-három közeli rokonságban álló növényen élnek. Az utóbbiakat oligofágoknak tartjuk (Ambrus, 1974).

Jelenleg több mint 600 élő és számos mára már eltűnt *Quercus* fajt tartanak számon, világszerte jelentős elterjedési területtel és fontos vegetációban betöltött szereppel. Ez lehet talán az ok, ami megmagyarázza, hogy a gubacsokozók gazdanövényeinek kétharmada a *Quercus* nemzetségből kerül ki. Rajtuk kívül még jelentős számban vannak jelen a *Salicales*, *Asterales*, *Rosales*, *Fabales* rendekbe tartozó különféle növényeken (Csóka, 1997).

A különböző károsítók által létrehozott gubacsok változatossága vitathatatlan. Nem is lehetne összefoglalni milyen sokszínű a gubacsok tárháza, akár ha a méretük, a formájuk, a felépítésük, vagy a gazdanövények sokféleségét nézzük. Az után, hogy végigtekintjük, hányféle élőlénycsoport képes ilyen képződményeket létrehozni, nem is meglepő ez a sokszínűség.

Gubacs kialakulhat a gazdanövény szinte minden szervén: rügyön, levélen, hajtáson, termésen, gyökéren, sőt még a virágon is. Mivel a különböző növényi szervek más és más tulajdonságú szöveti állományból épülnek fel, ezért a belőlük kialakuló gubacsok is ugyanilyen változatosak lesznek. Természetesen az, hogy mennyire stabil vagy szilárd és összetett a felépítésük attól is függ, mi lesz a rendeltetésük? Csak pár hónapnyi, átmeneti lakhely a gubacsokozó életében, vagy esetleg egy hosszabb, kemény télen át kell védelmet nyújtania a benne fejlődő egyednek, vagy egyedeknek (Ambrus, 1974).

A gazdanövényeket alapul vevő csoportosítás mellett jó szempont a növényi szerveket figyelembe venni a kategóriák kialakításához. Habár vannak például olyan gubacsdarazsak, melyek képesek több szerven is megtelepedni (pl.: *Neuroterus quercusbaccarum*), mégis a gubacsokozók többségéről elmondható, hogy a gazdanövény-specifikusság mellett nagymértékben kötődnek egy bizonyos növényi szervhez is (Cook és mtsai, 2002).

A leveleken és rügyeken található gubacsok gyakorisága a legnagyobb (**2. ábra**). A gubacs a levélen lehet egy kis duzzanat, ezen kívül bonyolultabb képletek is kialakulhatnak a levélen: akár egész nagy kinövések, hólyagok, vagy korongszerű formák.

A rügynél gyakori, hogy a gubacs olyan kicsi, hogy szinte észrevehetetlen marad, ám itt is fejlődhetnek nagy és feltűnő gubacsok. A szem elől legjobban mégis a gyökérgubacsok maradnak rejtve és talán a többi csoporthoz képest itt találjuk a legkevesebb fajt is. A hajtásokon okozott duzzanatszerű gubacsok sokszor nehezen észrevehetők, főleg amennyiben a kirepülési nyílás még nem alakult ki rajtuk. Sok faj okoz gubacsot a növények termésén, virágain, mellyel nagy visszaesést tudnak okozni a gazda termésproduktumában, reprodukciójában (Csóka, 1997).

Egy viszonylag régi szakirodalomból megtudhatjuk, hogy sokáig nem is választották külön a termés és virág gubacsait. Ezzel a problémával foglalkozik Závodnik István (1877): A gubacs keletkezéséről c. cikkében. Megfigyeléseiben a gubacslegyek rajzását tanulmányozta, melyek során arra jutott, hogy a tölgyek virágzásának rövid időszaka nem is esik egybe a legyek kirepülésével. Szerinte csak kivételes esetekben (például ha az enyhe tavasz miatt előbb kifejlődnek a „gubacslegyek”) fordulhat elő az, hogy már a virágban sikerül petét raknia a legyeknek, ezt a gubacsot pedig onnan lehet megismerni, hogy ahol „a makk alakja észre nem vehető, tehát az egész képződmény gubacs”. Érdekes, hogy ekkor még a következő szerint vélték a gubacs kialakulását: „a gubacs a gubacslegy tojásai a kocsányos tölgy virágjában tett lerakása által úgy keletkezik, hogy a megsértett helyen a nedv, mely a gyümölcs (makk) nevelésére szolgálna, kiszivárog és megkeményedvén, a gubacsot alkotja”. Závodnik István kísérleteit pontos feljegyzésekkel is alátámasztja a cikkben, de hiányolhatóak belőlük a tölgyek virágzására vonatkozó adatok, melyekkel még jobban tudta volna bizonyítani feltevéseit.



**2. ábra** Gubacsok rügyn (Andricus foecundatrix♀♀) és levélen (Neuroterus numismalis♀♀)

**Fotó:** Váradi Melinda

## 2.6. A kísérletben előforduló gubacsdarázsfajok rövid jellemzése

***Andricus anthracina* (Curtis 1838)<sup>1</sup>(♀♀)<sup>2</sup>:** gubacs a levélfonáki ereken jelenik meg, 2-4 mm hosszú, babszem alakú. Színe sárga, esetleg pirosas, gyakran enyhén pettyezett. Tápnövényei különböző *Quercus* fajok (Csóka, 1997).

***Andricus aries* (Giraud 1859)(♀♀):** megnyúlt, árszerű gubacs, csúcsos végződéssel. Akár 50 mm hosszú is lehet, színe vörösesbarna, felülete sima, kifejezett korában fényes. Egykamrás gubacs. Dél-európai faj, de hazánk középhegységeiben kocsányos tölgyön (*Quercus robur*) megjelenik. Nem gyakori faj (Ambrus, 1974), de kísérleti területünkön mégis megjelent.

***Andricus foecundatrix* (Hartig 1840)(♀♀):** az egyivarú nemzedék módosult rügpikkelyekkel borított, 20-30 mm nagyságú, egykamrás gubacsban fejlődik. Fő tápnövénye a *Quercus robur* (Csóka, 1997).

***Andricus gemmeus* (Giraud 1859)(♀♀):** gubacsa 3-4 mm nagyságú, gömbölyű, felülete kiemelkedésekkel sűrűn borított. Színe a korával változik, fiatalon zöldes-vöröses, később barna, majd mintha fehér bevonat képződne rajta. Egykamrás felépítésű rügygubacs. Július közepétől, a szeptemberi lehullásig látható. Hazánkban leggyakrabban *Quercus robur*-on fordul elő (Ambrus, 1974).

***Andricus hungaricus* (Hartig 1843)(♀♀):** 20-40 mm nagyságú, gömbölyű, felületén lapos, kúpos nyúlványokkal borított egykamrás rügygubacs. Csak az egyivarú nemzedéke ismert. Az egyik legnagyobb európai tölgygubacs. Az imágók kora tavasszal repülnek ki. Fő tápnövénye a *Quercus robur*, ritkán *Q. petraea* (Csóka, 1997).

***Andricus inflator* (Hartig 1840)(♀♂):** bunkószerű, 15-20 mm hosszú megvastagodást okoz a hajtásvégeken. A gubacs júniusban jelenik meg, az imágó szeptemberben repül ki. Főbb tápnövényei: *Quercus robur*, *Q. petraea*, *Q. pubescens*(Ambrus, 1974).

***Andricus kollari* (Hartig 1843)(♀♀):** szabályosan gömbölyű, 10-30 mm átmérőjű, egykamrás rügygubacs. Fiatalon friss zöld, majd sötétbarnára színeződik. Legtöbbször csoportosan jelenik meg, szeptemberben érik. Az elhagyott gubacs évekig a fán maradhat (Ambrus, 1974). Az egyivarú nemzedék tápnövényei: *Quercus robur*, *Q. petraea*, *Q. pubescens* (Csóka, 1997).

---

<sup>1</sup> A latin nevek, a leíró személyek és az évszámok pontos feltüntetésének érdekében a Fauna Europaea nyilvántartását használtuk.

<sup>2</sup> Minden gubacsdarázs fajnak csak azon nemzedéke kerül jellemzésre, mely megjelent a kísérletünkben. A következő fejezetekben a nemzedékek típusa nem kerül kiírásra.

***Andricus lignicolus* (Hartig 1840)(♀♀):** az egyivarú nemzedék 7-15 mm nagyságú, szabályos gömb alakú gubacsban fejlődik. Felülete egyenetlen, hullámos rajzolatú. Magányosan, de csoportosan is megjelenhet a hajtásvégi rügyeken. A darázs következő év májusában repül ki. Több tölgyfajon is kifejlődhet: *Quercus robur*, *Q. petraea*, *Q. pubescens* stb. Kétivarú nemzedéke csertölgyön (*Q. cerris*) él (Ambrus, 1974).

***Andricus lucidus* (Hartig 1843)(♀♀):** gömbölyű, 5-10 mm-es gubacsát sűrű, merev, sugarasan elhelyezkedő nyúlványok borítják. Július közepétől kezdődik a fejlődése, majd szeptemberben érik. Idősebb korában száraz, fásodó, törékeny. Többkamrás gubacs. Mediterrán jellegű faj, a csertölgyet kivéve (*Quercus cerris*) mindegyik tölgyfajunkon előfordul. Süngubacsnak is nevezik (Ambrus, 1974).

***Andricus polycerus* (Giraud 1859)(♀♀):** 12-15 mm nagyságú, serleg alakú rügygubacs. Felső része kiszélesedik és kifelé irányuló nyúlványok veszik körbe. Fiatalon zöldes, majd vöröses-barna (Ambrus, 1974). Tápnövényei a *Quercus robur*, *Q. petraea*, *Q. pubescens*. Fiatal, cserje méretű egyedeket kedveli, általában nem tömeges (Csóka, 1997), de a kísérleti területükön gyakori volt és szinte mindenhol csoportosan jelent meg.

***Andricus solitarius* (Fonscolombe 1832)(♀♀):** az ivartalan nemzedék gubacsa árszerű, madárfejhez hasonló kinövés a levél hónaljában. Fiatalon nemezszerűen szőrözött, júniusban már megjelenik. A darázs októberben repül ki (Ambrus, 1974). Fő tápnövényei: *Quercus robur*, *Q. petraea*, *Q. pubescens* és egyéb tölgyfajok (Csóka, 1997).

***Biorhiza pallida* (Olivier 1791)(♀♂):** gubacsa sokkamrás, 20-40 mm nagyságú, burgonyához hasonló. Többkamrás, szivacsos gubacs (Ambrus, 1974). Imágói június-júliusban repülnek ki. Tápnövényei a *Quercus robur*, *Q. petraea*, *Q. pubescens* és mediterrán tölgy fajok (Csóka, 1997).

***Cynips divisa* (Hartig 1840)(♀♀):** az egyivarú nemzedék kerekded, 4-6 mm magas gömbgubacsban fejlődik a levél fonákon. Kezdetben zöldessárga, éréskor megbarnul (Ambrus, 1974). Általában csoportosan jelenik meg és az erekhez kapcsolódik. Tápnövényei a *Quercus robur*, *Q. petraea*, *Q. pubescens* (Csóka, 1997).

***Cynips longiventris* (Hartig 1840)(♀♀):** az egyivarú nemzedék gubacsa gömb alakú, márványos felületű, 8-10 mm hosszú, a levélfonáki erezen fejlődik. Nyár végén érik és a levéllel együtt hullik. Hazánkban a *Quercus robur*-on gyakori (Ambrus, 1974).

***Neuroterus anthracinus* (Curtis 1838)<sup>3</sup>(♀♀):** az egyivarú nemzedék gubacsa tojásdad alakú, 2-4 mm nagyságú. Erenként egy, de levéllemezenként több található belőle. Szeptemberben érik be. Nálunk valamennyi tölgyön gyakori (Ambrus, 1974).

***Neuroterus numismalis* (Fourcroy 1785)(♀♀):** egyivarú nemzedéke 2,5 mm átmérőjű, finoman szőrözött, korong alakú, közepén benyomódott, kezdetben fehér, majd aransárga gubacsot okoz a levélen. Csoportosan jelenik meg, egy levélen lehet 100-nál is több (Ambrus, 1974). Fő tápnövényei a *Quercus robur*, *Q. petraea*, *Q. pubescens* és több tölgyfaj (Csóka, 1997).

***Neuroterus quercusbaccarum* (Linnaeus 1758)(♀♀):** az egyivarú nemzedék 4-5 mm átmérőjű, fehéres, vöröses, szőrökkel borított korong alakú gubacsokban fejlődnek a levél fonákán (Ambrus, 1974). Csoportosan jelennek meg, akár a levélfelszín egészét beboríthatják. A lehullott gubacsokban, az avarban telelnek át és áprilisban repülnek ki. Fő tápnövényei a *Quercus robur*, *Q. petraea*, *Q. pubescens* és még több tölgyfaj (Csóka, 1997).<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> A felhasznált szakirodalomban a régi nevén szerepel: *Andricus ostrea*.

<sup>4</sup> A fentiekben részletezett fajok teljes latin nevének kiírására a következőkben nem kerül sor, a megfelelő rövidítéseket alkalmazom. Az egyszerűség kedvéért a faj leírója és a hozzá tartozó évszám is elhagyásra kerül.

## 3. A vizsgálatok anyaga és módszere

### 3.1. A kísérleti terület termőhelyi jellemzése

A vizsgálatokhoz szükséges felvételezések a bejcggyertyános csemetekertben elhelyezkedő kísérleti területen folytak.

A csemetekert a Kemeneshát erdőgazdasági tájcsoporton belül, az Alsó-Kemenesháton található. A táj DNy-i részét egykor gyertyános-tölgyesek borították, az irtáslegelők jelentős része napjainkra beerdősített terület lett, de nagy kiterjedésű szántókkal ma is találkozhatunk.

A táj két tájrészletének klímájában különbségeket találunk. Míg a Felső-Kemeneshát mérsékelt hűvös-mérsékelt nedves klímahatású, addig az Alsó-Kemeneshát mérsékelt meleg-mérsékelt száraz:

- átlagos évi középhőmérséklet: 9,9°C
- tenyészidőszaki középhőmérséklet: 16,3°C
- átlagos évi csapadékösszeg: 675 mm
- tenyészidőszaki átlagos csapadék: 415 mm

A fentiek alapján erre a tájrészletre a zárt tölgyes klíma jellemző. Erdeinek háromnegyede 150-250 m tszfm. között, a többi rész ennél alacsonyabban található. Főleg az Alsó-Kemenesháton találkozhatunk váltakozó kitettségű állományokkal, a többi rész túlnyomóan sík fekvésű. A terület talajainak 87,8% TVFLEN hidrológiájú, kisebb részeken találkozhatunk VÁLT, SZIV, IDŐSZ, ÁLLV és FELSZ<sup>5</sup> típusokkal. Az Alsó-Kemeneshát talajainak 53%-a vályog, 44%-a homok szövetű. Az alapkőzetnek megfelelően kavicsos váztalaj, rozsdabarna erdőtalaj, ill. egyéb barna erdőtalajok jelennek meg. Őshonos fafajok közül a jelentősebbek: KST, KTT, CS, (B), GY, MJ, MSZ, MK, CSNY, AL, KT, RNY, KFÜ, KH, NYI, KBO<sup>6</sup>. Az Alsó-Kemeneshát faállományai közül az akácok (36,6%) és az erdeifenyvesek (20,2%) területaránya a legnagyobb. Kocsányos tölgyesekből 8,3% található. A jobb termőhelyeken kocsánytalan tölgy, kocsányos tölgy és cser főfajú faállomány-típusok mellett bükkösök és égeresek is előfordulhatnak. Főleg a fokozatos felújító vágásokat

<sup>5</sup> TVFLEN: többletvízhatástól független, VÁLT: váltakozó vízellátottságú, SZIV: szivárgó vizű, IDŐSZ: időszakos vízhatású, ÁLLV: állandó vízhatású, FELSZ: felszínig nedves

<sup>6</sup> KST: kocsányos tölgy, KTT: kocsánytalan tölgy, CS: csertölgy, B: bükk, GY: közönséges gyertyán, MJ: mezei juhar, MSZ: mezei szil, MK: magas kőris, CSNY: madárcseresznye, AL: vadalma, KT: vadkörte, RNY: rezgő nyár, KFÜ: kecskefűz, KH: kislevelű hár, NYI: bibircses nyír, KBO: közönséges boróka

részesítik előnyben, míg az akácosokban és erdeifenyvesekben (tar)vágásos erdőalak figyelhető meg. Rendeltetésük szerint az Alsó-Kemenesháton található erdők 94,7%-ban fatermelést szolgáló erdők (Bartha és mtsai, 2006).

### 3.2. A kísérleti terület elrendezése

A kísérleti területen két blokkra elosztva 15-15 parcellában 360 kocsányos tölgy (*Quercus robur*) csemetén végeztünk teljes felvételezést 2012. májustól szeptemberig, havonta. A csemeték három különböző származásúak voltak: magyar, skót és francia. A magyar csemeték a következő települések környékéről gyűjtött szaporítóanyagból származnak: Nádasd, Rátót, Sorkifalud, Óriszentpéter és Csákánydoroszló. A másik két származás Skóciából, Penicuik (Midlothian) környékéről, valamint Franciaország déli részéről, Bordeaux mellől érkeztek.

A kísérlet elrendezését az **3/a.** és **3/b. ábra** szemlélteti. A blokkok egy-egy ismétlésnek feleltek meg. Összességében 72 skót, 144 magyar és 144 francia származású egyeden dolgoztunk (**1. táblázat**). A 360 csemete három sorból és négy oszlopból álló parcellákban helyezkedtek el, így blokkonként 15-15 parcelláról beszélhetünk. A különböző származások parcelláit elegyesség szerint három csoportba oszthatjuk: homogén vagy egycsaládos, kétcsaládos és négycsaládos, attól függően hány féle anyától származnak a csemeték. Az **1. táblázat**ban látható a származásonként fellelhető parcellatípusok száma, illetve, hogy azok hány anyától származó csemetékből tevődnek össze.

**1. táblázat** A származások összetétele parcellatípus, anyafák száma és csemeteszám szerint

| Származások | Homogén parcellák száma (db) | Kétcsaládos parcellák száma (db) | Négycsaládos parcellák száma (db) | Anyafák száma (db) | Csemeték száma (db) |
|-------------|------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------|---------------------|
| Francia     | 4                            | 4                                | 4                                 | 5                  | 144                 |
| Magyar      | 4                            | 4                                | 4                                 | 5                  | 144                 |
| Skót        | 2                            | 2                                | 2                                 | 4                  | 72                  |

### 3.3. A felvételezések módjai, időpontjai és a vizsgálatok kiértékeléséhez használt statisztikai módszerek

A 2012-es felvételezések időpontjait úgy választottuk meg, hogy a teljes vegetációs időszakot lefedjék, így összesen öt felvételezésre került sor. Ügyeltünk arra, hogy egy-egy időpont között 4-5 hétnél több ne teljen el. A különböző célú felvételezések időpontját az **2. táblázat** tartalmazza.

**2. táblázat** A különböző célú felvételezések témái és időpontjai

| Felvételezés témája    | Felvételezések időpontjai                |                          |                           |                           |                              |                               |
|------------------------|------------------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Fenológia              | 2009-2010.<br>április-május<br>3 naponta |                          |                           |                           |                              |                               |
| Gubacsok felvételezése |                                          | 2012.<br>május 4.<br>hét | 2012.<br>június 3.<br>hét | 2012.<br>július<br>4. hét | 2012.<br>augusztus<br>4. hét | 2012.<br>szeptember<br>4. hét |
| Magasságmérés          |                                          |                          |                           |                           |                              | 2012.<br>szeptember<br>4. hét |

A fenológiai adatok felvételére 2009-ben és 2010-ben került sor (**2. táblázat**). A teljesen zárt rügyektől a levelek kiterüléséig 5 kategóriát különítettünk el. A fakadási idők alapján a tölgyeket 4, illetve 8 csoportba osztottuk. Négy kategória esetén a fakadási idők felvétele között 1-1 hét, 8 kategória esetén pedig 3-4 nap telt el. 2012-es felvételezéseink során minden egyes csemetét tőtől a csúcsáig átvizsgáltunk, majd felvételi lapon rögzítettük az adott pillanatban rajtuk található gubacsok számát és típusát. Az adatokat, a további könnyebb feldolgozás érdekében Excel táblában véglegesítettük. Az utolsó hónapban került sor a csemeték magasságának lemérésére, centiméteres pontossággal. Eszközünk a méterrúd volt, a mért adatokat pedig külön felvételi lapon rögzítettük.

A különböző származású kocsányos tölgyek gubacsközösségeit első lépésben alapstatisztikai módszerekkel vizsgáltuk meg (átlag, szórás, gyakoriság). A fakadási idők és a gubacsok megjelenése közti összefüggés-vizsgálatot, mivel sorrendi skáláról volt szó, a Spearman-féle rang-korrelációval végeztük el. A két faktor szerinti keresztsztyalizálásnál, variancia-stabilizáló transzformációként Box és Cox módszerét alkalmaztuk, hiszen a varianciák között inhomogének is voltak. A statisztikai vizsgálatok elvégzésénél a STATISTICA program 11-es verzióját és a Past programot alkalmaztuk.

# BLOC 1

|                                                             |                                                                  |                                                                  |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 13<br>SC1 SC1 SC1 SC1<br>SC1 SC1 SC1 SC1<br>SC1 SC1 SC1 SC1 | 11<br>HU2 HU7 HU2 HU7<br>HU7 HU2 HU7 HU2<br>HU2 HU7 HU2 HU7      | 3<br>FR4 FR8 FR13 FR16<br>FR13 FR16 FR4 FR8<br>FR16 FR4 FR8 FR13 |
| 8<br>HU1 HU7 HU1 HU7<br>HU7 HU1 HU7 HU1<br>HU1 HU7 HU1 HU7  | 6<br>FR7 FR8 FR13 FR16<br>FR13 FR16 FR7 FR8<br>FR16 FR7 FR8 FR13 | 12<br>HU2 HU7 HU8 HU6<br>HU8 HU6 HU2 HU7<br>HU6 HU2 HU7 HU8      |
| 7<br>HU1 HU1 HU1 HU1<br>HU1 HU1 HU1 HU1<br>HU1 HU1 HU1 HU1  | 14<br>SC1 SC2 SC1 SC2<br>SC2 SC1 SC2 SC1<br>SC1 SC2 SC1 SC2      | 1<br>FR4 FR4 FR4 FR4<br>FR4 FR4 FR4 FR4<br>FR4 FR4 FR4 FR4       |
| 5<br>FR7 FR8 FR7 FR8<br>FR8 FR7 FR8 FR7<br>FR7 FR8 FR7 FR8  | 10<br>HU2 HU2 HU2 HU2<br>HU2 HU2 HU2 HU2<br>HU2 HU2 HU2 HU2      | 15<br>SC1 SC2 SC6 SC7<br>SC6 SC7 SC1 SC2<br>SC7 SC1 SC2 SC6      |
| 9<br>HU1 HU7 HU8 HU6<br>HU8 HU6 HU1 HU7<br>HU6 HU1 HU7 HU8  | 2<br>FR4 FR8 FR4 FR8<br>FR8 FR4 FR8 FR4<br>FR4 FR8 FR4 FR8       | 4<br>FR7 FR7 FR7 FR7<br>FR7 FR7 FR7 FR7<br>FR7 FR7 FR7 FR7       |

# BLOC 2

|                                                                  |                                                             |                                                                  |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 14<br>SC1 SC2 SC1 SC2<br>SC2 SC1 SC2 SC1<br>SC1 SC2 SC1 SC2      | 9<br>HU1 HU7 HU8 HU6<br>HU8 HU6 HU1 HU7<br>HU6 HU1 HU7 HU8  | 6<br>FR7 FR8 FR13 FR16<br>FR13 FR16 FR7 FR8<br>FR16 FR7 FR8 FR13 |
| 3<br>FR4 FR8 FR13 FR16<br>FR13 FR16 FR4 FR8<br>FR16 FR4 FR8 FR13 | 2<br>FR4 FR8 FR4 FR8<br>FR8 FR4 FR8 FR4<br>FR4 FR8 FR4 FR8  | 8<br>HU1 HU7 HU1 HU7<br>HU7 HU1 HU7 HU1<br>HU1 HU7 HU1 HU7       |
| 10<br>HU2 HU2 HU2 HU2<br>HU2 HU2 HU2 HU2<br>HU2 HU2 HU2 HU2      | 11<br>HU2 HU7 HU2 HU7<br>HU7 HU2 HU7 HU2<br>HU2 HU7 HU2 HU7 | 5<br>FR7 FR8 FR7 FR8<br>FR8 FR7 FR8 FR7<br>FR7 FR8 FR7 FR8       |
| 13<br>SC1 SC1 SC1 SC1<br>SC1 SC1 SC1 SC1<br>SC1 SC1 SC1 SC1      | 4<br>FR7 FR7 FR7 FR7<br>FR7 FR7 FR7 FR7<br>FR7 FR7 FR7 FR7  | 7<br>HU1 HU1 HU1 HU1<br>HU1 HU1 HU1 HU1<br>HU1 HU1 HU1 HU1       |
| 12<br>HU2 HU7 HU8 HU6<br>HU8 HU6 HU2 HU7<br>HU6 HU2 HU7 HU8      | 15<br>SC1 SC2 SC6 SC7<br>SC6 SC7 SC1 SC2<br>SC7 SC1 SC2 SC6 | 1<br>FR4 FR4 FR4 FR4<br>FR4 FR4 FR4 FR4<br>FR4 FR4 FR4 FR4       |

3/a. ábra A kísérlet elrendezése.



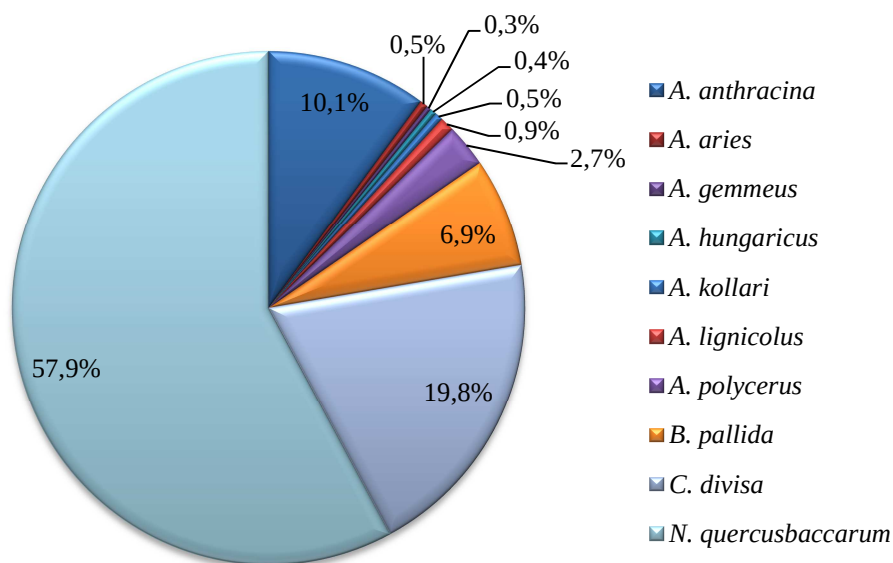
3/b. ábra A kísérlet elrendezése, 2012. október.

Fotó: Dr. Tuba Katalin

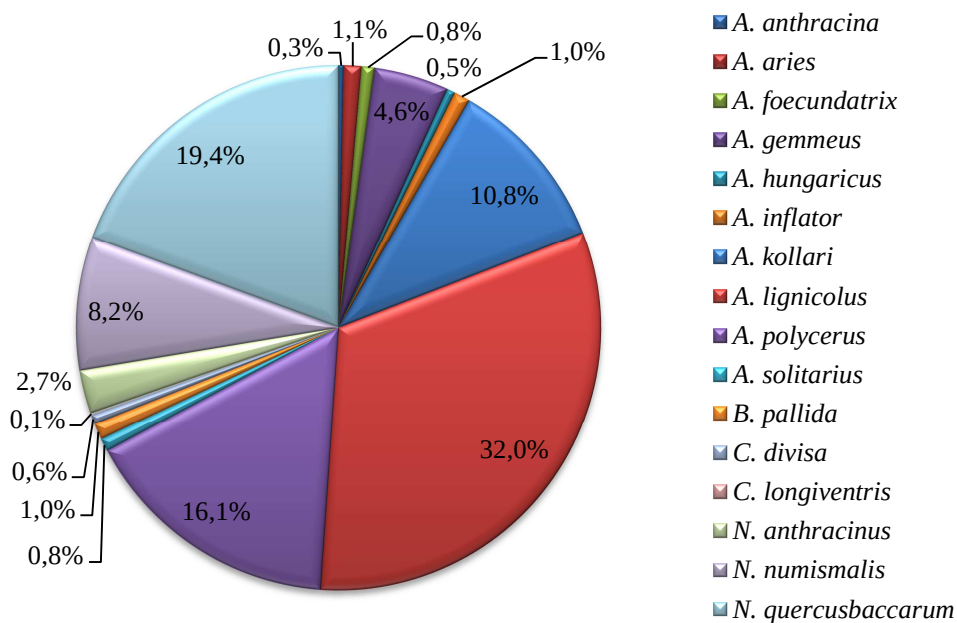
## 4. Eredmények

### 4.1. A különböző gubacstípusok előfordulása a három származáson

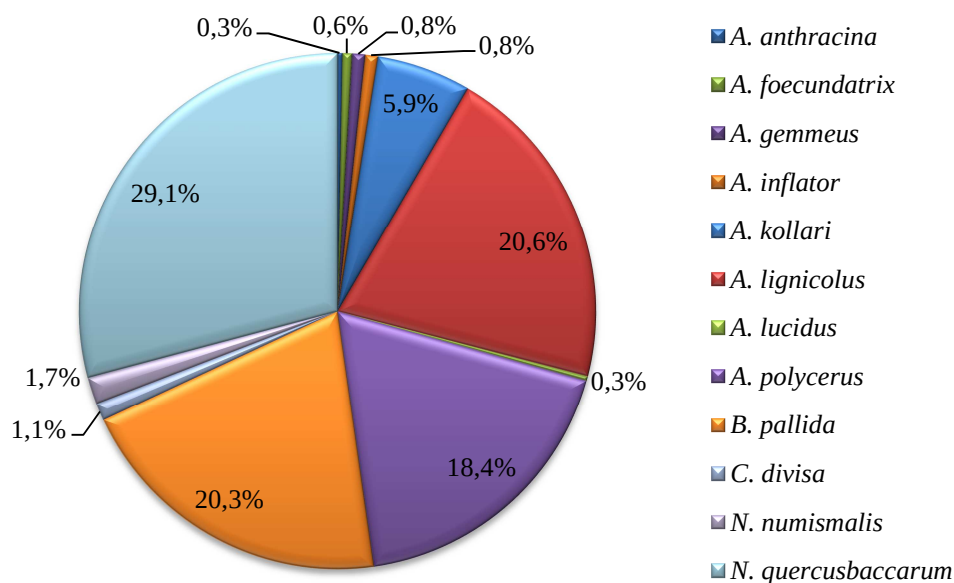
A magyar, francia, skót származásokon összesen 17 gubacsdarázsfajt azonosítottunk be a vegetációs időszak során, melyek a három származáson igen eltérő arányokban jelentkeztek (4., 5. és 6. ábra).



4. ábra Gubacstípusok megoszlása a magyar származásokon



5. ábra Gubacstípusok megoszlása a francia származásokon



**6. ábra** Gubacstípusok megoszlása skót származásokon

Domináns gubacsdarázs fajként a magyar és skót származáson is egyaránt a *N. quercusbaccarum* emelhető ki (**4. és 6. ábra**), de a francia parcellákon is jelentős aránnyal szerepelt (**5. ábra**). A magyar parcellákon ez a faj adta a gubacsok 57,9%-át, ami a három származás adatait tekintve is a legmagasabb arányszámot jelenti. Ami a többi fajt illeti érdekes megfigyelés, hogy egyik származáson sem fordult elő annyi *C. divisa* és *A. anthracina*, mint a magyarokon (**4. ábra**).

A *N. quercusbaccarum* a skótoknál is domináns faj volt, 29%-kal. A sorban utána következő három gubacstípus között igen kicsi százalékos eltérések alakultak ki, hiszen az *A. lignicolus*, a *B. pallida* és az *A. polycerus* egyaránt 20 % körüli értékben jelentkeztek. Ezen négy uralkodó faj mellett még nyolc kisebb számú fajt találtunk, melyek között az *A. kollari* mondható jelentősebbnek 6%-kal (**6. ábra**).

A francia származású csemetéken az *A. lignicolus* volt a vezető gubacs faj, hiszen az összes faj majdnem 1/3-át tette ki. Őt követi a *N. quercusbaccarum*, majd 16,1%-kal az *A. polycerus* (**5. ábra**). Itt említeném meg, hogy a felvételezés évében egyik csemetén sem került sor az *A. polycerus* gubacsának képződésére, tehát az adatokban és az eredményekben szereplő, erre a fajra vonatkozó számok a 2011. év végi állapotot szemléltetik. Szembetűnő eredmény az *A. polycerus*-t illetően, hogy igen hasonló és viszonylag jelentős aránnyal jelentkezett a francia és a skót parcellákon, ellentétben a magyar származásokkal, ahol ez a szám csak 2,7%.

A felvételezések során beazonosított 17 gubacstípus közül egy kivételével mindegyik megjelent a francia parcellákon (**5. ábra**). Az *A. lucidus* (**7. ábra**) gubacsát csak skót tölgyön

találtuk meg. A francia parcellákon három olyan fajt is megnevezhetünk, mely kizárólag e származáshoz köthető: *A. solitarius*, *C. longiventris* és *N. anthracinus*. Köztük egyedül a *N. anthracinus* volt 1%-nál nagyobb arányú. A hazai származáshoz nem rendelhető olyan faj, ami kizárólag magyar csemetéken jelent volna meg, hiszen a rajtuk talált fajok mindegyike megjelent francia és/vagy skót parcellákban is.

A vegetációs időszak során több olyan fajjal is találkoztunk, melyek szinte csak mutatóban voltak jelen. Ilyenek például az *A. aries* (**8. ábra**), *A. gemmeus* (**10. ábra**), *A. hungaricus* (**9. ábra**), *C. longiventris*. Skót és magyar tölgyeken ebben a csoportban egyaránt 5-5 fajt számolhatunk össze, ellentétben a franciákkal, ahol összesen 9 ilyen fajt találtunk.



**7. ábra** *A. lucidus*



**8. ábra** *A. aries*



**9. ábra** *A. hungaricus*



**10. ábra** *A. gemmeus*

**Fotó:** Dobos Alex

Az, hogy egy adott faj az egyik származáson ritka volt, nem zárta ki, hogy egy másikon éppen abból legyen a legtöbb. *B. pallidat* például francia tölgyeken szinte alig láthattunk (**5. ábra**), a skótokon viszont az egyik leggyakoribb faj volt (**6. ábra**). *A.*

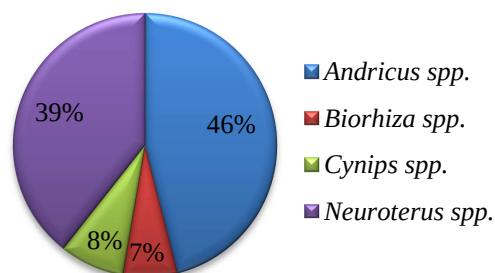
*polycerust* is csak a skót származáson mondhattuk gyakorinak (**6. ábra**), *C. divisat* pedig nagyobb arányban csak magyar csemetéken találtunk (**4. ábra**).

Fajgazdagság szempontjából a következő sorrendet állíthatjuk fel a három származás között: első helyen 16 fajjal a francia, második a skót 12-vel, utolsóként pedig a magyar származás 10 gubacsokozóval. Az egy származásra eső gubacsok száma is a francia parcellákon volt a legnagyobb, a skót és magyar tölgyek e tekintetben számottevően nem tértek el egymástól.

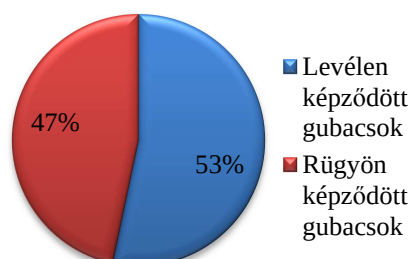
#### 4.2. A különböző gubacstípusok megoszlása nemzetségek, valamint a gubacsképzés helye szerint

A kísérlet során érdekesen alakult a különböző gubacstípusok megoszlása rendszertani szempontból. A területen 17 gubacsokozó jelent meg, melyek kivétel nélkül a gubacsdarazsak családjába tartoznak (*Hymenoptera*, *Cynipidae*). A gubacsszúnyogok (*Diptera*, *Cecidomyiidae*) közül egyetlen faj sem képviseltette magát a vizsgált vegetációs időszak során.

**11. ábra** Gubacsdarazs fajok megoszlása nemzetségek szempontjából



**12. ábra** Gubacsdarazs fajok megoszlása a gubacsképzés helye szerint

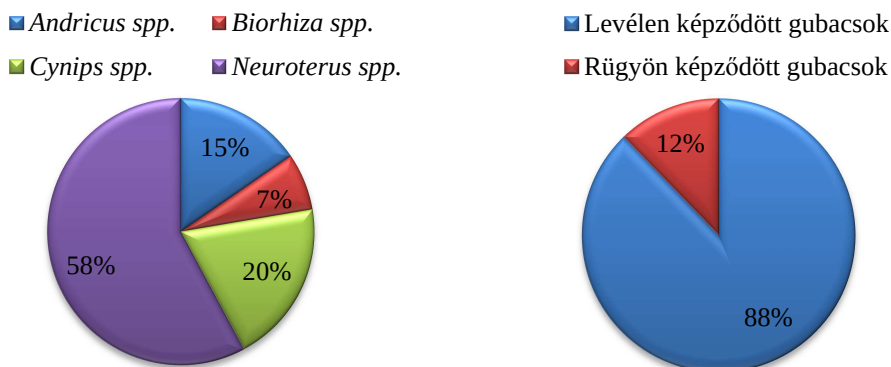


A vizsgált fajok összesen négy nemzetségből kerültek ki: *Andricus*, *Biorhiza*, *Cynips* és *Neuroterus* (**11. ábra**). Ha tovább bontjuk a **11. ábra** egyes szeleteit aszerint, hogy az egyes nemzedékekből hány faj szerepelt a kísérlet során, a következő sorrendet állíthatjuk fel. Az *Andricus* nemzetség büszkélkedhet a legtöbb, összesen 11 fajjal, míg a *Biorhiza* nemzetséget mindössze egyetlen faj képviselte. Második helyen a *Neuroterus* áll 3 gubacsokozóval, harmadik pedig a *Cynips* nemzetség két fajjal. A **11. ábra** részei megközelítőleg tükrözik az egyes nemzedékek fajgazdagságának arányait is.

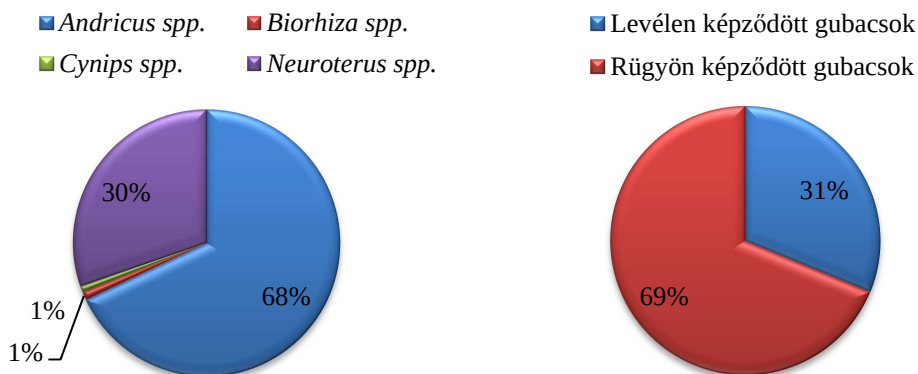
Az *Andricus* és *Biorhiza* nemzetségből megjelent fajok a fák rügyein, míg a másik két csoport a leveleken okozott gubacsokat. Az összes adatot egybevéve a két csoport majdnem pontosan fele-fele arányban jelentkezett (**12. ábra**).

A fent részletezett két szempont szerint vizsgáljuk meg külön-külön a három származást (**13. ábra**). Ez esetben jelentős eltérés mutatkozik a hazai és a külföldi származások között a gubacsképzés helyét tekintve. Míg a francia és skót tölgyeken 70%-ban a rügyeken képződő gubacsok jelentkeztek<sup>7</sup>, addig a magyarokon majdnem 90%-ban a levélen alakultak ki a képződmények. Hazai parcelláinkon volt a legtöbb *Neuroterus* nemzetségből származó faj, majdnem 60%. Fele ennyi volt az arányuk a francia és skót csemetéken, ahol szinte pontosan egyforma, 30% körüli értékben lehetett őket megfigyelni.

## MAGYAR

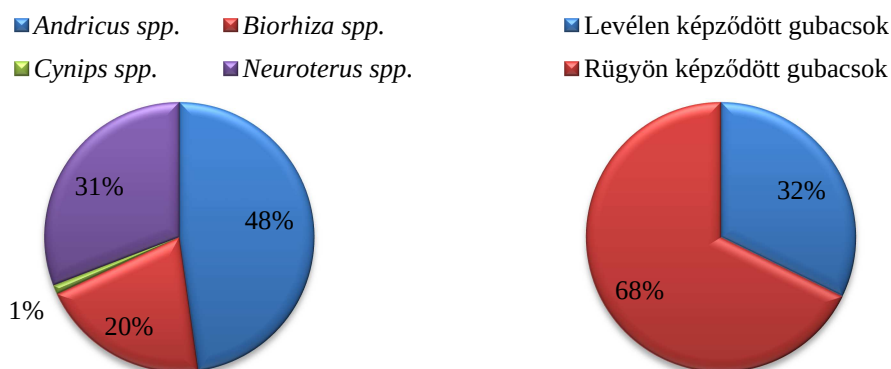


## FRANCIA



<sup>7</sup> Számolásaink során ide vettük az *A. inflator*-t is, mely valójában a hajtáson okoz duzzanatot. Mivel mind a skót, mind a francia származáson igen kis arányban volt jelen, eredményeinket ez a lépés nem módosítja.

## SKÓT



**13. ábra** Gubacsdarázs fajok megoszlása a különböző származásokban nemzetség, illetve gubacsképzés helye szerint

A két külföldi származáson *Andricus* fajokból volt a legtöbb, a franciák esetében ezek a fajok adták ki szinte teljes egészében a rügyön képződő gubacsok számát<sup>8</sup>. A skótoknál viszont ugyanehhez az arányszámhoz jelentős mértékben hozzájárult a *Biorhiza pallida* 20%-os megjelenése.



**14. ábra** *C. divisa*



**15. ábra** *N. quercusbaccarum*

**Fotó:** Dobos Alex

A magyar parcellák levelein elsősorban *N. quercusbaccarum* (**15. ábra**), *C. divisa* (**14. ábra**) és *A. anthracina*, a külföldi származások rügyein *A. lignicolus*, *A. polycerus* (**16. ábra**), *B. pallida* (**17. ábra**) és *A. kollari* lépett fel (**18. ábra**). A *Cynips* nemzetségből a francia és skót csemetéken alig jelent meg gubacs, a leveleken szinte csak *Neuroterus* fajok fordultak elő.

<sup>8</sup> Kivétel az *A. anthracina*, mely a levélen okoz gubacsot.



**16. ábra** *A. polycerus*



**17. ábra** *B. pallida*



**18. ábra** *A. kollari*

**Fotó:** Dr. Tuba Katalin

#### 4.3. A gubacsok diverzitási értékei a három származáson

A három különböző származású tölgy populáció fajokban való gazdagságát és a fajok egymáshoz viszonyított gyakoriságát Shannon-Wiener diverzitási index segítségével hasonlítottuk össze (**3. és 4. táblázat**).

**3. táblázat** A Shannon-Wiener szerinti diverzitások és azok szórásainak alakulása a vegetációs időszakban

| Származások    | Diverzitások értékei a különböző hónapokban |              |              |              |              | Szórás       |
|----------------|---------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                | Május                                       | Június       | Július       | Augusztus    | Szeptember   |              |
| <b>Skót</b>    | 1,339                                       | 0,888        | 0,578        | 0,557        | 0,841        | <b>0,316</b> |
| <b>Magyar</b>  | 1,067                                       | 0,678        | 1,231        | 0,264        | 0,219        | <b>0,458</b> |
| <b>Francia</b> | 1,129                                       | 1,436        | 1,974        | 1,449        | 1,423        | <b>0,306</b> |
| <b>Szórás</b>  | <b>0,143</b>                                | <b>0,391</b> | <b>0,698</b> | <b>0,617</b> | <b>0,602</b> |              |

**4. táblázat** A Shannon-Wiener szerinti diverzitások alakulása a gubacsképzés helye szerint

|                |                       | Május        | Június       | Július       | Augusztus    | Szeptember   | Szórás       |
|----------------|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Skót</b>    | <b>Levélen</b>        |              |              | 0,245        |              | 0,436        | <b>0,198</b> |
|                | <b>Rügyön</b>         | 1,339        | 0,888        |              | 1,439        | 1,386        | <b>0,606</b> |
| <b>Magyar</b>  | <b>Levélen</b>        | 0,234        | 0,678        | 0,791        | 0,140        | 0,050        | <b>0,334</b> |
|                | <b>Rügyön</b>         | 0,723        |              | 1,030        | 1,330        |              | <b>0,602</b> |
| <b>Francia</b> | <b>Levélen</b>        |              |              | 1,289        | 0,752        | 0,141        | <b>0,569</b> |
|                | <b>Rügyön</b>         | 1,129        | 1,200        | 1,583        | 1,195        | 1,613        | <b>0,234</b> |
|                | <b>Szórás levélen</b> | <b>0,135</b> | <b>0,392</b> | <b>0,522</b> | <b>0,400</b> | <b>0,202</b> |              |
|                | <b>Szórás rügyön</b>  | <b>0,313</b> | <b>0,623</b> | <b>0,803</b> | <b>0,122</b> | <b>0,873</b> |              |

Felvételezésünk első hónapjában, 2012 májusában a skót származás bizonyult a legdiverzebbnek, de nagyon szorosan követték őt a francia, majd a magyar parcellák értékei. A vegetációs időszak további részében végig a franciák tartották az első helyet. Legalacsonyabb értékük szeptemberben jelentkezett. A magyaroknál már augusztusban is igen alacsony volt a diverzitás értéke, de a minimumot, ettől nem sokkal kisebb értékkel csak szeptemberben érte el. A legmagasabb diverzitás júliusban volt. A skótok júliusi és augusztusi diverzitása között is igen kicsi különbség tapasztalható, mégis az augusztusit nevezhetjük a minimumnak. Igazán magas, 1 feletti diverzitást egyedül májusban mutattak a skót parcellák. A franciák értékei mindvégig jóval 1 felett voltak, júliusi maximumuk során megközelítették a 2-es értéket.

A legtöbb hasonlóságot, a diverzitást tekintetében májusban láthatjuk a származások között, amikor is mindegyiknél 1 feletti az értékek, köztük pedig elenyészőek a különbségek. A skótok és franciák diverzitásának szórása majdnem egyforma, bár a magyaroké sem kiugróan magas. A hónapokat tekintve júliusban láthatjuk a legmagasabb szórást, bár tőle nem sokkal maradnak le az augusztusi és szeptemberi értékek sem (**3. táblázat**).

A levélen gubacst okozó fajok csak a magyar származáson, míg a rügyeken megjelenők csak a franciák esetében voltak jelen mindegyik hónapban. A skótoknál

augusztusban, a rügygubacsoknál lehetett megfigyelni a maximális értéket, míg a levélgubacsok minimumát júliusban (**4. táblázat**). Látható, hogy a **3. táblázat** májusi maximumát teljes egészében a skótoknál megjelenő rügygubacsok tették ki. Májusban egyedül a magyar parcellákon voltak levélgubacsok, igaz diverzitásuk ekkor még alacsony volt, de nem a legalacsonyabb, hiszen szeptemberben hozták a minimumot. Az egész **4. táblázat**ot tekintve is ez a szeptemberi érték volt a legkisebb. A magyarok rügygubacsai júliusban voltak a legdiverzebbek. Ahogy a **3. táblázatban**, itt is a franciáknál a legmagasabbak az értékek. A szeptemberi levélgubacs-minimumot megelőzően (az augusztus kivételével), minden érték 1 felett volt. A maximum a rügyön okozott gubacsoknál júliusban jelent meg.

A legnagyobb szórást a szeptemberi rügygubacsoknál láthatjuk, bár tőle nem sokkal marad le a júliusi érték. Leginkább hasonló diverzitásokat augusztusban vehetünk észre szintén a rügygubacsok esetében, bár a májusi és szeptemberi levélgubacsok értékei sem tértek el jelentős mértékben. Ugyanazon származáson belül a hónapok közötti diverzitások hasonlóak voltak a skót és magyar rügygubacsoknál (majdnem egyforma a szórás), illetve magasabb volt még a francia levélgubacsoknál (**4. táblázat**).

#### **4.4. A különböző származású csemeték növekedési adatai és a gubacsok száma közötti összefüggés vizsgálata**

A különböző származású csemeték növekedési adatai, valamint a rajtuk megjelent gubacsok száma közötti összefüggést Spearman-féle rang korrelációval vizsgáltuk (**5. táblázat**).

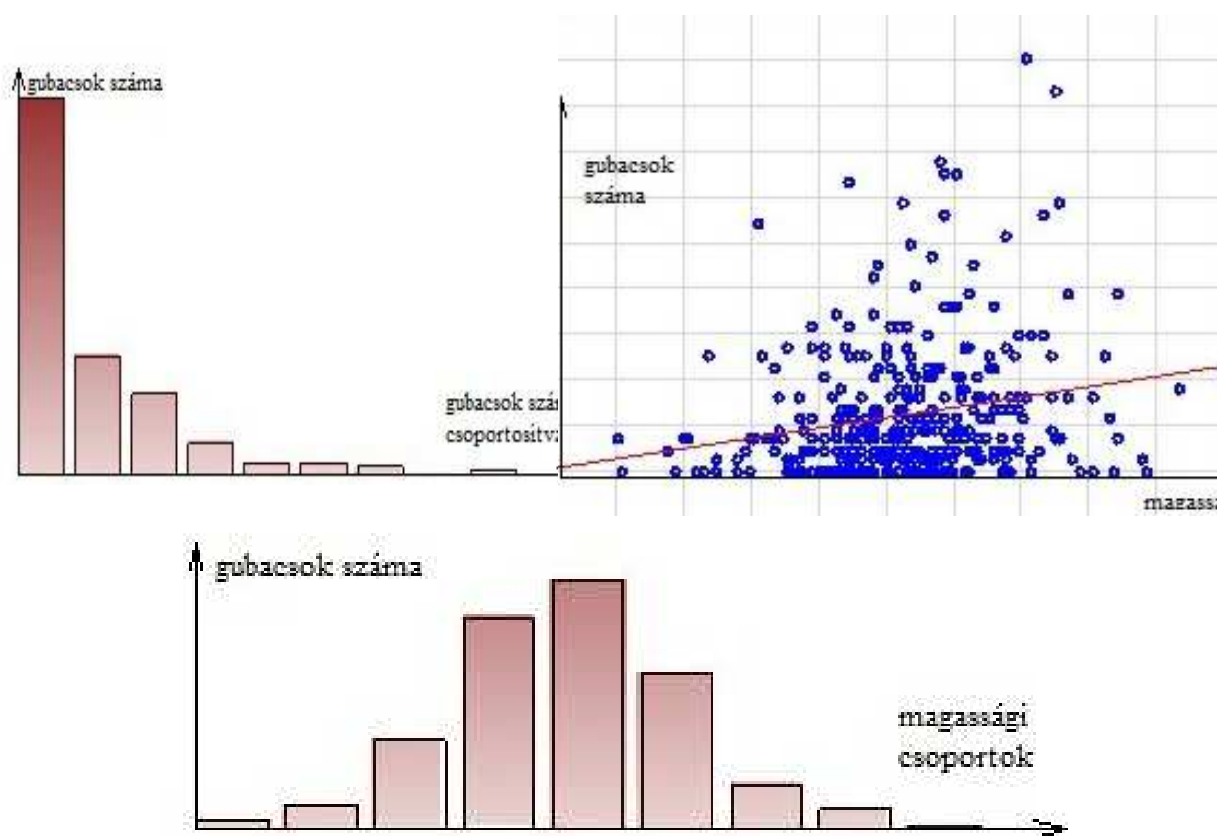
A rang korreláció eredményeiből (**5. táblázat**) megállapíthattuk, hogy a csemeték magassága és a rajtuk megjelenő gubacsok száma között pozitív összefüggés van. A kapcsolat fenn áll a két vizsgált tényező között, amennyiben  $p \leq 0,05$ . Az első blokkban a skót és francia származásoknál egyaránt jelentkezett az összefüggés, míg a magyarok értéke ennél magasabbnak bizonyult.

A második blokk ismétléseinél a skótok és a franciák már elmaradtak, a magyarok és a franciák viszont majdnem szignifikánsnak mutatkoztak. Az összesített adatokkal való számolások utána mind a magyar, skót és francia parcellákban is kimutatható az összefüggés, sőt az összesített parcellákon is, ahol  $p \sim 0$ .

5. táblázat A Spearman-féle rang korreláció eredményei

|            | Skót     | Magyar   | Francia  |
|------------|----------|----------|----------|
|            | p=0,05   |          |          |
| 1. Blokk   | 0,012880 | 0,450298 | 0,002767 |
| 2. Blokk   | 0,548027 | 0,059303 | 0,076516 |
| Összesítve | 0,014574 | 0,049648 | 0,003959 |
| Összes     | 0,000034 |          |          |

A 19. ábra együttes megmutatja, hogy a csemete magassága és a gubacsok száma erősen és pozitív mértékben összefügg, tehát a magasabb csemetéken több gubacs volt megfigyelhető.



19. ábra A magassági adatok és a gubacsok számának eloszlása, illetve a közöttük lévő összefüggések iránya

#### 4.5. A különböző származású csemeték fakadási ideje és a gubacsok száma közötti összefüggés vizsgálata

A fenológiai adatokat összevetettük az egyes csemetéken képződött gubacsok számával és a kapott eredmények alapján nem találtuk összefüggést a két tényező között. A fakadás ezeknél az egyedeknél nem befolyásolta a gubacsok számát sem a 4 (**6. táblázat**), sem a 8 kategóriás (**7. táblázat**) felosztás esetén.

**6. táblázat** A fakadási idő és a gubacsok száma közötti összefüggés eredményei 4 kategória esetén

|                              | Skót          | Magyar   | Francia  |
|------------------------------|---------------|----------|----------|
|                              | <b>p=0,05</b> |          |          |
| <b>1. Blokk</b>              | 0,736714      | 0,990835 | 0,351978 |
| <b>2. Blokk</b>              | 0,864378      | 0,197083 | 0,966154 |
| <b>1-2. Blokk összesítve</b> | 0,416251      | 0,419660 | 0,516216 |
| <b>Összes</b>                | 0,925807      |          |          |

**7. táblázat** A fakadási idő és a gubacsok száma közötti összefüggés eredményei 8 kategória esetén

|                              | Skót          | Magyar   | Francia  |
|------------------------------|---------------|----------|----------|
|                              | <b>p=0,05</b> |          |          |
| <b>1. Blokk</b>              | 0,584511      | 0,682445 | 0,518236 |
| <b>2. Blokk</b>              | 0,684414      | 0,227287 | 0,745068 |
| <b>1-2. Blokk összesítve</b> | 0,283240      | 0,271244 | 0,823523 |
| <b>Összes</b>                | 0,806496      |          |          |

#### 4. 6. A származás, a klónok különböző mértékű elegyítése a parcellákon és a gubacsfajok hatása egy adott egyeden a gubacsok számára

Munkánk során vizsgálatokat folytattunk arra vonatkozóan, hogy vajon mi alapján dönti el a gubacsdarázs azt, hogy melyik egyeden okoz gubacsot? Az erre vonatkozó eredményeket mutatja be a **8. táblázat**.

**8. táblázat** A származások, családok és a gubacsfajok átlagainak vizsgálata varianciaanalízissel

|        | p-érték       |            |            |
|--------|---------------|------------|------------|
|        | Nemzet-család | Nemzet-faj | Család-faj |
| Család | 0,9533        |            | 0,3581     |
| Nemzet | 0,4432        | 0,2949     |            |
| Faj    |               | 0,0000     | 0,0000     |

A fenti eredmények alapján kijelenthető, hogy a csemeték vegyes telepítése nem befolyásolja a rajtuk megjelenő gubacsok számát. A faj válogat, vagyis ő dönti el, hogy melyik fa az ideális számára és azt választja ki. A faj után a tölgyek származása a második befolyásoló tényező, a legkevésbé pedig a telepítés vegyességének van jelentősége.

A különböző származásokon a gubacsképző fajok szignifikáns eltérés mutatnak, míg a parcellák vegyes telepítése és a származás szignifikáns eltérést a klónok között nem idéz elő.

## 5. Következtetések

A terepi felvételezések alkalmával, már az adatok feldolgozása előtt folyamatos megfigyeléseket végeztünk a három különböző származást illetően. A különbségek már a vizsgálatok korai szakaszában igen látványosak voltak, ezért kíváncsian vártuk az eredmények megszületését, hogy azok sejtéseinket valóban alátámasztják-e?

Az eredmények értékelése esetünkben különösen összetett feladatot jelentenek, hiszen mind erdőgazdálkodási, mind biodiverzitási szempontokat figyelembe kell vennünk. Ebből kifolyólag az eredmények gyakorlatba történő átvezetésére általános séma nem adható, csak elveket érdemes kiemelni. Szinte minden eset egyedi elbírálást igényel, hiszen e két terület súlyozása az adattok és a célok tükrében, változhat. A biodiverzitási és klímaváltozási szempontokból, a minél magasabb fajszám kialakulása mindenképpen kedvezőbb. A magasabb fajszám, vagyis maga a diverzitás elősegítheti, hogy egy-egy területen ne csak egy vagy néhány faj kerüljön túlsúlyba, hanem egy komplexebb, önszabályozó közösség alakuljon ki. Az erdőgazdálkodást tekintve pedig az egyszerűbb és probléma mentesebb kezelhetőség a fő cél.

Az első, talán leglátványosabb vizsgálatunk során a különböző gubacstípusok előfordulását hasonlítottuk össze a három származáson. Az ide vonatkozó eredmények alapján egyértelműen szembeállítható a hazai és külföldi származások, hiszen mind a gubacsok gyakoriságában, mind a gubacstípusok összetételében markáns különbségek mutatkoztak. A gubacsdarázsfajok összetételén és mennyiségén kívül érdekes eredmények születtek a gubacsok típusát illetően. A levélgubacsok aránya egyedül a magyar származásokon volt kiemelkedő, míg rügygubacsok nagyobb arányban a skót és francia származásokon jelentek meg. A fenti jelenségek megoldását az adaptációban kell keresnünk. A francia és skót csemeték próbálnak reagálni az új környezet miatt fellépő kihívásokra, de ez mindenképpen egy hosszadalmasabb folyamat.

Továbbfűzve ezt a problémát újabb kérdések vetődnek fel: vajon sikerül-e valaha alkalmazkodniuk a külföldről behozott szaporítóanyagból származó egyedeknek, és ha igen mennyi időnek kell elteltetnie ahhoz, hogy a magyarokéhoz hasonló ellenálló képességgel rendelkezzenek?

Mivel a májusi felvételezések során számba vett rügygubacsok kivétel nélkül előző évről fennmaradt képződmények voltak, ezért a 2012. májusi adatok lényegében a 2011. év végi állapotokat tükrözik. Ennek segítségével jól megfigyelhetjük az adaptálódás folyamatos

működését, akár két év vegetációs időszaka között is. A diverzitásokat elemezve a franciák kivételével elmondható, hogy a 2012. szeptemberi diverzitás jóval alacsonyabb a tavaly év végénél.

Jó példa még az *A. polycerus* esete, melynek gubacsából a 2012-es évben egyetlen friss gubacs sem jelent meg, ellentétben az előző évvel, mikor igen nagy számban jelentkezett, annak ellenére, hogy Magyarországon ritka fajként van számon tartva (Ambrus, 1974).

A rügyfakadással kapcsolatos eredmények a mi kísérletünkben nem mutattak összefüggést a gubacsok számával. A vizsgálatban résztvevő tölgyeknél nem jelentkeztek döntő különbségek a fakadási időkben, emiatt nem lehetett határozottan elkülöníteni kifejezetten korán, illetve extrém későn fakadó egyedeket. A szakirodalomban vannak ismert kísérletek, melyek során ki tudták mutatni a két tényező közötti összefüggéseket (Frankie és mtsai, 1979; Crawley és Akhteruzzaman, 1988; Hunter, 1990, 1992; Mopper és Simberloff, 1995) a mi esetünkben a csemeték fenológiai tulajdonságai nem bizonyultak alkalmasnak, ennek vizsgálatára.

Mivel a parcellák a lehető legnagyobb változatossággal lettek kialakítva, alkalmunk nyílt vizsgálatot folytatni arra vonatkozóan, hogy a származás, vagy az egyes családok vegyes telepítése befolyásolja-e a gubacsok számát? Az eredmények szerint maga a gubacsdarázs faj válogatja ki a neki megfelelő egyedeket, melyen később gubacsát okozza, tehát ő maga a döntő tényező. Legkevesbé a telepítés vegyessége befolyásolja a gubacsok számát.

Már a terepi munka során felmerült bennünk a gyanú, miszerint összefüggés lehet a csemeték növekedési erélye és a gubacsok száma között. Sejtéseinket alátámasztották az eredmények, tehát a csemeték magassága és a rajtuk talált gubacsok mennyisége között pozitív összefüggés van. További vizsgálatok szükségesek arra vonatkozóan, hogy a térbeli szelekció, vagy a magasabb csemete intenzívebb anyagcseréjének mértéke (esetleg mindkettő) a döntő, ami alapján a gubacsdarázs kiválasztja az egyedet? Véleményünk szerint ugyanis a gubacsdarázs térben szelektál, vagyis, azért választja ki a magasabb egyedet, mert ahhoz kedvezőbb a térbeli hozzáférés. Amennyiben térbeli szelekciót feltételezünk, eltérés lehet a parcellák peremén, illetve középen elhelyezkedő egyedek gubacsosságában is! A diplomamunkában erre vonatkozóan szeretnénk további vizsgálatokat végezni.



## Összefoglalás

Kísérletünk során különböző származású kocsányos tölgy csemeték gubacsképző rovarregyüttesét volt alkalmunk tanulmányozni. Vizsgálataink alapját 360 darab csemete adta, melyek három különböző európai országból származtak: Magyarország, Skócia és Franciaország. Kísérleti területünk a Sárvár mellett található bejczyertyánosi csemetekertben helyezkedett el. A tölgyek ültetése speciálisan kialakított sorrendben történt, ugyanis elegyesség szerint háromféle kombinációban lettek elültetve, így beszélhetünk egy-, két-, illetve négycsaládos parcellákról. A parcellákat egyenként 12 darab csemete alkotta. Az ismétlésekkel együtt két blokkban, 30 parcellán, származások szerint 144 francia, 144 magyar és 72 skót tölgy csemetén sikerült folytatnunk megfigyeléseinket.

Felvételezéseink 2009 áprilisában, a feonológiai adatok (rügyfakadási idők) rögzítésével indultak, amit 2010-ben ugyanezen időszakban megismételtünk. A gubacsokozókra vonatkozó vizsgálatok 2012 májusától szeptemberig tartottak. Ebben az öt hónapos időszakban havonta teljes felvételezést végeztük a csemetéken, így sikerült lefednünk a teljes vegetációs időszakot. 2012 szeptemberében magasságmérést is végeztünk a fákon.

### Vizsgálataink főbb célkitűzései a következők voltak:

-  vajon felfedezhetőek-e eltérések a különböző származásoknál a gubacsközösségeket illetően,
-  egyes morfológiai, illetve fenológiai (növekedési) tulajdonságok gyakorolnak-e hatást a gubacsok számára,
-  a származás és/vagy az elegyesség befolyásolja-e a gubacsokozók számát?

Eredményeink kiértékelése során arra a következtetésre jutottunk, hogy szignifikáns különbségek mutathatók ki a magyar és külföldi származások gubacsközösségei között. Diverzitási eredményeink jól szemléltetik az eltéréseket, hiszen a francia és skót csemetéken talált fajok diverzitása jóval magasabbnak mutatkozott, mint a hazai származás esetében. Ennek oka az adaptációban keresendő, hiszen a francia és skót tölgyeknek még nem volt elég idejük alkalmazkodni az idegen környezeti körülményekhez.

Összetett statisztikai módszerekkel vizsgáltuk a csemeték magassága és a gubacsok száma közötti összefüggést. Számolásaink alátámasztották sejtéseinket, miszerint kapcsolat áll fenn a

csemete magassága és annak „gubacsossága” között. Ezzel ellentétben, esetünkben a rügyfakadással kapcsolatos eredmények nem mutattak összefüggést a gubacsok számával.

További vizsgálatokat szeretnénk folytatni arra vonatkozóan, hogy vajon a térbeli szelekció, vagy a magasabb csemete intenzívebb anyagcseréjének mértéke (esetleg mindkettő) a döntő, ami alapján a gubacsdarázs kiválasztja az egyedet? Véleményünk szerint ugyanis a gubacsdarázs térben szelektál, vagyis, azért választja ki a magasabb egyedet, mert ahhoz kedvezőbb a térbeli hozzáférés. Amennyiben térbeli szelekciót feltételezünk, eltérés lehet a parcellák peremén, illetve középen elhelyezkedő egyedek gubacsosságában is! A diplomamunkában erre vonatkozóan is szeretnénk hasznos eredményekkel szolgálni.

## Summary

In this trial we were investigated gall maker assemblage on different pedunculate oak provenances. The tree different provenance, originate in three several European countries: Hungary, Scotland and France. The experiment took place in the nursery of Bejcgertyános, near the city of Sárvár. The planting of the oaks happened in special order. We can talk about three several plots by each provenance: 1, 2 and 4 families plots. One plot consists of 12 plants, and each plot had one repeat in the field. We worked in all 144 French, 144 Hungarian and 72 Scottish oaks.

The monitoring of the phenology started in the spring of 2009 and continued in 2010, when the time of the budburst was recorded by each tree. The examinations of the gall makers started in May 2012. In this 5 months long period every oak tree was examined once a month, and the data were (the species and the number of the gall makers) recorded. In September 2012, we carried altimetry on the trees.

The main aims of our research were:

-  Can we find differences among the provenances by the gall maker assemblages?
-  Do the qualities of the morphology and phenology (growing) influence the number of the gall makers?
-  Do the provenances and/or the number of the families in one plot affect the number of galls?

Considering the results, that there are significant differences among the Hungarian and foreign provenances in the assemblage of gall makers. The diversity of species on the two foreign provenances was much higher. The French and Scottish oaks have not managed adapt to the Hungarian environmental conditions yet.

The time of bud bust did not operate the number of galls in this trial, but in our view the heights correlate the number of galls. More galls were found on the higher trees, than on the lowers oaks. Presumably the gall maker chooses the 'best' tree by spatial selection. We need further research to examine whether the spatial situation of the tree in the plot influences the number of galls or not. It may be hypothesized, that oaks on the border of the plot have more galls, than oaks in the middle of the plot.

## **Köszönetnyilvánítás**

*Ezúton szeretném megragadni az alkalmat, hogy köszönetet mondjak mind azoknak, akik lehetővé tették eme dolgozat megszületését.*

*Elsősorban Dr. Tuba Katalin Tanárnőnek vagyok hálás, aki munkám során végig bíztatott, tudásával, segítőkészségével rendkívül inspirálóan hatott rám.*

*Köszönet illeti Prof. Dr. Lakatos Ferenc Tanár Urat, aki a témaválasztásomnál hasznos tanácsokkal látott el és lehetővé tette, hogy munkámat az Erdőművelési és Erdővédelmi Intézetnél készíthessem el.*

*Köszönettel tartozom Dr. Csóka Györgynek a téma szakirodalmának megismerésében nyújtott segítségéért és a sok hasznos tanácsért, melyekkel irányt mutatott.*

*Nem utolsó sorban pedig köszönetet mondok mindazoknak, akik bármilyen egyéb módon segítségemre voltak, terepi felvételezésben, fényképek készítésében...*

## ***Irodalomjegyzék***

- **Ambrus, B.** (1974): Cynipida gubacsok – Cecidia Cynipidarum. Fauna Hungariae 116., Akadémiai Nyomda, Budapest.
- **Askew, R.R.** (1971): Parasitic insects. Heinemann Educational Books, London.
- **Bartha D., Bidló, A., Berki, I., Király, G., Koloszar, J., Mátyás, Cs., Vig, P., Halász, G.** (2006): Magyarország erdészeti tájai. Állami Erdészeti Szolgálat, Budapest.
- **Csóka, Gy.** (1997): Gubacsok. AGROINFORM Kiadó és Nyomda Kft., Budapest.
- **Csóka, Gy., Mattson, W.J., Stone, G.N. and Price P.W.** (ed) (1998): The Biology of Gall-Inducing Arthropods. North Central Research Station Forest Service-U.S. Department of Agriculture, St. Paul, Minnesota.
- **Csóka, Gy., Stone, G.N. and Melika, G.** (2005): Biology, Ecology, and Evolution of Gall-inducing Cynipidae. In: Anantanarayanan, R., Schaefer, C.W. and Withers, T.M. (ed) (2005): Biology, Ecology, and Evolution of Gall-inducing Cynipidae. Science Publishers, Inc., Enfield (USA), Plymouth (UK).
- **Crewley, M.J. and Akhterzaman, M.** (1988): Individual variation in the phenology of oak trees and its consequences for herbivorous insects. Functional Ecology, 2, 409-415.
- **Duffet, G.H.** (1968): Some new interrelationships of Hymenoptera over-wintering within the galls of *Andricus kollari* (Hartig). Entomological Monthly Magazine 105: 1259-1261.
- **Folliot, R.** (1964): Contribution à l'étude de la biologie des cynipides gallicoles (Hymenoptera, Cynipoidea). PhD Thesis. University of Rennes, France.
- **Frankie, G.W., Tucker J.M. and Welch J.B.** (1970): Arthropod fauna of live oak in urban and natural stands in Texas: I. site descriptions, oak taxonomy/phenology and sampling methods. Journal of the Kansas Entomological Society, 52, 71-85.
- **Hunter, M.D.** (1990): Differential susceptibility to variable plant phenology and its role in competition between two insect herbivores on oak. Ecological Entomology, 15, 401-408.
- **Hunter, M.D.** (1992): A variable insect-plant interaction: the relationship between tree budburst phenology and population levels of insect herbivores among trees. Ecological Entomology, 16, 91-95.
- **Koloszar, J.** (2010): Erdőismeret. Egyetemi Jegyzet. Lővér Print Nyomda, Sopron.

- ✚ **Melika, G., Csóka, Gy. and Pujade-Villar, J.** (2000): Checklist of oak gall-wasps of Hungary, with some taxonomic notes (Hymenoptera: Cynipidae, Cynipinae, Cynipini). *Ann. Hist. Nat. Mus. Natl. Hung.* 92, 265-296.
- ✚ **Melika, G.** (2006): Gall Wasps of Ukraine, Cynipidae. *Vestnikzoologii*, Kiev.
- ✚ **Moesz, G.** (1938): Magyarország gubacsai. Kir. Magyar Természettudományi Társulat, Budapest.
- ✚ **Mopper, S. and Simberloff, D.** (1995): Differential herbivory in an oak population: the role of plant phenology and insect performance. *Ecology*, 76, 1233-1241.
- ✚ **Móczár, L.** (1987): Rovarbölcsők. Gondolat Kiadó, Budapest.
- ✚ **Nordlander, G.** (1984): What do we know about parasitoid cynipoids (Hymenoptera)? *Entomologisk Tidskrift*, 105, 36-40.
- ✚ **Ronquist, F.** (1994): Evolution of parasitism among closely related species: phylogenetic relationships and the origin of inquilinism in gall wasps (Hymenoptera, Cynipidae). *Evolution* 48: 241–266.
- ✚ **Ronquist, F. and Forshage, M.**, 2012 Fauna Europaea: Cynipidae. Fauna Europaea version 2.5 [WWW document]. URL <http://www.faunaeur.org>
- ✚ **Skuhrová, M., Skuhrový, V. and Brewer, J.W.** (1984): Biology of gall midges. In: Ananthakrishnan, T.N., ed. *Biology of gall insects*. New Delhi, Bombay, Calcutta: Oxford and IBH Publishing Co.: 169-222.
- ✚ **Stone, G.N., Atkinson, R., Rokas, A., Csóka, Gy. and Nieves-Aldrey, J.L.** (2001): Differential success in northwards range expansion between ecotypes of the marble gallwasp *Andricus kollari*: a tale of two lifecycles. *Molecular Ecology*, 10, 796-778.
- ✚ **Stone, G.N., Schönrogge, K., Atkinson, R. J., Bellido, D. and Pujade-Villar, J.** (2002): The Population Biology of Oak Gall Wasps (Hymenoptera: Cynipidae). *Annu. Rev. Entomol.* 47, 633-668.
- ✚ **Stone, G.N., Atkinson, R., Rokas, A., Aldrey, N.L.J., Melika, G., Ács, Z., Csóka, Gy., Hayward, A., Bailey, R., Buckee, C. and McVean, T.G.** (2008): Evidence for widespread cryptic sexual generations in apparently purely asexual *Andricus* gall wasps. *Molecular Ecology*, 17, 652-665.
- ✚ **Tóth, J.** (1999): Erdészeti rovartan. AGROINFORM Kiadó és Nyomda Kft., Budapest.
- ✚ **Weld, L. H.** (1957): Cynipid galls of the Pacifics lope. Privately printed, Ann Arbor, MI. -1959. Cynipid galls of the Eastern United States. Privately printed, Ann Arbor, MI. -1960. Cynipid galls of the Southwest. Privately printed, Ann Arbor, MI.

- 🦋 **Wiebes-Rijks, A.A.** (1980): Early parasitization of oak-apple galls (Hymenoptera: Cynipidae), Zoologische Mededelingen Leiden, 53: 297-321.
- 🦋 **Závodnik, I.** (1877): A gubacs keletkezéséről. Erdészeti Lapok, 16. évf. 5. füzet.

## Táblázatjegyzék:

|                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1. táblázat:</b> A származások összetétele parcellatípus, anyafák száma és csemeteszám szerint.....                | 17 |
| <b>2. táblázat:</b> A különböző célú felvételezések témái és időpontjai.....                                          | 18 |
| <b>3. táblázat:</b> A Shannon-Wiener szerinti diverzitások és azok szórásainak alakulása a vegetációs időszakban..... | 26 |
| <b>4. táblázat:</b> A Shannon-Wiener szerinti diverzitások alakulása a gubacsképzés helye szerint.....                | 27 |
| <b>5. táblázat:</b> A Spearman-féle rang korreláció eredményei .....                                                  | 29 |
| <b>6. táblázat:</b> A fakadási idő és a gubacsok száma közötti összefüggés eredményei 4 kategória esetén.....         | 30 |
| <b>7. táblázat:</b> A fakadási idő és a gubacsok száma közötti összefüggés eredményei 8 kategória esetén.....         | 30 |
| <b>8. táblázat:</b> A származások, családok és a gubacsfajok átlagainak vizsgálata varianciaanalízissel .....         | 31 |

## Ábrajegyzék:

|                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1. ábra:</b> A gubacsdarázs kibújása és az egykamrás gubacs belső szerkezete ( <i>Andricus kollari</i> ).....      | 10 |
| <b>2. ábra:</b> Gubacsok rügyön ( <i>Andricus foecundatrix</i> ♀♀) és levélen ( <i>Neuroterus numismalis</i> ♀♀)..... | 12 |
| <b>3/a. ábra:</b> A kísérlet elrendezése .....                                                                        | 19 |
| <b>3/b. ábra:</b> A kísérlet elrendezése, 2012. október .....                                                         | 19 |
| <b>4. ábra:</b> Gubacstípusok megoszlása a magyar származásokon .....                                                 | 20 |
| <b>5. ábra:</b> Gubacstípusok megoszlása a francia származásokon .....                                                | 20 |

|                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>6. ábra:</b> Gubacstípusok megoszlása skót származásokon.....                                                              | 21 |
| <b>7. ábra:</b> <i>Andricus lucidus</i> .....                                                                                 | 22 |
| <b>8. ábra:</b> <i>Andricus aries</i> .....                                                                                   | 22 |
| <b>9. ábra:</b> <i>Andricus hungaricus</i> .....                                                                              | 22 |
| <b>10. ábra:</b> <i>Andricus gemmeus</i> .....                                                                                | 22 |
| <b>11. ábra:</b> Gubacsdarázs fajok megoszlása nemzetségek szempontjából .....                                                | 23 |
| <b>12. ábra:</b> Gubacsdarázs fajok megoszlása a gubacsképzés helye szerint .....                                             | 23 |
| <b>13. ábra:</b> Gubacsdarázs fajok megoszlása a különböző származásokban nemzetség, illetve gubacsképzés helye szerint ..... | 25 |
| <b>14. ábra:</b> <i>Cynips divisa</i> .....                                                                                   | 25 |
| <b>15. ábra:</b> <i>Neuroterus quercusbaccarum</i> .....                                                                      | 25 |
| <b>16. ábra:</b> <i>Andricus polycerus</i> .....                                                                              | 26 |
| <b>17. ábra:</b> <i>Biorhiza pallida</i> .....                                                                                | 26 |
| <b>18. ábra:</b> <i>Andricus kollari</i> .....                                                                                | 26 |
| <b>19. ábra:</b> A magassági adatok és a gubacsok számának eloszlása, illetve a közöttük lévő összefüggések iránya.....       | 29 |