

AESCULUS HIPPOCASTANUM - ASPECTS REGARDING PHENOTYPIC AND ECOLOGICAL TRAITS

Oana GĂINARU

West University of Timisoara, Faculty of Chemistry, Biology, Geography, Department of Biology-Chemistry, Pestalozzi 16, Timișoara

*Corresponding author e-mail: oana.gainaru99@e-uvvt.ro

ABSTRACT

The paper presents morphological and ecological aspects regarding the Aesculus hippocastanum, making a brief presentation of its phenotypic characters, as well as the existence of biotic relationships with other species, such as the existence of parasites and pests that can affect the development.

KEY WORDS: *distribution, conservation of populations, trophic relations, hybridization, pollination, seed spread, morphological aspects*

Aesculus hippocastanum L., cunoscut și drept castanul sălbatic sau castanul porcesc, este originar din munții Balcani din sud-estul Europei. Cele mai mari populații autohtone sunt în Grecia continentală, în Tesalia centrală, în nordul munților Pindos și în sudul regiunilor Evrytania și Fthiotida (Avtzis et al, 2007; Walas et al., 2018). Aria sa autohtonă include, de asemenea, populații din Albania, Republica Macedonia, Serbia și estul Bulgariei (Anchev et al, 2009; Evstatieva, 2011; Gussev & Vulchev, 2015; Peçi et al, 2012). Aceste populații au dimensiuni variabile. Cu toate acestea, castanul a fost plantat intens încă din secolul al XVII-lea în Europa Centrală și de Sud, în Italia, Serbia și România (Ianovici et al, 2012; Datcu et al, 2018). De asemenea, este cultivat pe scară largă în zonele urbane din Iran, nordul Indiei, Asia Mică, Statele Unite, Canada (la nord de Edmonton, Alberta), Noua Zeelandă (Kapusta et al., 2007; Loenhardt, 2002; Zhang et al., 2010) și mai departe spre nord în Insulele Feroe, Islanda și Norvegia (Højgaard et al, 1989), producând în continuare fructe la 65° N în Suedia și Norvegia (Bellini & Nin, 2005). A fost introdus în Statele Unite, cel mai probabil în 1746, în Philadelphia (Anon, 1925). *A. hippocastanum* a fost plantat în mod excesiv în Insulele Britanice și a continuat să-și extindă perimetrul prin naturizare într-o serie de habitate deschise. Este cel mai frecvent în sudul și estul Angliei, devenind mai puțin

obișnuit în zonele mai umede din vestul Irlandei și nordul Scoției și în zonele montane din Scoția (Thomas et al, 2019).

Aspecte morfologice

Arbore de dimensiuni considerabile, întâlnit în pădurile de foioase, acesta prezintă un coronament cu răspândire largă și vârful plat sub aspectul unei cupole, ce poate atinge și 20 m în suprafață. Ramificația este inițial monopodială, cu toate acestea, la maturitatea sexuală, florile sunt purtate la vârful lăstarilor, astfel încât creșterea ulterioară este simpodială, din mugurii laterali. Ramurile inferioare sunt curbate, având extremitățile îndreptate spre sol, iar cele superioare, cu răspândire scăzută, sunt recurbate, cu vârfurile brusc îndreptate spre cer. Castanul poate atinge înălțimi de până la 29/35 m, având diametrul trunchiului de până la 190 cm. Scoarța este de culoare gri-marونی închis, netedă la exemplarele tinere, care formează solzi lungi, subțiri ce se detașează la ambele capete înainte de a cădea. Crengile sunt rigide, de culoare gri sau brună, glabre cu lenticile palide.

Lemnul are o densitate mică ($0,5 \text{ g / cm}^3$), mai mică decât multe conifere, neavând rezistență și durabilitate. Conținutul de nitrogen din lemn de 0,32% este mai mare decât multe specii de foioase (Robinson et al, 2011), scăzând probabil rezistența la degradare.

Rădăcinile rămuroase pot fi puțin adânci până la moderat adânci, în funcție de tipul de sol și se pot extinde la o distanță considerabilă dincolo de coroană. Distanța maximă înregistrată la care o clădire a fost deteriorată de rădăcinile de castan pe solurile argiloase este de 23 m, 90% din cazuri fiind situate la 15 m de copac (Cutler & Richardson, 1989).

Mugurii sunt mari, cu dimensiuni cuprinse între 2,5 și 5 cm, ovoizi, de culoare marونی-roșcat închis, rășinoși și lipicioși. Mugurele foliar este alcătuit din 7-8 perechi de catafile ce adăpostesc lăstarul (Foster, 1929; Ianovici, 2010). Catafilele conțin clorofilă și sunt capabile să realizeze fotosinteza (Solymosi et al, 2006).

Frunzele imparipalmat-septate (cu dimensiuni ce pot atinge până la 60 cm lățime și între 7 și 20 cm lungime) sunt așezate opus pe ramuri, formate dintr-un pețiol cilindric, conic la ambele extremități și 5-7 segmente sesile, fiecare având între (8)10-20(25) cm lungime, segmentul terminal fiind cel mai mare. Obovate și lung cuneate la bază, de obicei acuminate, iregular crenat-serate sau serat-dințate, de culoare verde închis, glabre pe partea superioară, suprafața inferioară este tomentoasă în fază tânără și devine ulterior glabră la maturitate. Teaca limbului este pilvilină. Suprafețele foliare specifice în vestul României au demonstrat o schimbare de la $389 \text{ cm}^2/\text{g}$ în luna aprilie la $250 \text{ cm}^2/\text{g}$ în luna septembrie în urma îngroșării progresive cu cât acestea își

desăvârșesc creșterea (Ianovici et al, 2017) – fapt corelat și cu cantitatea de cenușă a probelor studiate ce crește de la 7,9% la 10,7%.

Prezența ciupercilor micorizante se suprafața rădăcinilor de *Aesculus sp.* a fost constatată (Harley & Harley, 1987), însă diferit față de alte plante lemnoase, aceștia nu prezintă urme de ectomicorize. Bainard și colaboratorii (2011) au descoperit faptul că aproximativ 40% din vârfurile rădăcinilor castanilor prezenți în regiuni rurale au format micorize, în timp ce 17% au format micorize la castanii prezenți în regiunile urbane la sud-est de Ontario, similar cu alte specii de arbori. Totuși, Karliński et al. (2014) nu au descoperit diferențe considerabile între indivizii de *Aesculus hippocastanum* aflați în zone atât rurale, cât și urbane din Polonia, prezența micorizelor variind între 54% și 73%. Diferențele apărute între cele două studii pot fi cauzate de faptul că Bainard et al. (2011) au luat drept obiect de studiu exemplare cu vârsta cuprinsă între 20-35 de ani, în lunile mai-iunie, în timp ce Karliński et al. (2014) au studiat indivizi de circa 100 de ani, în luna noiembrie – vârsta și poziționarea exemplarelor studiate constituind astfel aspecte ce afectează formarea micorizelor (Ianovici, 2010; Boboescu & Ianovici, 2018).

Ferrini și Fini (2012) au inoculat exemplare de castani sălbatici cu un amestec de ciuperci micorizante ce cresc în soluri puternic compactate. La un an de la inoculare, frecvența rădăcinilor micorizate (51%-59%) nu a prezentat diferențe semnificative între arborii inoculați și cei de control proaspăt plantați (6-8 cm în diametru), însă față de indivizii maturi (38-51 cm în diametru) colonizarea a fost semnificativ mai pronunțată la exemplarele inoculate (76%), comparativ cu cei de control (63%). La ambele grupe de vârstă, creșterea lăstarilor în cel de-al treilea sezon de creștere a fost semnificativ mai lungă la copacii micorizați decât la cei de control (arbori maturi: inoculat 8,8 cm - control 5,7 cm; arbori tineri: inoculat 13,7cm - control 12,1 cm). Acest lucru susține sugestia cum că inocularea cu ciuperci micorizante a arborilor din mediul urban este viabilă.

Inflorescența (cu dimensiuni cuprinse între 15-20 cm în lungime și 10 cm lățime) este terminală, erectă, formând un panicul de formă conică sau cilindrică cu flori monoice, hermafrodite în regiunea inferioară și bărbătești în regiunea apicală (Weryszko-Chmielewska & Chwil, 2017). În unele cazuri, în porțiunea bazală a racemului pot exista câteva flori cu caractere funcționale femeiești (Čalić-Dragosavac et al, 2009; Maurizio & Grafl, 1969). Cincinele prezintă simetrie zigomorfă (monosimetrică). Florile hermafrodite sunt protoginice, dar întreaga inflorescență este protandrică (Fitter & Turba, 1994).

Polenizarea și răspândirea semințelor

Preponderent, polenizarea se realizează încrucișat, principalii polenizatori fiind specii de albine mari, precum *Bombus sp.* (Hymenoptera,

Apidae), ce au tendința de a lucra în sus pe un panicul de la floarea femeiască, la hermafrodită și apoi la floarea bărbătească, contribuind la reducerea auto-polenizării (Kevan, 1990). Castanul sălbatic este polenizat în primul rând de insecte și este adesea considerat drept plantă importantă pentru albine, deoarece florile oferă nectar și polen abundent pentru insecte (Maurizio & Grafl, 1969), trichomii glandulari existenți de pe sepale și ovare producând substanțe flavonoide cu rol în atragerea polenizatorilor (Chwil et al, 2013). Syngé (1947) listează castanul drept sursă importantă de polen pentru perioada de început a anului, înainte de apariția florilor de *Tilia sp.* Polenizatorii sunt albine (*Apis mellifera*) și bondari (Free, 1963; Maurizio & Grafl, 1969; Percival, 1955; Weberling, 1989), dar florile sunt vizitate și de *Syrphidae sp.* (Kugler, 1970), albine solitare precum *Osmia sp.* (Raw, 1974) și unele albine miniere din genul *Andrena* (*Hymenoptera, Apidae*) (Chambers, 1968). Nectarul se găsește atât în florile hermafrodite, cât și în florile bărbătești și este eliberat pe măsură ce mugurii se deschid. O floare secretă în medie $2,64 \pm 0,94$ mg de nectar (Weryszko - Chmielewska & Chwil, 2017), comparativ cu circa 0,8 μ l la *Tilia x europaea* și 1,7 μ l la *Tilia cordata* (Somme et al., 2016). Nectarul conține o cantitate relativ redusă de zahăr, aproximativ 25% - 32%, similar cu *Tilia tomentosa* și *Aesculus carnea*, dar scăzut comparativ cu peste 60% la *Robinia pseudoacacia* și *Tilia x europaea*. Sucroza constituie 90% din cantitatea de zaharuri, ceea ce reprezintă un factor benefic scopului atragerii polenizatorilor (Percival, 1961; Somme et al., 2016; Weryszko- Chmielewska & Chwil, 2017).

O inflorescență produce un total de 1 mg de polen în proporție de 0,5 mg / zi (Percival, 1955), cantitate mare comparativ cu celelalte specii de arbori testate (de exemplu, 0,3 mg în *Ilex aquifolium* și 0,8 mg în *Crataegus monogyna*). Staminele sunt în mod normal orientate în jos, dar devin erecte la diseminarea polenului, probabil constituind un mecanism pentru a ajuta eliminarea polenului de către insecte. Anterele se deschid în decursul unei sau a câtorva zile, similar cu alți arbori polenizați de insecte, cum ar fi *Prunus sp.* și *Crataegus monogyna*. Polenul de castan are un conținut de $39,5 \pm 7,0$ μ g/mg polipeptide, $331,7 \pm 27,1$ μ g/mg aminoacizi și 4,93–5,07 μ g/mg conținut de sterol (Somme et al., 2016). Proeminențele roșii de la fiecare capăt al anterelor secretă picături de natură lipidică și, astfel, pot acționa și ca sursă alternativă de hrană pentru insecte (Weryszko - Chmielewska & Chwil, 2017; Ciobanu & Ianovici, 2018). Au fost raportate decese în rândul albinelor atunci când au fost hrănite cu polen și nectar de castan (Maurizio, 1945), ceea ce se poate datora conținutului ridicat de saponină. O altă posibilitate constă și din prezența manozei sau nicotinei (Somme et al., 2016), Detzel și Wink (1993) găsind albine ce tolerează concentrații scăzute de alcaloizi, inclusiv nicotină. S-a

observat faptul că albinele preferă florile cu un conținut mai mic de saponină (Maurizio, 1945; Schulz- Langner, 1967; Alexan & Ianovici, 2018).

Polenizatorii sunt atrași către flori de petele galbene prezente pe suprafața petalelor. Odată ce floarea este polenizată, acestea se colorează în roșu (Lunau, 1996; Willmer, 2011), iar producțiile de nectar și parfum sunt mult reduse sau oprite (Lex, 1954). Petele roșii sunt indicatori neatractivi pentru insecte (Kugler, 1936) și se presupune a fi un mecanism pentru a nu irosi eforturile albinelor asupra florilor care sunt deja polenizate. Se sugerează că această schimbare de culoare are loc, mai degrabă decât pierderea petalelor odată cu polenizarea florilor, pentru a menține semnalul vizual mare al unui copac în scopul de a atrage polenizatori pe distanțe mari, în habitatele muntoase cu populații dispersate (Thomas, 2014). Ambele capete ale anterelor au apendice roșii, iar partea superioară a stilului și a stigmatului sunt de culoare roșie. Aceste marcaje pot acționa, de asemenea, drept ghiduri de polenizare (Weryszko -Chmielewska et al., 2012).

Polenul de castan este rotund până la oval și foarte distinctiv cu spini grosieri prezenți pe suprafața grăunciorului (Pozhidaev, 1995). Mărimea este cuprinsă între 14 și 30 μm în diametru, variind cu dimensiunea mugurilor și poziția în inflorescență (Ćalić - Dragosavac et al., 2009; Radojević, 1989). Datorită numărului mare de grăuncioare de polen produse, polenizarea anemofilă este considerată o alternativă viabilă. În multe țări europene a fost detectat polen în aer, cu o medie de 8–69 grăuncioare de polen / m^3 de aer în perioada de înflorire (Biçakci et al, 1999; Popp et al., 1992; Weryszko - Chmielewska et al., 2012). Studiile efectuate în Europa au arătat că polenul de castan în zonele urbane reprezintă 0,13% –1,54% din totalul polenului transmis în aer (Melgar et al., 2012; Peternel et al, 2003; Rizzi - Longo et al, 2010; Stefanic et al, 2007), concentrații suficient de mari pentru a provoca o reacție alergică la copii (Popp et al., 1992) și, probabil, suficient de mari pentru a suplimenta polenizarea insectelor.

Există în mod obișnuit 2-5 (8) fructe per panicul, fiecare conținând o singură sămânță (mai rar două sau trei) (Thalmann et al., 2003). Numărul paniculelor este foarte variabil, oferind o producție de semințe de la 2–3 la 25 kg de semințe proaspete per arbore (Bellini & Nin, 2005), ceea ce echivalează cu aproximativ 125 până la 1.600 de semințe per arbore. Masa medie a fructelor a fost măsurată la 42,14 g la populațiile naturale din Grecia (Tsiroukis, 2008).

Semințele sunt mari, fiecare în mod obișnuit de 13-20 g masă proaspătă (Daws et al, 2004; Bonner & Karrfalt, 2008), deși sunt cele mai mari (15,3–22,6 g) la copacii plantați în mediul urban în Serbia (Ocokoljić & Stojanović, 2009; Ocokoljić et al., 2013), dar mai mici (în medie 9,9-14,5 g) în

populațiile naturale din Grecia (Daws et al, 2004; Tsiroukis, 2008) și cele mai mici (1,2 g) la capătul nordic al zonei sale plantate, în Scoția (Daws et al., 2004). Semințele sunt dispersate în primul rând prin gravitație (barocorie) și cad din fructe mai mult sau mai puțin sub coroana arborelui mamă. Se știu puține despre distanțele de deplasare realizate de acestea, dar s-au descoperit că semințele de *A. turbinata* s-au dispersat în medie la 12,2–44,7 m de arborii părinți în timpul unui studiu de 3 ani în Japonia, cu o distanță maximă de 41,5–114,5 m. (Hoshizaki et al, 1999).

Hibridări

Aesculus hippocastanum este cunoscut pentru realizarea spontană a hibridărilor cu cele patru specii nord-americane din regiunea Pavia (Pennsylvania, SUA), atunci când sunt cultivate împreună - *Aesculus pavia* L., *Aesculus glabra* Willd., *Aesculus flava* Sol. și *Aesculus sylvatica* L. (Hardin, 1957). Singurul hibrid întâlnit frecvent în Europa este castanul roșu, *Aesculus carnea* Willd., un hibrid între *A. hippocastanum* și *A. pavia* (deoarece este un hibrid complet fertil, denumirea speciei nu este precedată de „x” prin convenție). Acest hibrid posedă capacitatea de a se reproduce și înmulți (corelat cu faptul că din punct de vedere genetic, acesta este tetraploid). A fost cultivat pentru prima dată în Marea Britanie în jurul anului 1818 (Leathart, 1991) și a fost înregistrat în sălbăcie începând cu anul 1955 (Preston et al, 2002) acum fiind ocazional auto-însămânțat în Surrey, West Kent și North Hampshire (Stace, 2010). Un cultivar, *A. carnea "Briotii"*, produs în Franța în 1958, prezintă flori roșii mai strălucitoare și mai lucioase, mai atractive decât hibridul original și este plantat pe scară largă (Leathart, 1991). Hardin (1960) listează, de asemenea, un backcross triploid între *A. carnea* și *A. hippocastanum* numit *Aesculus x plantierensis*.

Relații trofice cu ale specii

Cerbul (*Cervus elaphus* L.) și mistrețul (*Sus scrofa* L.) sunt cunoscute pentru consumul de semințe de castan (Bean, 1976; Bratton, 1974), dar există puține alte înregistrări în acest sens. Polenul este sursă de hrană pentru *Syrphidae* sp. (Diptera) (Kugler, 1970) și este cunoscut faptul că *Apis mellifera* recoltează substanțe rășinoase din castani, însă dacă acestea provin din „mugurii lipicioși” sau din altă parte a plantei nu este cunoscut (Wilson, 2014). Rotheray et al. (2001) a vizitat 300 de păduri scoțiene, înregistrând 31 de specii de diptere saproxilice pe castan. Larvele mai multor *Syrphidae* saproxilice rare au fost găsite în Cambridgeshire pe arborii de castan în găuri de putrefacție – inclusiv *Myathropa florea* (L.), *Callicera spinolae* Rondani și *Mallota cimbiciformis* (Fallén) – și în sevă, inclusiv *Brachyopa insensilis* (Collin), *B. scutellaris* Robineau - Desvoidy și *B. bicolor* (Fallén) de către Damant (2005). El a sugerat că acestea nu au mai fost găsite până la acel

moment. Speciile de *Aesculus* au fost neglijate de entomologi, acestea fiind specii alohtone. *Anoplophora chinensis* (Forster) (Coleoptera, Cerambycidae) este o specie ce își depune ponta pe trunchiurile de castani, dar indivizii adulți nu se hrănesc cu crengile sale (Peverieri & Roversi, 2010); prin contrast, castanul este foarte susceptibil la leziunile cauzate de către larvele și adulții de *A. glabripennis* (Motschulsky) (Ravazzi & Caudullo, 2016).

Cameraria ohridella (Lepidoptera, Gracillariidae) este o specie de molie ce parazitează frunzele castanilor, care a fost observată pentru prima dată la sfârșitul anilor 1970 în apropierea lacului Ohrid, Macedonia, și descris în 1985 de Deschka și Dimić (1986). De atunci s-a răspândit rapid prin Europa centrală și de vest și în Ucraina, Belarus și Rusia de vest (Avtzis & Avtzis, 2002; Gilbert et al., 2005; Gussev & Vulchev, 2015; Pirc et al., 2018; Thalmann et al., 2003; Tomiczek & Krehan, 1998; Weryszko - Chmielewska & Haratym, 2011, 2012) cu o viteză de aproximativ 50–100 km pe an (Šefrová & Laštůvka, 2001) sau circa 3 km pe generație (Gilbert et al., 2004). Femelele își depun ouăle pe suprafața adaxială a frunzelor (Weryszko - Chmielewska & Haratym, 2012), iar larvele se îngroapă și se hrănesc cu mezofilul palisadic, lăsând linii moarte, uscate de epidermă de ambele părți ale frunzei (Weryszko - Chmielewska & Haratym, 2011). Cel mai adesea trei, uneori până la cinci generații sunt produse pe an (Šefrová & Laštůvka, 2001), iar ultima generație trece peste perioada ierii în stadiul de pupă în așternutul frunzelor, probabil împreună cu câteva din generațiile anterioare, pentru a produce prima generație anul următor (Hněvsová et al., 2011; Janovici et al., 2010; Samek, 2003; von Skuhrový, 1998). Prima generație se întâlnește mai ales în partea inferioară a coroanei, în timp ce generațiile ulterioare se găsesc în principal în partea superioară a coroanei (Krehan, 1995).

Lemnul este ușor descompus și se remarcă pentru capacitatea sa de a găzdui diverse specii de fungi, în special *Scytalidium cuboideum* și *Ophiostoma piceae* (Robinson et al., 2011). O serie de ciuperci saprofite sunt cunoscute pe castani, inclusiv *Kretzschmaria deusta*, *Ganoderma australe*, *G. gibbosum* (Greig, 2012; Guglielmo et al., 2007; Pearce, 1991). *Schizophyllum commune* este saprofit pe castan, dar poate deveni parazit, cauzând putregaiul alb de suprafață (Snieskiene et al., 2011). *Guignardia sp.* se găsește în Europa, America de Nord și Coreea de Sud (Pastirčáková et al., 2009), inclusiv Marea Britanie (Hudson, 1987) și afectează diverse specii de *Aesculus*. Ciuperca tipică, *Guignardia aesculi* (Pastirčáková et al., 2009), produce zone necrotice roșcate sau brune, cu margini galbene strălucitoare. Aceste „pete” sunt situate de obicei la vârfurile sau marginile frunzelor. Castanul este sensibil moderat la *Guignardia* (Ćalić et al., 2013), dar pare să producă daune puțin semnificative.

Pe trunchiul castanilor pot exista o mare varietate de specii epifite. Dintre cele 13 specii de arbori investigați de Ruoss (1999) în Elveția centrală, castanul a purtat cele mai numeroase specii de licheni (114), comparativ cu *Acer pseudoplatanus* (93) și *Fraxinus excelsior* (52). Papp et al (2013) listează 11 specii de briofite găsite pe castan în Croația, iar Seaward et al (1991) enumeră șapte specii găsite pe copacii din Paris. Castanul este o gazdă rară a hemiparazitului *Viscum album*.

Conservarea populațiilor de *Aesculus hippocastanum*

În pofida recentelor boli și invazii de dăunători, populațiile de castani de pe teritoriul Marii Britanii nu au suferit un declin numeric, ci au demonstrat o ușoară tendință de creștere a populației (Preston et al. 2002).

Populațiile native de castani porcești sunt răspândite pe o suprafață estimată la 163,642 km², ocupând aproximativ 25% din teritoriul peninsulei Balcanice, cu circa aproximativ 10.000 exemplare mature (Allen și Khela, 2017). Totuși, în ciuda utilizării intensive a speciilor de *Aesculus* drept arbori ornamentali, acesta prezintă un declin numeric în rândul populațiilor native, chiar luându-se în considerare capacitățile regenerative ale acestuia. Spre exemplu, în Grecia au fost regenerate satisfăcător 6% din arealele populate de castani sălbatici și 62% nu au putut fi regenerate deloc (Avtzis et al., 2007; Tsiroukis, 2008), iar în țări precum Albania și Macedonia, populațiile sunt sub pragul de 500, respectiv 100 de exemplare (Allen & Khela, 2017; Peci et al., 2012).

Principalele amenințări ale multor populații native sunt reprezentate de paraziți – un caz deosebit fiind *Cameraria ohridella* ce afectează capacitățile reproductive ale gazdei – și capacitățile reduse de ași răspândi arealul. Alte amenințări includ defrișările forestiere, silvicultura, incendiile de vegetație, mineritul, cererile crescânde de apă pentru irigații, poluarea și dezvoltarea turismului, cât și fragmentarea populațiilor ce afectează răspândirea indivizilor și microclimatul (Allen & Khela, 2017; Evstatieva, 2011; Gussev & Vulchev, 2015; Laras, 2004). Turismul montan, stațiunile de schi și construcția drumurilor sunt, de asemenea degradative pentru ecosistemele montane, diminuând populațiile native. Colectarea semințelor pentru fabricarea de medicamente naturiste sau în scopuri farmaceutice la scară industrială de asemenea afectează capacitatea regenerativă a populațiilor de castani (Tsiroukis, 2008; WWF, 2013). Efectele potențiale ale schimbărilor climatice asupra castanului nu au fost în mare parte studiate, dar se consideră că, deși castanul este considerat sensibil la schimbările de mediu (Łukasiewicz, 2003; Łukasiewicz & Oleksyn, 2007), efectele scenariilor actuale privind mărimea și distribuția populației vor fi minore (Walas et al., 2018).

Drept consecință a declinului apărut, *Aesculus hippocastanum* este clasificat drept vulnerabil sau aproape amenințat folosind criteriile IUCN (Allen & Khela, 2017) și este considerat pe cale de dispariție sau în pericol critic în Bulgaria și Albania (Evstatieva, 2011; Gussev & Vulchev, 2015). Prin urmare, există îngrijorări cu privire la viitorul pe termen lung al numărului mic de populații native.

CONCLUZII

Lucrarea a prezentat aspecte morfologice și ecologice cu privire la specia *Aesculus hippocastanum*, realizând o prezentare succintă a caracterelor fenotipice ale acesteia, cât și existența relațiilor biotice cu alte specii, precum existența paraziților și a dăunătorilor ce pot afecta dezvoltarea castanului. Această specie este întâlnită în vaste regiuni de pe teritoriul Europei, fiind prezentă preponderent în pădurile de foioase din zone de deal sau de munte, însă este totodată o specie ornamentală intensiv utilizată. S-a demonstrat prin diferite studii consecințele diferiților factori de mediu, cât și a acțiunilor săvârșite de către om asupra acestei specii, printre acestea numărându-se reducerea populațiilor native, cât și amenințarea cu extincția speciei din anumite areale.

BIBLIOGRAFIE

- Alexan D., Ianovici N. (2018). Defensive mechanisms of plants based on secondary metabolites. *BIOSTUDENT*, 1 (2): 51-58
- Allen, D. J., Khela, S. (2017). *Aesculus hippocastanum* (errata version published in 2018). The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T202914A122961065. <https://doi.org/10.2305/iucn.uk.2017-3.rlts.t202914a68084249.en>
- Anchev, M., Apostolova, I., Assyov, B., Bancheva, S., Denchev, C. M., Dimitrov, D., Vladimirov, V. (2009). Red list of Bulgarian vascular plants. *Phytologia Balcanica*, 15, 63–94.
- Anon. (1925). Horse-chestnuts and buckeyes. *Bulletin of Popular Information, Arnold Arboretum, Harvard University, New Series*, 11, 29–30.
- Avtzis, N. D., Avtzis, D. N., Vergos, S. G., Diamandis, S. (2007). A contribution to the natural distribution of *Aesculus hippocastanum* (Hippocastanaceae) in Greece. *Phytologia Balcanica*, 13, 183–187.
- Avtzis, N., Avtzis, D. (2002). The attack of *Aesculus hippocastanum* L. by *Cameraria ohridella* Deschka and Dimić (Lepidoptera: Gracillariidae) in Greece. In M. L. McManus & A. M. Liebhold (Eds.), *Proceedings: Ecology, survey and management of forest insects. 2002 Sep 1–5, Kraków, Poland* (pp. 1–5), General Technical Report NE-311. Newtown Square, PA: USDA Forest Service.
- Bainard, L. D., Klironomos, J. N., Gordon, A. M. (2011). The mycorrhizal status and colonization of 26 tree species growing in urban and rural environments. *Mycorrhiza*, 21, 91–96. <https://doi.org/10.1007/s00572-010-0314-6>
- Bean, W. J. (1976). *Trees and shrubs hardy in the British Isles* (8th ed.). London, UK: Murray
- Bellini, E., Nin, S. (2005). Horse-chestnut: Cultivation for ornamental purposes and non-food crop production. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 11, 93–120. https://doi.org/10.1300/J044v11n01_04
- Biçakci, A., Benlioglu, O. N., Erdogan, D. (1999). Airborne pollen concentration in Kütahya. *Turkish Journal of Botany*, 23, 75–81.

GĂINARU: *Aesculus hippocastanum* - aspects regarding phenotypic and ecological traits

- Boboescu N.T., Ianovici N. (2018). Several aspects regarding plant senescence. *BIOSTUDENT*, 1 (2): 107-113
- Bonner, F. T., Karrfalt, R. P. (2008). *The woody plant seed manual*. Agriculture Handbook 727. Washington, DC: USDA Forest Service.
- Bratton, S. P. (1974). The effect of the European wild boar (*Sus scrofa*) on the high-elevation vernal flora in Great Smoky Mountains National Park. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 101, 198–206.
- Čalić, D., Bohanec, B., Devrnja, N., Milojević, J., Tubić, L., Kostić, I., Zdravković-Korać, S. (2013). Impact of abscisic acid in overcoming the problem of albinism in horse-chestnut androgenic embryos. *Trees*, 27, 755–762. <https://doi.org/10.1007/s00468-012-0830-4>
- Čalić, D., Zdravković-Korać, S., Pemac, D., Radojević, L. (2003-2004). Variability and bimodal distribution of size in microspores of *Aesculus hippocastanum*. *Biologia Plantarum*, 47, 457–458.
- Čalić-Dragosavac, D., Zdravković-Korać, S., Miljković, D., Radojević, L. (2009). Comparative analysis of microspore size variability in the genus *Aesculus* (Hippocastanaceae). *Archives of Biological Sciences*, 61, 795–800. <https://doi.org/10.2298/ABS0904795C>
- Chambers, V. H. (1968). Pollens collected by species of *Andrena* (Hymenoptera: Apidae). *Proceedings of the Royal Entomological Society of London, Series A*, 43, 155–160.
- Chwil, M., Weryszko-Chmielewska, E., Sulborska, A., Michońska, M. (2013). Micromorphology of trichomes in the flowers of the horse-chestnut *Aesculus hippocastanum* L. *Acta Agrobotanica*, 66, 45–53.
- Ciobanu D.G., Ianovici N. (2018). Considerations regarding the mechanisms involved in regulating plant immunity to pathogen attack. *BIOSTUDENT*, 1 (2): 93-98
- Cutler, D. F., Richardson, I. B. K. (1989). *Tree roots and buildings* (2nd ed.). Harlow, UK: Longman.
- Damant, S. (2005). Saproxylic hoverflies at Wimpole Estate. *Nature in Cambridgeshire*, 47, 3–8.
- Datcu A.D., Răcoiu V.A., Kolozsvari A.G. 2018. *Aesculus hippocastanum* L. - aspects regarding physiology and pharmaceutical properties. *BIOSTUDENT*, 1 (1): 15-22
- Daws, M. I., Lydall, E., Chmielarz, P., Leprince, O., Matthews, S., Thanos, C. A., Pritchard, H. W. (2004). Developmental heat sum influences recalcitrant seed traits in *Aesculus hippocastanum* across Europe. *New Phytologist*, 162, 157–166. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2004.01012.x>
- Deschka, G., Dimić, N. (1986). *Cameraria ohridella* sp. n. (Lep., Lithocolletidae) aus Mazedonien, Jugoslawien. *Acta Entomologica Jugoslavica*, 22, 11–23.
- Detzel, A., & Wink, M. (1993). Attraction, deterrence or intoxication of bees (*Apis mellifera*) by plant allelochemicals. *Chemoecology*, 4, 8–18. <https://doi.org/10.1007/BF01245891>
- Evstatieva, L. (2011). *Aesculus hippocastanum*. In D. Peev, V. Vladimirov, A. S. Petrova, M. Anchev, D. Temniskova, C. M. Denchev, A. Ganeva & C. Gussev (Eds.), *Red data book of the Republic of Bulgaria: Digital edition – Vol. 1 plants and fungi*. Sofia, Bulgaria: Bulgarian Academy of Sciences & Ministry of Environment and Water. Retrieved from <http://e-ecodb.bas.bg/rdb/en/>
- Ferrini, F., Fini, A. (2012). Results of a long-term project using controlled mycorrhization with specific fungal strains on different urban trees. In M. Johnston, & G. Percival (Eds.), *Trees, people and the built environment* (pp. 39–50). Edinburgh, UK: Forestry Commission.
- Fitter, A. H., Peat, H. J. (1994). Ecological flora database. *Journal of Ecology*, 82, 415–425. <https://doi.org/10.2307/2261309>
- Foster, A. S. (1929a). Investigations on the morphology and comparative history of development of foliar organs. I. The foliage leaves and cataphyllary structures in the horsechestnut (*Aesculus hippocastanum* L.). First part. *American Journal of Botany*, 16, 441–474. <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1929.tb09496.x>
- Foster, A. S. (1929b). Investigations on the morphology and comparative history of development of foliar organs. I. The foliage leaves and cataphyllary structures in the horsechestnut (*Aesculus hippocastanum* L.), cont'd. *American Journal of Botany*, 16, 475–501. <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1929.tb09497.x>
- Free, J. B. (1963). The flower constancy of honeybees. *Journal of Animal Ecology*, 32, 119–131. <https://doi.org/10.2307/2521>
- Gilbert, M., Grégoire, J.-C., Freise, J., Heitland, W. (2004). Long-distance dispersal and human population density allow the prediction of invasive patterns in the horse-chestnut leafminer *Cameraria ohridella*. *Journal of Animal Ecology*, 73, 459–468. <https://doi.org/10.1111/j.0021-8790.2004.00820.x>

- Gilbert, M., Guichard, S., Freise, J., Grégoire, J. C., Heitland, W., Straw, N. C., Augustin, S. (2005). Forecasting *Cameraria ohridella* invasion dynamics in recently invaded countries: From validation to prediction. *Journal of Applied Ecology*, 42, 805–813. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01074.x>
- Greig, J. W. (2012). Decay in an avenue of horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) caused by *Ustulina deusta*. *Arboricultural Journal*, 13, 1–6.
- Guglielmo, F., Bergemann, S. E., Gonthier, P., Nicolotti, G., Garbelotto, M. (2007). A multiplex PCR-based method for the detection and early identification of wood rotting fungi in standing trees. *Journal of Applied Microbiology*, 103, 1490–1507. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2007.03378.x>
- Gussev, C., Vulchev, V. (2015). Forests of horse-chestnut (*Aesculus hippocastanum*). In V. Biserkov, C. Gussev, V. Popov, G. Hibaum, V. Roussakova, I. Pandurski, Y. Uzunov, M. Dimitrov, R. Tzonev & S. Tsoneva (Eds), *Red data book of the Republic of Bulgaria: Digital edition – Vol. 3 natural habitats*. Sofia, Bulgaria: Bulgarian Academy of Sciences & Ministry of Environment and Water. Retrieved from <http://e-ecodb.bas.bg/rdb/en/>
- Hardin, J. W. (1957). Studies in the Hippocastanaceae, IV. Hybridization in *Aesculus*. *Rhodora*, 59, 185–203.
- Hardin, J. W. (1960). Studies in the Hippocastanaceae, V. Species of the old world. *Brittonia*, 12, 26–38. <https://doi.org/10.2307/2805332>
- Harley, J. L., Harley, E. L. (1987). A check-list of mycorrhiza in the British Flora. *New Phytologist*, 105(suppl.), 1–102. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1987.tb00674.x>
- Hněvsová, V., Kodrlik, D., Weyda, F. (2011). Contribution to the biochemical characterization of the silk and structure characterization of the cocoons of the horse chestnut leaf miner *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae). *European Journal of Entomology*, 108, 711–715. <https://doi.org/10.14411/eje.2011.091>
- Højgaard, A., Jóhansen, J., Ødum, S. (1989). Træplanting í Føroyum í eina øld. [A century of tree planting on the Faroe Islands.] *Annales Societatis Scientiarum Færoensis. Supplementum*, 14. Tórshavn, Faroe Islands: Føroya fróðskaparfelag.
- Hoshizaki, K., Suzuki, W., & Nakashizuka, T. (1999). Evaluation of secondary dispersal in a large-seeded tree *Aesculus turbinata*: A test of directed dispersal. *Plant Ecology*, 144, 167–176. <https://doi.org/10.1023/A:1009816111057>
- Hudson, H. J. (1987). *Guignardia* leaf blotch of horsechestnut. *Transactions of the British Mycological Society*, 89, 400–401. [https://doi.org/10.1016/S0007-1536\(87\)80129-8](https://doi.org/10.1016/S0007-1536(87)80129-8)
- Ianovici N. (2010). Citohistologie și morfoanatomia organelor vegetative. Ed. Mirton
- Ianovici N. (2010). Some preliminary data about vesicular – arbuscular mycorrhizas at different species of *Plantago*, *Annals of West University of Timișoara, ser. Biology*, 13: 129-134
- Ianovici N., Ciocan G.V., Matica A., Scurtu M., Șesan T.E. (2012). Study on the infestation by *Cameraria ohridella* on *Aesculus hippocastanum* foliage from Timișoara, Romania, *Annals of West University of Timișoara, ser. Biology*, XV (1): 67-80
- Ianovici N., Latis A., Rădac A. (2017). Foliar traits of *Juglans regia*, *Aesculus hippocastanum* and *Tilia platyphyllos* in urban habitat. *Romanian Biotechnological Letters*. 22 (2): 12400-12408
- Ianovici N., Matica A., Scurtu M. (2010). Contribution to the knowledge of leaf galls from Western Romania, *Annals of West University of Timișoara, ser. Biology*, 13: 135-144
- Ianovici N., Tudorică D., Ștefleă F. (2015). Methods of biomonitoring in urban environment: allergenic pollen in Western Romania and relationships with meteorological variables. *Annals of West University of Timișoara, ser. Biology*, 18 (2): 145-158.
- Kapusta, I., Janda, B., Szajwaj, B., et al (2007). Flavonoids in horse-chestnut (*Aesculus hippocastanum*) seeds and powdered waste water byproducts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 8485–8490. <https://doi.org/10.1021/jf071709t>
- Karliński, L., Jagodziński, A. M., Leski, T., Butkiewicz, P., Brosz, M., Rudawska, M. (2014). Fine root parameters and mycorrhizal colonization of horse-chestnut trees (*Aesculus hippocastanum* L.) in urban and rural environments. *Landscape and Urban Planning*, 127, 154–163. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.04.014>
- Kevan, P. G. (1990). How large bees, *Bombus* and *Xylocopa* (Apoidea Hymenoptera) forage on trees: Optimality and patterns of movement in temperate and tropical climates. *Ethology Ecology and Evolution*, 2, 233–242. <https://doi.org/10.1080/08927014.1990.9525408>

GÄINARU: *Aesculus hippocastanum* - aspects regarding phenotypic and ecological traits

- Krehan, H. (1995). Roßkastanienminiermotte - Befallssituation in Österreich. *Forstschutz-Aktuell*, 16, 8–11.
- Kugler, H. (1936). Die Ausnutzung der Saftmalsumfärbung bei den Roßkastanienblüten durch Bienen und Hummeln. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*, 54, 394–399.
- Kugler, H. (1970). Blütenökologie. Stuttgart, Germany: Gustav Fischer Verlag
- Laraus, J. (2004). The problems of sustainable water use in the Mediterranean and research requirements for agriculture. *Annals of Applied Biology*, 144, 259–272. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2004.tb00342.x>
- Leathart, S. (1991). *Whence our trees*. London, UK: Foulsham.
- Lex, T. (1954). Duftmale an Blüten. *Zeitschrift für vergleichende Physiologie*, 36, 212–234. <https://doi.org/10.1007/BF00297747>
- Loenhart, K. K. (2002). *Aesculus hippocastanum*: The handsome (and useful) horse-chestnut. *Arnoldia*, 61, 20–22.
- Łukasiewicz, S. (2003). Skład chemiczny i masa nasion na tle intensywności owocowania kasztanowca białego *Aesculus hippocastanum* L. w warunkach miejskich Poznania. [Chemical composition and seeds mass in relation to intensity of fruiting of white horse-chestnut *Aesculus hippocastanum* L. under urban conditions of Poznań.] *Biuletyn Ogrodów Botanicznych*, 12, 83–90.
- Łukasiewicz, S., Oleksyn, J. (2007). Zróżnicowanie przestrzenne elementów meteorologicznych i ich wpływ na rozwój kasztanowca zwyczajnego (*Aesculus hippocastanum* L.) w warunkach miejskich Poznania. [Heterogeneity of spatial meteorological traits and their effects on horse-chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) development in urban conditions of Poznań.] *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią* Seria A, 58, 47–78.
- Lunau, K. (1996). Unidirectionality of floral colour changes. *Plant Systematics and Evolution*, 200, 125–140. <https://doi.org/10.1007/BF00984753>
- Maurizio, A. (1945). Giftige Bienenpflanzen. *Schweiz Bienenzeitung, Beiheft*, 1, 430–441.
- Maurizio, A., Grafl, I. (1969). *Das Trachtpflanzenbuch. Nektar Und pollen die wichtigsten Nahrungsquellen der Honingbiene*. Munich, Germany: Ehrenwirth Verlag.
- Melgar, M., Trigo, M. M., Recio, M., Docampo, S., Gracia-Sánchez, J., Cabezudo, B. (2012). Atmospheric pollen dynamics in Münster, north-western Germany: A three-year study (2004–2006). *Aerobiologia*, 28, 423–434. <https://doi.org/10.1007/s10453-012-9246-2>
- Ocokoljić, M., & Stojanović, N. (2009). Phenotypic characteristics of trees and seeds as the base for improvement and conservation of the horse-chestnut gene pool. *Archives of Biological Sciences*, 61, 619–622. <https://doi.org/10.2298/ABS0904619O>
- Ocokoljić, M., Vilotić, D., Šijačić-Nikolić, M. (2013). Population genetic characteristics of horse-chestnut in Serbia. *Archives of Biological Sciences*, 65, 1–7. <https://doi.org/10.2298/ABS1301001O>
- Papp, B., Alegro, A., Šegota, V., Šapić, I., Vukelić, J. (2013). Contributions to the bryophyte flora of Croatia I. Gorski Kotar region (W Croatia). *Studia Botanica Hungarica*, 44, 193–211.
- Pastirčáková, K., Pastirčák, M., Celar, F., Shin, H.-D. (2009). *Guignardia aesculi* on species of *Aesculus*: New records from Europe and Asia. *Mycotaxon*, 108, 287–296. <https://doi.org/10.5248/108.287>
- Pearce, R. B. (1991). Reaction zone relics and the dynamics of fungal spread in the xylem of woody angiosperms. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 39, 41–55. [https://doi.org/10.1016/0885-5765\(91\)90030-L](https://doi.org/10.1016/0885-5765(91)90030-L)
- Peçi, D. H., Mullaj, A., Dervishi, A. (2012). The natural distribution of horse-chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) in Albania. *Journal of Institute Alb-Shkenca*, 5, 153–157.
- Percival, M. S. (1955). The presentation of pollen in certain Angiosperms and its collection by *Apis mellifera*. *New Phytologist*, 54, 353–368. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1955.tb06192.x>
- Percival, M. S. (1961). Types of nectar in Angiosperms. *New Phytologist*, 60, 235–281. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1961.tb06255.x>
- Peternel, R., Čulig, J., Mitić, B., Vukušić, J., Šostar, Z. (2003). Analysis of airborne pollen concentrations in Zagreb, Croatia, 2002. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 10, 107–112.
- Peverieri, G. S., Roversi, P. F. (2010). Feeding and oviposition of *Anoplophora chinensis* on ornamental and forest trees. *Phytoparasitica*, 38, 421–428. <https://doi.org/10.1007/s12600-010-0118-4>

- Pirc, M., Dreo, T., Jurc, D. (2018). First report of *Pseudomonas syringae* pv. *aesculi* as the causal agent of bleeding canker of horse-chestnut in Slovenia. *Plant Disease*, 102, 2025. <https://doi.org/10.1094/pdis-12-17-1868-pdn>
- Popp, W., Horak, F., Jiiger, S., Reiser, K., Wagtier, C., Zwick, H. (1992). Horse-chestnut (*Aesculus hippocastanum*) pollen: A frequent cause of allergic sensitization in urban children. *Allergy*, 47, 380–383. <https://doi.org/10.1111/j.1398-9995.1992.tb02075.x>
- Pozhidaev, A. E. (1995). Pollen morphology of the genus *Aesculus* (Hippocastanaceae). Patterns in the variety of morphological characteristics. *Grana*, 34, 10–20. <https://doi.org/10.1080/00173139509429028>
- Preston, C. D., Pearman, D. A., & Dines, T. D. (2002). *New atlas of the British and Irish flora*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Radojević, L. (1989). Pollen dimorphism in *Aesculus hippocastanum* and *A. carnea*. *Archives of Biological Sciences*, 41, 137–143.
- Ravazzi, C., Caudullo, G. (2016). *Aesculus hippocastanum* in Europe: Distribution, habitat, usage and threats. In J. San-Miguel-Ayanz, D. de Rigo, G. Caudullo, T. Houston Durrant & A. Mauri (Eds.), *European atlas of forest tree species*. Luxembourg, Europe: Publishing Office of the European Union.
- Raw, A. (1974). Pollen preferences of three *Osmia* species (Hymenoptera). *Oikos*, 25, 54–60. <https://doi.org/10.2307/3543545>
- Rizzi-Longo, L., Pizzulin-Sauli, M., Stravisi, F., Ganis, P. (2010). Airborne pollen calendar for Trieste (Italy), 1990–2004. *Grana*, 46, 98–109.
- Robinson, S. C., Tudor, D., Cooper, P. A. (2011). Wood preference of spalling fungi in urban hardwood species. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 65, 1145–1149. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2011.07.012>
- Rotheray, G. E., Hancock, G., Hewitt, S., Horsfield, D., MacGowan, I., Robertson, D., Watt, K. (2001). The biodiversity and conservation of saproxylic Diptera in Scotland. *Journal of Insect Conservation*, 5, 77–85. <https://doi.org/10.1023/A:1011329722100>
- Ruoss, E. (1999). How agriculture affects lichen vegetation in central Switzerland. *Lichenologist*, 31, 63–73.
- Samek, T. (2003). Diapause of *Cameraria ohridella* Deschka et Dimic and its impact on the species population dynamics. *Journal of Forest Science*, 49, 252–258.
- Schulz-Langner, E. (1967). Über den Trachwert der Rosskastanie (*Aesculus hippocastanum*) unter besonderer Berücksichtigung des Saponingehaltes im Nektar. *Zeitschrift Bienenforsch*, 9, 49–65.
- Seaward, M. R. D., Letrouit-Galinou, M. A. (1991). Lichen recolonization of trees in the Jardin du Luxembourg, Paris. *Lichenologist*, 23, 181–186. <https://doi.org/10.1017/S0024282991000324>
- Šefrová, H., Laštůvka, Z. (2001). Dispersal of the horsechestnut leafminer, *Cameraria ohridella* Deschka & Dimiè, 1986, in Europe: Its course, ways and causes (Lepidoptera: Gracillariidae). *Entomologische Zeitschrift*, 111, 194–198.
- Snieskiene, V., Stankeviciene, A., Zeimavicius, K., Balezentiene, L. (2011). *Aesculus hippocastanum* L. state changes in Lithuania. *Polish Journal of Environmental Studies*, 20, 1029–1035.
- Solymosi, K., Bóka, K., Böddi, B. (2006). Transient etiolation: Protochlorophyll(ide) and chlorophyll forms in differentiating plastids of closed and breaking leaf buds of horse-chestnut (*Aesculus hippocastanum*). *Tree Physiology*, 26, 1087–1096. <https://doi.org/10.1093/treephys/26.8.1087>
- Somme, L., Moquet, L., Quinet, M., Vanderplanck, M., Michez, D., Lognay, G., & Jacquemart, A.-L. (2016). Food in a row: Urban trees offer valuable floral resources to pollinating insects. *Urban Ecosystems*, 19, 1149–1161. <https://doi.org/10.1007/s11252-016-0555-z>
- Stace, C. A. (2010). *New flora of the British Isles*, 3rd ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Stefanic, E., Rasic, S., Merdic, S., & Colacovic, K. (2007). Annual variation of airborne pollen in the city of Vincovci, Northeastern Croatia. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 14, 97–101.
- Syngé, A. D. (1947). Pollen collection by honeybees (*Apis mellifera*). *Journal of Animal Ecology*, 16, 122–138. <https://doi.org/10.2307/1492>
- Thalmann, C., Freise, J., Heitland, W., Bacher, S. (2003). Effects of defoliation by horse-chestnut leafminer (*Cameraria ohridella*) on reproduction in *Aesculus hippocastanum*. *Trees*, 17, 383–388. <https://doi.org/10.1007/s00468-003-0249-z>
- Thomas P. A., Alhamd O., Iszkulo G., Dering M., Mukassabi T. A. (2019). Biological Flora of the British Isles: *Aesculus hippocastanum*. *Journal of Ecology*, 107, 992–1030 DOI: 10.1111/1365-2745.13116

GÄINARU: *Aesculus hippocastanum* - aspects regarding phenotypic and ecological traits

- Thomas, P. A. (2014). *Trees: Their natural history*, 2nd ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139026567>
- Tomiczek, C., Krehan, H. (1998). The horsechestnut leafmining moth (*Cameraria ohridella*): A new pest in Central Europe. *Journal of Arboriculture*, 24, 144–148.
- Tsiroukis, A. (2008). Reproductive biology and ecology of horse-chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.). PhD thesis, National & Kapodistrian University of Athens, Athens, Greece.
- von Skuhrový, V. (1998). Zur Kenntnis der Blattminen-Motte *Cameraria ohridella* Desch., & Dim. (Lep., LithocoUetidae) an *Aesculus hippocastanum* L. in der Tschechischen Republik. *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz*, 71, 81–84. <https://doi.org/10.1007/BF02770638>
- Walas, Ł., Dering, M., Ganatsas, P., Pietras, M., Pers-Kamczyc, E., Iszkuło, G. (2018). The present status and potential distribution of relict populations of *Aesculus hippocastanum* L. in Greece and the diverse infestation by *Cameraria ohridella* Deschka & Dimić. *Plant Biosystems*, 152, 1048–1058. <https://doi.org/10.1080/11263504.2017.1415991>
- Weberling, F. (1989). *Morphology of flowers and inflorescences*. Cambridge, UK: Cambridge University Press
- Weryszko-Chmielewska, E., Chwil, M. (2017). Structure of floral nectaries in *Aesculus hippocastanum* L. *Acta Botanica Croatica*, 76, 41–48. <https://doi.org/10.1515/botcro-2016-0049>
- Weryszko-Chmielewska, E., Haratym, W. (2011). Changes in leaf tissues of common horse-chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) colonised by the horse-chestnut leaf miner (*Cameraria ochridella* Deschka & Dymić). *Acta Agrobotanica*, 64, 11–22.
- Weryszko-Chmielewska, E., Haratym, W. (2012). Leaf micromorphology of *Aesculus hippocastanum* L. and damage caused by leaf-mining larvae of *Cameraria ohridella* Deschka & Dymić. *Acta Agrobotanica*, 65, 25–34.
- Weryszko-Chmielewska, E., Tietze, M., & Michońska, M. (2012). Ecological features of the flowers of *Aesculus hippocastanum* L. And characteristics of *Aesculus* L. pollen seasons under the conditions of central-eastern Poland. *Acta Agrobotanica*, 65, 61–68. <https://doi.org/10.5586/aa.2012.022>
- Wilson, M. B. (2014). Origin, composition, and role of antimicrobial plant resins collected by honey bees, *Apis mellifera*. PhD thesis, University of Minnesota, USA.
- WWF. (2013). *Pindus Mountains mixed forests. Mediterranean forests, woodlands and scrubs*. Washington, DC: World Wildlife Fund. Retrieved from <http://worldwildlife.org/ecoregions/pa1217>
- Zhang, Z., Li, S., Lian, X.-Y. (2010). An overview of genus *Aesculus* L.: Ethnobotany, phytochemistry, and pharmacological activities. *Pharmaceutical Crops*, 1, 24–51. <https://doi.org/10.2174/2210290601001010024>