

JÍROVEC MAŽDAL VE VÝUCE – REPRODUKČNÍ ORGÁNY

Horse Chestnut at School— Reproductive Organs

PETR NOVOTNÝ, VANDA JANŠTOVÁ, Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta,
Katedra učitelství a didaktiky biologie, Praha, petr.novotny@natur.cuni.cz

Abstract

This paper is dedicated to horse chestnut as a suitable model organism for teaching botany at all levels of our schools. Horse chestnut is literally predisposed to didacticisation in botany teaching due to its general distribution, large and conspicuous organs; we are basically sure that pupils really know it. The paper focuses mainly on the morphological and anatomical characters that can be demonstrated during teaching biology; topics that are conspicuously or typically developed—firstly its origin (geographic and etymological), later it is devoted to vegetative and finally reproductive organs. The parasite horse-chestnut leaf miner is also discussed. It provides a description of all aspects and broader contexts that can be beneficial in school teaching; this paper does not attempt to present this information in the form of a project proposal or comprehensive activities, rather it should inspire and encourage laboratory and field work in biology classes in common ways—we believe that teachers will choose activities that are appropriate for their teaching.

In addition to botanical content, the paper also links to the teaching of microbiology or chemistry to facilitate the use of interdisciplinary topics both in biology and in the natural sciences.

The paper is divided in two following up parts; this is the second part that focuses on reproductive organs.

Klíčová slova

modelový organismus, anatomie, rostliny, morfologie, Aesculus hippocastanum, exkurze, výuka botaniky, pokus

Key words

Model organism, anatomy, morphology, plants, field excursion, Aesculus hippocastanum, botany instruction, experiment

REPRODUKČNÍ ORGÁNY

Vedle schopnosti efektivně stínit, kterou si cení zejména provozovatelé venkovních pivnic a občerstvoven, je hlavním zdrojem popularity jírovce jako parkové dřeviny jeho nápadné a mimořádně bohaté kvetení, které je už neodmyslitelnou součástí jara v našich parcích a zahradách.

Jírovec začíná kvést po desátém roce růstu (Slavíková & Svobodová, 1976); v březnu se rozvíjejí pupeny, a to tak, že se směrem od báze pupenu k jeho vrcholu napřimují šupiny. Nejprve se z pupenu rozvíjejí listy, poté se objevuje kuželovité květenství – to začíná rozkvétat až v době, kdy jsou listy plně rozvinuté; tyto jsou horizontálně rozprostřeny pod květenstvím.

Terminologicky představuje květenství jírovce modelové *heterotaktické* květenství, hrozen složený z vijanů. Rozkvétá odspodu, v rámci jednotlivého vijanu od báze. Velmi často se první jedno nebo dvě poupata vůbec nerozvinou a odpadnou, zůstává po nich patrná jizva na větenu vijanu; stejně tak se nerozvíjejí poslední poupata vijanu (Horáková, 1993).

Jírovec je strom mnohomanželný, většina květů jsou samčí s redukovaným pestíkem, oboupohlavné květy se nacházejí spíše v dolní části květenství v celkové četnosti kolem 7% (Horáková, 1993). Řada zdrojů včetně recentního Pladiasu (2018)¹ uvádí o jírovci, že je *trimonoecický* (mající na jedné rostlině samčí, samičí i oboupohlavné květy). Samičí květy jsou ale v tomto případě poněkud nejasné – mají mít vyvinuté prašníky, jež se jen výjimečně

otevřít, s abortovanými pylovými zrny – Horáková je ve své práci nenalezla vůbec, šlo by navíc pouze o *funkčně* samičí květy, v terénu nevhodné pro demonstraci. Minimálně pro školní praxi je lepší pracovat s představou, že se jedná o rostlinu *andromonoecickou*, mající pouze samčí a oboupohlavné květy na jednom jedinci.



Obr. 1 Květní pupeny. Vlevo oboupohlavný květ s vyčnívající bliznou, vpravo (na vrcholu květenství) květ samčí. Květenství pro potřebu fotografie redukováno. Foto autoři.

Protože u oboupohlavných květů vyčnívá karminově červená blizna cca jeden milimetr ven z ještě zavřených poupat, lze rychle určit pohlavnost respektive odhadnout poměr typů květů právě v počátku rozkvětu, viz Obr. 1. Pro ověření funkčních charakteristik obou typů květů Horáková testovala klíčivost pylu (23% klíčivost u samčích, 14%

¹ Citovaná data jsou převzata z německé databáze BIOFLOR publikované v práci (Klotz, Kühn, Durka, & Briemle, 2002). Za samozřejmost považují trimonoecii na Balkáně (Radojevic, Marinkovic, & Jervremovic, 2000), polští autoři (Weryszko-Chmielewska & Chwil, 2017) zase uvádějí andromonoecii shodně s naší Květenou – nabízí se otázka, zda je možné, že v teplejších částech Evropy tvoří morfologicky vymezitelné samičí květy, jež v místních chladnějších podmínkách nenalzáme?

u oboupohlavných květů), což podporuje představu o postupné specializaci pohlaví květů horší klíčovostí u oboupohlavných květů, ale zejména nabízí výborný námět pro praktické cvičení, viz dále.

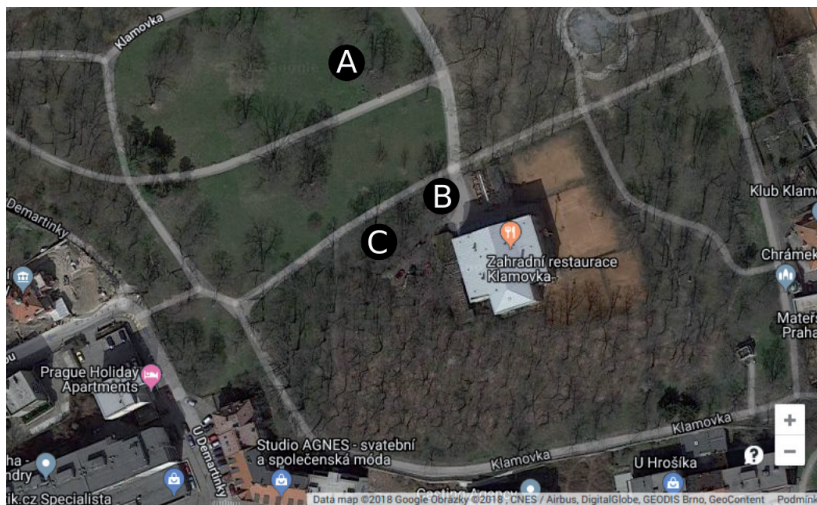
Soustředíme-li se na pohlavnost květů, je na místě upozornit na plnokvětý kultivar² cv. Baumannii se sterilními květy. Ten je příležitostně vysazován v zahradních restauracích pro lepší komfort hostů v době dozrávání plodů. Skalická (1997) uvádí jako příklad zahradní restauraci v pražské Klamovce. Lokalitu první z autorů v září 2018 prošel a identifikoval několik jedinců (známky roubování, absence plodů), kteří odpovídají uvedenému kultivaru – blíže viz mapka na Obr. 2. Dalšími znaky, které jsou pro kultivar charakteristické, je zmíněná plnokvětost, pozdější rozkvet s dlouho nasazenými květy a vysoký, štíhlý vzrůst koruny (Missouri Botanical Garden, 2015).

Navzdory velkému počtu opylených květů i nasazených plodů (téměř každý oboupohlavný květ se začne vyvíjet v plod (Horáková, 1993)) bývá finální počet dozrálých plodů v květenství jen jedna až tři tobolky.

Jaro: poupata se rozvíjejí postupně – vijan – blizna vyčnívá z poupěte – najdeš květy bez blizny – jak jsou v rámci květenství rozmístěny – blizna je součástí pestíku – ze kterých květů mohou vzniknout plody.

Jaro (pokus): nerozkvetlá květenství do vázy – ohýbají se do horizontální polohy – pouze nerozkvetlá, ještě rostoucí část větve – ohyb je zajištěn růstem buněk.

Podzim: vidíš stopy po opadlých květech – na jaře zde bylo 200 květů – kolik jich dalo vzniknout plodům – k čemu byly ostatní květy – jak mnoho energie investují organismy do reprodukce.



Obr. 2 Mapa vytipovaných jedinců *Aesculus hippocastanum* cv. Baumannii z lokality Klamovka.
A – roubovaný, absence plodů, štíhlá koruna,
B – pravděpodobně roubován, absence plodů, poměrně rozložitá koruna,
C – roubovaný, ojedinělé plody, štíhlá koruna.
Zdroj autoři, podklad Google Maps v souladu s podmínkami užití.

2 Horáček (2007) uvádí celkem pět běžněji pěstovaných kultivarů jírovce, u Wrighta (1985) jich nalezneme sedm.

KVĚT

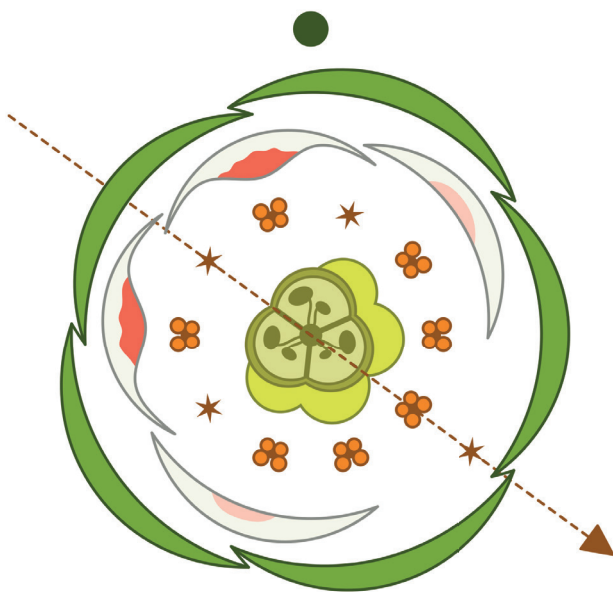
Po popisu květenství a pohlavnosti květů se podívejme na vlastní stavbu květu u jírovce: květy jsou šikmo souměrné, kolísavé stavby (K4 až 6, C4 až 6, A6 až 9) s nejčastější kombinací pět kališních, čtyři korunních lístky a sedm tyčinek; úplný květní vzorec³ představuje zápis:

$$\square K(5) C2:2 A5+2 \underline{G}(3)$$

s následující transkripcí: „květ šikmo souměrný podle jedné osy, pětičetný srostlý kalich, koruna čtyřčetná s lístky ve dvou tvarových/barevných kohortách, tyčinky ve dvou kruzích, semeník svrchní, srostlý ze tří plodolistů“. Vizualní prezentace stavby květu je znázorněna květním diagramem na Obr. 3.

Pětičetný zelený srostloplátečný (*synsepální*) kalich porostlý drobnými trichomy se otevírá v podstatě současně se čtyřčetnou, vlnitě kadeřavou korunou tvořenou nesrostlými nehetnatými lístky bílé barvy (zejména na kraji rovněž s trichomy). Alespoň na dvou největších korunních lístcích je přítomná skvrna indikující fázi kvetení, viz dále.

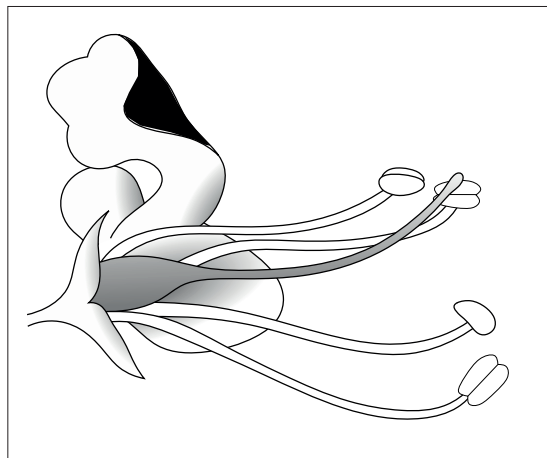
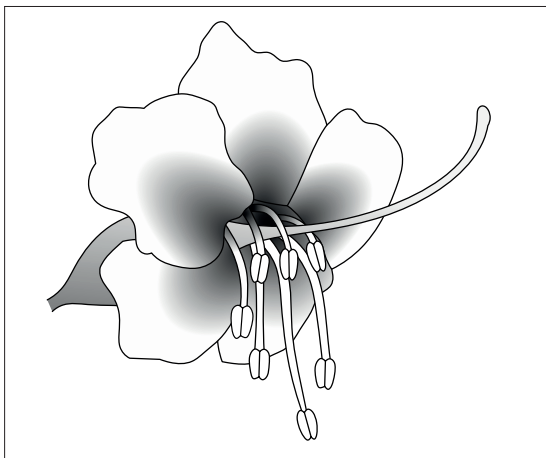
Tyčinky mají variabilní délku nitky, nesou *intrózní* prašníky (Slavíková & Svobodová, 1976). V době zralosti blizny jsou nitky tyčinek ještě na bázi zakřivené a prašníky uzavřené – nejprve se narovnáávají nitky a pukají prašníky dvou nitek, po nich rychle následují ostatní. Po dozrání a vypylení se opět zakřívují (Slavíková & Svobodová, 1976), viz Obr. 4, pyl tak během návštěvy květu ulpívá na břišní straně opylovače. Na obou pólech prašníku jsou červená tělíška⁴ dobře patrná ve fázi žluté skvrny; tato jsou označovaná autory někdy za navigační prvky (*floral guides*) pro opylovače (Weryszko-Chmielewska, Tietze, & Michonska, 2012) či za přímý atraktant (*food bodies*) (Weryszko-Chmielewska & Chwil, 2017).



Obr. 3 Květní diagram jírovce maďalu. U pestíku zázorněn také žláznatý val. Zdroj (Nefronus, 2018a), vytvořeno za využití <http://kvetnidiagram.8u.cz/>.

3 Dle metodiky publikované v práci (Ronse De Craene, 2010), shodně i květní diagram na Obr. 3.

4 Nepříliš zřetelně ukazuje Obr. 5, dva prašníky na ilustraci nejbližší ke spodnímu okraji, bohužel jsme o jejich existenci v době dostupnosti živého materiálu ještě neměli tušení.

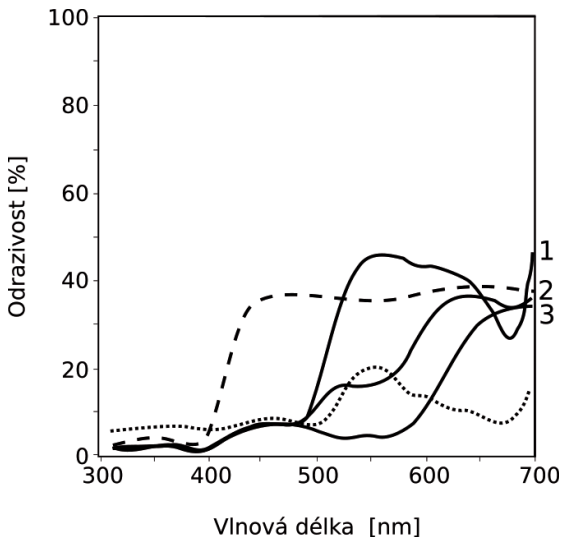


Obr. 4 Vzájemná pozice tyčinek a čnělky v květu jírovce. Květ vlevo – fáze světle žluté skvrny. Květ vpravo – fáze žlutkové skvrny. Zdroj (Nefronus, 2018b).



Obr. 5 Květ ve fázi žlutkové, oranžové a červené skvrny. Květenství pro potřebu fotografie redukováno. Foto autoři.

Pestík je svrchní, více než dva centimetry dlouhý, pokrytý papírkami, které jsou pravděpodobně hlavním zdrojem silné vůně květů (Chwil, Weryszko-Chmielewska, Sulborska, & Michonska, 2013), intenzita vůně květu je synchronizována s barevností navigačních skvrn (Lunau, 1996). Jak již bylo zmíněno, červenavě zbarvená blizna vyčnívá již z poupat oboupohlavných květů a indikuje tak *protogynii* (tedy stav, kdy se blizna stává receptivní ještě před dozráním prašníků téhož květu).



Obr. 6 Odrádivost barevných skvrn ve květu jírovce. 1) květ po rozkvetu – žlutá skvrna, 2) střední fáze kvetení – oranžová skvrna, 3) závěrečná fáze – červená skvrna. Tečkovaná linie znázorňuje reflektanci listové plochy, čárkovaná linie reflektanci „bílé části“ koruny. Zdroj (Lunau, 1996, s. 130), překresleno.

Intenzita vůně květu společně s barevností navigačních skvrn na korunních lístcích indikuje aktuální fázi květu (receptivnost blizny, nabídka nektaru či zralost prašníků). Navigační skvrny jsou neocenitelným objektem k pozorování ať fenologického charakteru či přímo v průběhu demonstrace, což je patrné z Obr. 5; jak tedy vypadá průběh barevných změn (zpracováno dle Horákové):

- světle žlutá skvrna – první dva/tři korunní lístky a všechny kališní jsou vzpřímené, ostatní uzavřené, první tyčinky produkují pyl, ostatní nedozrálé
- tmavě žlutá/žloutková skvrna – většina prašníků otevřena, opylovači neaktivnější
- oranžová skvrna – první tyčinky zasychají, nitky se stáčí zpět

- červená skvrna – jen výjimečně aktivní tyčinky, zaschlé z květu vypadávají, bezprostředně potom upadne i celý květ. Pokud se vyvíjí plod, pak korunní lístky opadávají postupně a poté je následují kališní.

Ještě exaktnější představu o barevné změně podává Lunau (1996) formou kvantitativního znázornění změny odrádivosti (reflektance) v průběhu fází kvetení, viz Obr. 6; posun navigačních skvrn k červené části spektra je velmi zřetelný.

Kdo je opylovačem jírovce – samozřejmě se jedná především o včely a čmeláky, podle Slavíkové (1976) i pestřenky, které požírají bohatě nabízený pyl; pylová zrna jírovce ale stejně jako ostatní části rostliny obsahují saponiny, pro včely jedovaté. Podle studie Chwil et al. (2013) se však tento efekt projeví pouze v tom případě, kdy je jírovec pro včely dominantním zdrojem pylu. Jírovec je navštěvován i v pozdním létě a na podzim, kdy hmyz sbírá pryskyřici ze zimních pupenů (Horáková, 1993). Nektar obsahuje velmi vysoké procento (až 60%) cukrů, dominantně sacharózy⁵, a je vylučován ze žláznatého laločnatého valu uloženého na dně květu mezi bázemi tyčinek a korunních lístků, v jednom květu je deponováno cca 1 mg nektaru, u květů ve fázi červené skvrny zhruba poloviční množství.

Oválná trikolpátní a velmi malá pylová zrna jsou tvořena ve velkém množství – cca 5 tisíc zrn v jednom prašném pouzdře (Calic & Radojevic, 2017)⁶, to je pro entomogamní rostlinu poněkud netypické; vzhledem k tomu, že některé studie se zabývají i pylovými alergiemi na pyl jírovce, je zřejmé, že pylová zrna jírovce jsou schopna i poměrně

⁵ Macior (1978) pro severoamerický *Aesculus glabra* udává výhradně sacharózu, u *A. hippocastanum* se v literatuře uváděný poměr sacharózy pohybuje kolem 92%.

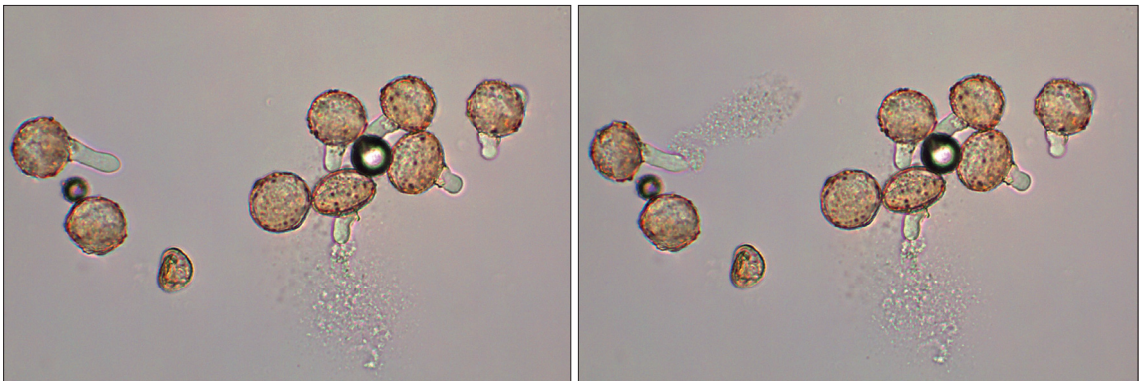
⁶ V rámci entomogamních rostlin je počet zrn ku vajíčkům – P/O koeficient (pollen/ovule ratio) – nejčastěji v řádech 10^3 , u jírovce udává Durka (2002) P/O = 451 543 tj. $4,5 \times 10^5$. Tím se opět podobá většospašným rostlinám (např. buk tamtéž P/O = $6,3 \times 10^5$).

efektivního šíření za pomoci větru. Uvážíme-li, že v dlouhodobé studii poléťavých alergenů z Terstu byl obsah pylových zrn jírovce poloviční ku habru či mírně převyšoval ořešák (Rizzi-Longo, Pizzulin-Sauli, Stravisi, & Ganis, 2007) a že receptivní blizny se objevují ještě dříve než rozkvetou květy v daném květenství (tedy před jakoukoli nabídkou opylovačům), musíme předpokládat, že anemogamie hraje v životě jírovce daleko významnější roli, než bychom na základě bohaté tvorby nektaru, navigačních prvků a celkové stavbě květu soudili.

Pyl velmi ochotně klíčí (viz Obr. 7) a není náročný na medium, jírovec je tak jedním z nejvhodnějších objektů pro pozorování pylové láčky. Jakkoli

je klíčení skutečně bezproblémové, dodejme několik konkrétních tipů ke sběru materiálu na základě práce Percivala (1955), který sledoval dynamiku rozvoje květů různých rostlin (zde uvedené se týká explicitně jírovce):

- prašníky se otevírají v průběhu celého dne, nicméně maximum Percival zaznamenal na začátku periody, tj. kolem páté hodiny ranní
- všechny prašníky jednoho květu dozrají v rozmezí jednoho až dvou dnů
- celkové množství pylu v květu je kolem 1 mg
- teplotní interval pro dozrávání prašníků leží mezi 13–18 °C průměrné denní teploty



Obr. 7 Klíčení pylové láčky jírovce. V pravé dolní části je patrný vytékající obsah z prasklé láčky. Medium 20% roztok sacharózy, sběr z reflorescence září 2018, cca 10 minut od založení preparátu. Zvětšení 40×10. Zdroj autoři.

Jaro: pohled na květy – kalich, koruna, tyčinky, někdy pestík – spočti části u pěti květů – porovnejme výsledky – neustálenost počtu – která je nejčastější kombinace – květ láká hmyz nabídkou potravy – pyl a nektar – které smysly květ atakuje – množství pylu a nektaru není stále stejné – společný zájem opylovače a opylovaného na synchronizaci – květ signalizuje „aktuálnost nabídky“ – co získal hmyz návštěvou květu – co získal květ hmyzí návštěvou.

Mikroskop: do kapky 20% roztoku sacharózy (kostka cukru v 50 ml vody) na podložním skle sklepeme pyl z prasklých prašníků, přiklopíme a ihned pozorujeme. Během několika minut dochází k proražení láčky, po 10–20 minutách láčky hromadně praskají, pozorování ukončíme. Pro starší žáky zařadíme srovnání klíčivosti u samčích a oboupohlavných květů nebo sestavení časosběrného videa.

SEMENO A PLOD

Plodem jírovce je trojpouzdrá ostnitá tobolka pukající chlopněmi (viz Obr. 8), v každém pouzdře *synkarpního gynaecea* jsou nejprve dvě vajíčka (s dvěma *integumenty*), z nichž se vyvíjí zpravidla jen jedno semeno. Přestože bývají zpravidla oplozena všechna vajíčka, vyvíjí se v jedné tobolce v 90 % jen jedno semeno; ostatní vajíčka zůstávají nevyvinutá, značně deformovaná (Horáková, 1993), nicméně velmi dobře pozorovatelná (viz Obr. 9). Na pukající tobolce lze snadno identifikovat jednotlivá pouzdra stejně jako dopočítat se šesti vajíček.

Hypogeicky klíčící semena mají tlusté, kožovité, leskle hnědé⁷ osemení (*perisperm*) s nápadným pupkem (*hilum*). Ačkoli právě tento pupek u semen jírovce je často modelovým případem k demonstraci a v kontextu školní výuky je ještě přijatelným zjednodušením, jeho povaha je komplexnější a spíše než jizvou po poutku je jizvou po redukovaném ariloidu – u mýdelníkovitých se totiž setkáváme s četnými výrůstky semen podporujících zoochorii – kaštan (respektive ona měkká, barevně odlišitelná hmota zůstávající na přepážce pouzdra tobolky v místě protilehlém „pupku“ na semeni, viz Obr. 10) je příkladem jejich redukce až do nefunkčního stavu (van der Pijl, 1957); ve středoškolské výuce bychom tedy měli dle možnosti tihnout k označení *pseudohilum*.



Obr. 8 Tobolka jírovce – vpravo patrný zbytek čnělky (znak indikující svrchní semeník). Zdroj: autoři.

7 Pro zástupce rodu jírovce užívá angličtina souhrnné označení *buckeye*, tj. „jelení oko“.



Obr. 9 Vnitřní stavba tobolek jírovce. Na horním semenu patrné poutko směřující ze středu pupku doleva; na obou přepážkách tobolek zakrnělá vajíčka. Zdroj autoři.



Obr. 10 Chlopeň tobolek, pohled z vnitřní strany. Svrchní semeno s patrným poutkem, na stěně tobolek odpovídající jizva po poutku. Na stěně tobolek dále patrný redukovaný ariloid odpovídající tvarem pupku. Přesnější terminologie viz text. Zdroj autoři.

Podzim: utrhní pootevřenou toboleku – ostny jsou ostré – v kolik dílů puká – odpovídá vnitřní členění vnějšímu – kolik semen – najdeš i nevyvinutá – kolik v jednom pouzdře – jedno ti rozříznu, kde jsou zásobní látky – kde bude prorážet kořen.

Všichni nehybridní zástupci rodu *Aesculus* mají shodnou ploidii $2n = 40$ a poměrně malý genom – $2C \text{ value}^8 = 1,12 \text{ pg}$ (Krauhlec, Trávníček, Krauhlec, & Rejmánek, 2017), což představuje zajímavou výjimku z jinak často pozorovaného trendu pozitivní korelace mezi velikostí genomu a semene.

8 Hodnota $2C$ označuje množství DNA obsažené v jádře somatické buňky, udávané v pikogramech, tj. $\text{gram} \times 10^{-12}$.

Zárodek je zakřivený, má dvě velmi výrazné dělohy, které obsahují zásobní látky a vyplňují větší část semene, endosperm chybí. Obrys embrya je velmi dobře patrný i při vnějším pozorování semene – vzrostlý vrchol kořene (*radikula*) dosahuje téměř k pupku, směrem do středu horní plochy semene se rozšiřují děložní listy kryjící vzrostlý vrchol stonku (*plumula*); osemení v oblasti zárodku nejdříve hnědne a dosahuje nejtmašších tónů. Zárodek lze velmi dobře pozorovat – na čerstvě vyloupaném (když je osemení ještě relativně měkké) kaštanu provedeme řez v ose zárodku (Obr. 11); pak je možné buď přímo zárodek pozorovat, nebo opatrně dál odlupovat osemení a zárodek vypreparovat; u některých kusů se nám podařilo i oddělit dělohy jinak do sebe záhyby zaklesnuté (Obr. 12).



Obr. 11 Osa řezu semenem jírovce pro demonstraci embrya. Zdroj autoři.



Obr.12 Řez semenem jírovce – částečně odloupaný perisperm a rozvolněné, asymetricky vyvinuté dělohy. Ostrý hrot vpravo je radícula. Zdroj autoři.

U mýdelníkovitých rostlin se setkáváme se zajímavým utvářením osemení – v oblasti zárodku vytváří kapsovitý útvar, který obaluje radikulu, což lze u příčného řezu semenem jírovce velmi dobře pozorovat (viz Obr. 13).

Podzim: provedeme řez několika semeny – anatomická stavba – najdi ještě nerozpadlou tobolku, opatrně rozevři, ať znáš polohu semene – hledej poutko (ve středu pupku, vystupuje nad povrch) – prohlédni stěnu v místě, kde byl pupek.



Obr. 13 Detail embrya v semeně jírovce. Nápadný záhyb perispermu typický pro celou čeleď, dobře patrné oba vzrostné vrcholy. Zdroj autoři.

Semena mají značnou výživovou hodnotu, dle zdrojů (např. Benedix, Fukarek, & Danert, 1973, s. 65) obsahují 6 % oleje, 50 % škrobu, 7–11 % bílkovin a 3–5 % saponinů (*escin*), které způsobují nestravitelnost pro člověka. Slouží jako krmivo pro spárkatou zvěř a sběr kaštanů může být příjemnou podzimní aktivitou zejména pro nižší ročníky.⁹ Při případném sběru je dobré upozornit na skladovací nároky semen a myšlenkově dojít k aerobní glykolýze v nich trvale probíhající. Pro pokusy demonstrující nezbytnost kyslíku pro zachování životaschopnosti a klíčení u rostlin či stanovení klíčivosti jsou ale semena jírovce nevhodná – v suchu velmi rychle ztrácejí klíčivost a lze je vysévat pouze ihned po sběru, Wright (1985) uvádí, že i pro stratifikaci je nezbytné nenechat semena vyschnout; navzdory svému voskovitému vzhledu má osemení velmi omezenou schopnost bránit odparu vody, po několika týdnech ztrácí lesk, svraskává a možnost vyklíčení je v podstatě nulová (McMillan Browse, 1982). Horáková udává klíčivost asi 56 %, kdy hned po sběru namočí semena na jeden den do vody a poté v teple klíčí. Po šesti dnech první klíčky prorážejí osemení v blízkosti pupku, *hypogeicky*; při našich testech semena nebyla na podzim ochotna klíčit vůbec.

ZÁVĚR

Jírovec maďal představuje svého druhu mimořádný objekt pro školní praxi. Spojuje v sobě aspekty rostliny dobře známé dětem všeho věku souběžně s potenciálem objevování nových souvislostí, hlubšího vhledu a porozumění, které jsme se pokusili v tomto článku představit. Za klíčová témata, která lze se zaručeným úspěchem realizovat ve školní práci, jsou:

- UV fluorescence aesculinu;
- navigační prvky květu v různě detailním pojetí;
- pozorování pylu a klíčení pylové láčky;
- stavba semene a embrya, ideálně v době reflorescence.

ZŮSTÁVÁ NEZODPOVĚZENO

V článku jsme nedokázali nalézt odpovědi na existenci funkčně samičích květů, význam anemogamie při opylování jírovce maďalu ani otázku původu klíněnky jírovcové. Pro školní praxi by bylo také vhodné popsat podstatu zbarvení osemení kaštanů, zejména vznik ornamentálních linií s různou koncentrací barviva a topologický průběh jeho vybarvování.

⁹ Lze jako dar pro místní myslivecké sdružení, pomístně i výkup kolem cenové hladiny 4 koruny za kilogram, viz (Jakub, 2018).

Poděkování Tomáši Kebertovi za sestavení květního vzorce a diagramu s ohledem na aktuální symboliku; Báře, Matějovi, Vojtovi a Zorce za neutuchající přisun kaštanů. Výzkum byl finančně podpořen projektem UNCE/HUM/024 „Centrum didaktického výzkumu v přírodních vědách, matematice a jejich mezioborových souvislostech“.

Literatura

- BENEDIX, E. H., FUKAREK, F., & DANERT, S. (1973). *Urania Pflanzenreich in 3 Bänden. Bd. 3: Höhere Pflanzen.* Leipzig: Urania.
- CALIC, D., & RADOJEVIC, L. (2017). Horse chestnut pollen quality. *Genetika*, 49(1), 105–115. <https://doi.org/10.2298/GENSR1701105C>
- DURKA, W. (2002). Blüten-und Reproduktionsbiologie. *BIOLFLORE – eine Datenbank zu biologisch-ökologischen Merkmalen der Gefäßpflanzen in Deutschland. Schriftenreihe für Vegetationskunde*, 38, 133–175.
- HORÁČEK, P. (2007). *Encyklopedie listnatých stromů a keřů* (Vyd. 1). Brno: Computer Press.
- HORÁKOVÁ, I. (1993). *Morfologicko-ekologická studie květenství a květu druhu Aesculus hippocastanum L.* (Diplomová práce). Univerzita Karlova v Praze, Praha.
- CHWIL, M., WERYSZKO-CHMIELEWSKA, E., SULBORSKA, A., & MICHONSKA, M. (2013). Micromorphology of trichomes in the flowers of the horse chestnut *Aesculus hippocastanum* L. *Acta Agrobotanica*, 66(4). <https://doi.org/10.5586/aa.2013.050>
- JAKUB, J. (2018). SBĚR KAŠTANŮ A ŽALUDŮ | Oficiální webové stránky NP České Švýcarsko a CHKO Labské pískovce. Získáno 8. říjen 2018, z <http://www.npcs.cz/sberkastanuazaludu>
- KLOTZ, S., KÜHN, I., DURKA, W., & BRIEMLE, G. (2002). *BIOLFLORE: Eine Datenbank mit biologisch-ökologischen Merkmalen zur Flora von Deutschland* (Roč. 38). Bundesamt für Naturschutz Bonn.
- KRAHULCOVÁ, A., TRÁVNÍČEK, P., KRAHULEC, F., & REJMÁNEK, M. (2017). Small genomes and large seeds: chromosome numbers, genome size and seed mass in diploid *Aesculus* species (Sapindaceae). *Annals of Botany*, 119(6), 957–964. <https://doi.org/10.1093/aob/mcw261>
- LUNAU, K. (1996). Unidirectionality of floral colour changes. *Plant Systematics and Evolution*, 200(1–2), 125–140. <https://doi.org/10.1007/BF00984753>
- MACIOR, L. W. (1978). Pollination Ecology of Vernal Angiosperms. *Oikos*, 30(3), 452–460. <https://doi.org/10.2307/3543340>
- McMILLAN BROWSE, P. (1982). Propagation of the Hardy Horse Chestnuts and Buckeyes. *The Plantsman*, (4), 150–164.
- Missouri Botanical Garden. (2015). *Aesculus hippocastanum „Baumannii“* – Plant Finder. Získáno 14. září 2018, z <http://www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?taxonid=243485&isprofile=0&Nefronus>.
- Nefronus. (2018a). *English: floral diagram of Aesculus hippocastanum*. Získáno z https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aesculus_hippocastanum_floral_diagram_colored.svg
- Nefronus. (2018b). *English: stamens in the flower of Aesculus hippocastanum: left – young, right – older flower*. Získáno z https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aesculus_hippocastanum_stamens.svg
- PERCIVAL, M. S. (1955). The presentation of pollen in certain angio-sperms and its collection by *Apis mellifera*. *New Phytologist*, 54(3), 353–368. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1955.tb06192.x>
- RADOJEVIC, L., MARINKOVIC, N., & JERVREMOVIC, S. (2000). Influence of the sex of flowers on androgenesis in *Aesculus hippocastanum* L. anther culture. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 36(6), 464–469. <https://doi.org/10.1007/s11627-000-0083-6>
- REDDI, C. S., & BAI, G. M. (1984). Butterflies and pollination biology. *Proceedings: Animal Sciences*, 93(4), 391–396. <https://doi.org/10.1007/BF03186258>
- RIZZI-LONGO, L., PIZZULIN-SAULI, M., STRAVISI, F., & GANIS, P. (2007). Airborne pollen calendar for Trieste (Italy), 1990–2004. *Grana*, 46(2), 98–109. <https://doi.org/10.1080/00173130701302826>

- RONSE De CRAENE, L. P. (2010). *Floral diagrams: an aid to understanding flower morphology and evolution* (1st publ.). New York: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511806711>
- SKALICKÁ, A. (1997). *Květena ČR, díl 5*. (B. Slavík, Ed.). Praha: Academia.
- SLAVÍKOVÁ, Z., & SVOBODOVÁ, D. (1976). Stavba květu a průběh kvetení u jírovce obecného – *Aesculus hippocastanum* L. *Živa*, 24(3), 93–94.
- VAN DER PIJL, L. (1957). On the arilloids of *Nephelium*, *Euphoria*, *Litchi* and *Aesculus*, and the seeds of Sapindaceae in general. *Acta botanica neerlandica*, 6(5), 618–641. <https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.1957.tb00601.x>
- WERYSZKO-CHMIELEWSKA, E., & CHWIL, M. (2017). Structure of floral nectaries in *Aesculus hippocastanum* L. *Acta Botanica Croatica*, 76(1), 41–48. <https://doi.org/10.1515/botcro-2016-0049>
- WERYSZKO-CHMIELEWSKA, E., TIETZE, M., & MICHONSKA, 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(4). <https://doi.org/10.5586/aa.2012.022>
- WRIGHT, D. (1985). *Aesculus* in the Garden. *The Plantsman*, (6), 228–247.
- www.pladias.cz. (2018). Pladias. Databáze české flóry a vegetace. Získáno z <http://pladias.ibot.cas.cz/taxon/data/Aesculus%20hippocastanum>