

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA



Téma RP: Pěstované magnólie *Magnolia* sect. *Rytidospermum* Spach -  
projevy hybridizace *Magnolia obovata* × *M. tripetala*

Cultivated magnolias *Magnolia* sect. *Rytidospermum* Spach -  
manifestation of hybridization *Magnolia obovata* × *M. tripetala*

**Mgr. Jiří Jakl**

Vedoucí:

**RNDr. Radim J. Vašut, Ph.D.**

Rigorózní práce  
Olomouc 2017

## Obsah

|  |     |
|--|-----|
| 1. Poděkování .....  | 5   |
| 2. Předmluva .....   | 6   |
| 3. Úvod.....   | 7   |
| 4. Přehled publikací .....   | 14  |
| 5. Shrnutí publikací.....  | 69  |
| 6. Kodifikace jména <i>Magnolia ×pruhoniana</i> .....                      | 70  |
| 7. Projevy hybridizace <i>Magnolia obovata</i> × <i>M. tripetala</i> ..... | 73  |
| 8. Vývoj květů a jejich atraktanty.....                                    | 101 |
| 9. Zjištěný výskyt zástupců "deštníkových magnólií" .....                  | 105 |
| 10. Diskuse.....   | 108 |
| 11. Závěry.....  | 118 |
| 12. Summary.....   | 120 |
| 13. Seznam citovaných informačních zdrojů.....                             | 122 |

**Klíčová slova:** *Magnolia obovata*, *Magnolia tripetala*, *Magnolia ×pruhoniana*, deštníkové magnólie, introdukce, pěstované rostliny, *Meligethes*, vývoj květů a automimikry

**Keywords:** *Magnolia obovata*, *Magnolia tripetala*, *Magnolia ×pruhoniana*, umbrella magnolias, introduction, cultivated plants, *Meligethes*, flower development and automimicry

Prohlašuji, že jsem rigorózní práci vypracoval samostatně, pouze s použitím citované literatury.

V Praze, 20. 2. 2017

---



**motto: Pěstované a biologicky neméně zajímavé rostliny!**

## **1. Poděkování**

Za vedení práce bych rád poděkoval RNDr. Radimovi Vašutovi, Ph.D. Zvláště děkuji také svému bývalému školiteli RNDr. Janu Štěpánkovi, CSc., se kterým jsem se k tématice introdukovaných magnólií dostal a byl mi velmi nápomocen zázemím a konzultacemi. Za zázemí a konzultace spojené s olfaktometrií dále zvláště děkuji RNDr. Oldřichu Hovorkovi, Ph.D. Děkuji také Ing. Václavu Bažantovi, Ph.D. za spolupráci ohledně sadovnického využití deštníkových magnólií. Mým velkým vyzývatelem k vědecké aktivitě byl prof. RNDr. Jiří Patočka, DrSc.

## 2. Předmluva

Rigorózní práci jsem koncipoval jako souhrn publikací s komentářem a doplněním. Vychází z magisterského studia na přírodovědecké fakultě a částečného doktorského studia na lesnické fakultě. Věnuje se "deštníkovým magnóliím" a hybridizaci *Magnolia obovata* × *M. tripetala*. Jde o dendrologické téma, přičemž byl zvolen biologický přístup k atraktivním parkovým i zahradním dřevinám - magnóliím. Došlo tak ke spojení biologie a pěstovaných rostlin v introdukčních podmínkách, přičemž s daným křížením by se v přírodě jinak nebylo možné setkat.

Užitá nomenklatura vychází z Hunt (1998), u "deštníkových magnólií" je však z praktických důvodů uznán u všech jejích 10 známých taxonů status druhu. Pokud jde o užití českého rodového jména "magnólie", bylo by možná vhodnější užívat označení "magnolie". Vědecké jméno *Magnolia* by mělo být vyslovováno krátce, podle botanika P. Magnola (podle něhož je rod pojmenován). V českém jazyce v současné době nicméně převládá tendence slova cizího původu jako balkón či pavilón psát s dlouhým "ó" a takto je také použito i v této práci. Jméno "šácholan" (J.S. Presl 1846, podle "šách" - staročesky šiška) není užito, neboť u pěstovaných rostlin v běžné řeči a mnohdy i v literatuře nebývá využíváno (podobně jako např. rododendron - pěnišník), ani botanický kód české jmenosloví neupravuje.

U vědeckého jména sekce se objevují varianty *Rytidospermum* a *Rhytidospermum*. Z hlediska latinského jazyka je správnější *Rhytidospermum* a Hunt (1998a) se k němu přiklání také z důvodu častějšího užívání. Autorem jména sekce byl ale Spach a v jeho popisu figurovalo označení *Rytidospermum*. K tomuto označení se přikláním podle principu priority. Jméno má také správnou koncovku a fakticky je jen zkrácenou formou jména správně gramaticky vytvořeného. Podobně platné je rodové jméno trávy *Rytidosperma*.

Mezi soupeřícími synonymy *Magnolia obovata* Thunb. (1794) = *Magnolia hypoleuca* Siebold & Zucc. (1845) je podle Hunt (1998a) správně *Magnolia obovata*, a to navzdory závěrům Dandy (1973), kdy neopodstatněně začalo být častěji používáno jméno *Magnolia hypoleuca*.

### **3. Úvod**

Rod *Magnolia* je v ČR nepůvodním rodem. Dle Azuma et al. (2001) rod obsahuje cca 120-130 druhů a je pro něj charakteristický rozdělený areál rozšíření. V temperátním až tropickém pásmu JV Asie rostou asi dvě třetiny druhů, zbylé druhy můžeme najít v oblastech Nového světa. V rodu rozlišujeme dva podrody - *Yulania* a *Magnolia*. Evoluční vztahy čeledi magnóliovitých shrnují zejména Azuma et al. (2001) a Kim et al. (2001). Molekulární poznatky se ale dotkly také pojetí některých sekcí (např. sekce *Rytidospermum*).

Z hlediska morfologie mají magnólie velké jednotlivé květy, které jsou oboupohlavné a na koncích letorostů (terminální). Pestíky a tyčinky jsou mnohočetné a uspořádané spirálně. Podle Ueda (1984) sec. Nootboom (1985) uje u některých druhů vyvinutý pravý kalich a koruna, jindy je vyvinuto jen okvětí s náznakem rozlišení kalichu a koruny. Souplodí měchýřků připomíná šištici a za zralosti dřevnatí. Na stopce pod souplodím jsou zřetelné jizvy po uchycení tyčinek a okvětních lístků. Semena po otevření měchýřků visí na dlouhých tenkých poutkách (funiculus). Jsou poměrně veliká, mají tvrdou tmavou vnitřní sklerotestu obalenou masitým osemením (sarkotestou) a bohatý endosperm.

Listy jsou střídavé (popř. v nepravých přeslenech), jednoduché, celokrajné, vrchol nebo báze čepele mohou být laločnaté, žilnatina jednoduše zpeřená. Palisty jsou přirostlé k řapíku nebo opadavé. Pupyeny velké, zašpičatělé, s 1-2 šupinami. Poupata vyvinuta již na podzim.

Dle Hunt (1998) mají magnólie přirozeně malou schopnost rozmnožování. Například v jižní Číně tyto rostliny většinou obývají teplá vlhká horská úbočí a v mládí vyžadují stinná stanoviště. Odolnost semen proti suchu uvádí malou, někdy zůstávají uvězněna v uzavřených souplodích, nebo mohou být potravou zvířat v období dormance a mladé rostliny dále mohou být oslabovány okolní vegetací. Většina druhů obývá specifická stanoviště a mají specifické biologické rysy. Proto se v přírodě vyskytuje málo hybridních druhů, ale je znám také poměrně velký počet endemitů.

Podle Cicuzza (2007) asi 131 taxonů čeledi *Magnoliaceae* je na Světě ohroženo vyhynutím. Je to více než polovina taxonů této čeledi. Stromy čeledi jsou hodnoceny jako zdroj dřeva, medicínských a potravinářských produktů, ale také pro svoji okrasnou hodnotu. Mají také zvláštní vědecký význam pro studie evoluce a biogeografie. Ohrožení indikuje i tlaky na asijské a americké pralesy.

Magnólie jsou rozšířeny spíše v teplejších oblastech Světa. Za nejodolnější severoamerickou magnólii uvádí Spongberg (1998) *M. acuminata* (rozšířena až do oblasti východně od jezera Ontario), z asijských zástupců to může být *M. obovata*, jež roste v japonských horských lesích ve výškách až 1800 m n. m. a také na jihu Kurilských ostrovů. Díky své odolnosti je pěstována i v evropských severských zemích, viz Lorentzon (1998). Za odolnou je považována i *M. kobus*, která ve své domovině roste do nadmořských výšek 1700 m, viz Ohba (1998). Její odolnost potvrzují i Lorentzon (1998) a Buligin et Firsov (1998). Poněkud překvapivá je podle Buligin et Firsov (1998) odolnost *M. sieboldii* v Petrohradě, která je ale dle Hieke (1994) "méně odolná". Obecně lze říci, že nejodolnější druhy známe z introdukcí (*M. obovata*, *M. kobus*, *M. acuminata*, *M. tripetala* aj.) a mnohé druhy ještě mohou při testování odolnosti i v extrémních podmínkách Skandinávie či Ruska svojí odolností překvapit. Podle Hurych (1996) jsou ale u nás pěstované magnólie značně náročné na stanoviště - žádají teplou polohu a výsluní, nejlépe s mírným zastíněním od jihu. Hieke (1978) uvádí otužilé druhy v našich podmínkách, pouze mladé rostliny v prvních letech po výsadbě namrzají a některé žádají teplejší chráněné polohy.

Magnólie odedávna slouží rovněž k lékařským účelům - zejména borka mnohých zástupců obsahuje farmakologicky významné látky. Borka *M. officinalis* je používána již po staletí v čínské medicíně a *M. obovata* používána v medicíně japonské. Podle Spongberg (1998) bylo loupání kůry ze stromů u *M. officinallis* příčinou jejího pravděpodobného vyhynutí ve volné přírodě. Tento druh je však v Číně pěstován za účelem produkce sušené borky a v případě zájmu na světových trzích může produkce ještě významnější, Dharmananda (2005). Nejvýznamnějšími obsahovými látkami jsou honokiol a magnolol s anxiolytickými (proti úzkosti), antioxidačními ("zametači" volných radikálů, Wang et al. 2004 cituje 1000x silnější antioxidační účinky honokiolu než u vitamínu E) a protizánětlivými účinky a dále k posílení činnosti mozku a zlepšení paměti (účinek na centrální cholinergní nervový systém).



Další taxony magnóliovitých byly využívány proti horečkám, rheumatismu, bronchitidě, obrnám, průjmům, do čajů i likérů atd. Perspektivy využití obsahových látek magnóliové kůry v moderní medicíně shrnuje Patočka et al. (2002, 2006, 2008, 2008a, 2010). Ďurina (2010) zdůrazňuje i aktivitu látek z magnólie proti rakovinnému bujení.

Vedle lékařských výrobků se na trhu mohou objevit také žvýkačky a přípravky na osvěžení dechu, Famous (2007), Anonymous (2008). Pilotní studie Greenberg et al. (2007) sec. Patočka (2008a) popisuje, že u dobrovolníků žvýkajících žvýkačku s obsahem extraktu z kůry magnólií se po 30 minutách se snížil počet bakterií v ústech o 61,6 %, zatímco žvýkačka s obsahem mentolu redukovala počet bakterií jen o 3,6 %.

Jako "deštníkové magnólie" (anglicky "umbrella magnolias") lze označit druhy původně řazené do *Magnolia* sect. *Rytidospermum* Spach. Pojetí sekce se ovšem v poslední době poněkud pozměnilo. Jejím typovým druhem je *Magnolia tripetala*, která byla spojena s dalšími druhy s velkými listy uspořádanými na koncích letorostů do vějířů/deštníků. Srovnání těchto druhů s využitím molekulárních markerů (Qiu et al. 1995, Kim et al. 2001, Azuma et al. 2001) ovšem svědčí o nepřibuznosti nominální podsekce *Rytidospermum* ke dvěma americkým podsekcím – podle Figlar et Nootboom (2004) samostatným a sobě rovněž jen nepřímo příbuzným sekcím – *Magnolia* sect. *Auriculata* Figlar & Noot. (*Magnolia fraseri*, *M. pyramidata*) a *Magnolia* sect. *Macrophylla* Figlar & Noot. (*Magnolia macrophylla*, *M. ashei*, *M. dealbata*). Potvrzena ale byla blízká příbuznost americké *M. tripetala* s dalšími deštníkovými asijskými magnóliemi – společně jsou řazeny do podsekce *Rytidospermum* (*Magnolia obovata*, *M. officinalis*, *M. biloba*, *M. rostrata*). Do sekce *Rytidospermum* jsou nově řazeny druhy vyčleňované do podsekce *Magnolia* subsect. *Oyama* (Nakai) Figlar & Noot. (*Magnolia globosa*, *M. sieboldii*, *Magnolia sieboldii* ssp. *japonica*, *Magnolia sinensis*, *M. wilsonii* – uvedené druhy bývají klasifikovány různě jako poddruhy či variety).

Původní vymezení sekce *Rytidospermum* a samostatné sekce *Oyama* spojovalo druhy podobného sadovnického využití. Pro praktické potřeby lze doporučit užití označení "deštníkové magnólie" právě pro druhy původně řazené do sekce *Rytidospermum* s asijskoamerickou podsekcí *Rytidospermum* (podsekce *Auriculata*, *Macrophylla*, *Rytidospermum*). Spojení druhů s původně samostatnou

sekcí *Oyama* má opodstatnění v otázce dobré křížitelnosti, neboť druhy jsou si blízce příbuzné.

Sekce obsahuje až 10 přirozených taxonů z nichž ovšem 6 je někdy hodnoceno na úrovni nižší než druh. Dnes jsou známi i kříženci, které ovšem neznáme z přírody neznáme - našly se pouze přechodné typy mezi *M. pyramidata* a *M. fraseri*, viz Figlar (1997). Dále byly popsány i některé kultivary, viz MSI (2001).

Pojem "deštníkové magnólie" je pracovním pojmem spojeným s tradičním pojetím sekce *Rytidospermum* (anglicky "umbrella magnolias"), tedy bez sekce *Oyama* a naopak se sekcemi *Auriculata* a *Macrophylla*. Všechny přirozené taxony "deštníkových magnólií" byly patrně pro sadovnické účely využity, jejich význam je ale různý.

Kolem roku 1950 se v Průhonicích zdařilo uměle zkřížit původem japonskou *Magnolia obovata* a americkou *M. tripetala*. Blízkou příbuznost obou druhů dokládá vitalita křížence, který je i z tohoto důvodu perspektivní pro množení a výsadby, Jakl et Bažant (2009). Doba rozdělení areálu populací společného předka (doba divergence) *Magnolia obovata* a *M. tripetala* je podle molekulárních analýz odhadována na obdobnou jako u *Liriodendron tulipifera* a *L. chinense*, tedy např. podle Azuma et al. (2001) na  $27,9 \pm 4,4$  miliónů let. Mimořádnou (ve světovém měřítku) hybridizaci *Magnolia obovata*  $\times$  *M. tripetala* je možno studovat zejména v Průhonicím parku v České republice (jinak omezeně již jen USA, Belgie, Švédsko). Vzhledem k areálovému oddělení rodičovských druhů narážíme na alopatickou amfipacifickou speciaci. Asijský a americký druh dnes odděluje Tichý oceán (Pacifik), kontakt populací obou druhů v přírodě je tak poněkud vyloučený, oba druhy se v poslední době evolučně vyvíjely na dvou různých kontinentech.

*Magnolia obovata* a *M. tripetala* jsou v ČR vzácně pěstovanými druhy - pěstovány jsou ale jak v arboretech či v zámeckých parcích, tak i na soukromých zahradách a ve veřejné zeleni. Zhruba 120 jedinců křížence těchto druhů roste v Průhonicím parku (umělé křížení V. Keskeviče a výsadby v roce 1952), spontánní hybridizací vzniklí kříženci jsou popsáni z amerického Arnoldova arboreta - Spongberg (1976) první dostupná publikovaná zmínka o této hybridní kombinaci a popis křížence ve Spongberg et Weaver (1981). Zmíněné druhy jsou nezdědka zaměňovány (druhy jsou zaměnitelné a další záměny plynou z chybné

determinace podle rostlin chybně determinovaných), jsou u nás odolné a lze je doporučit k častějším výsadbám. Vzhledem k interkontinentálnímu rozšíření *Magnolia obovata* a *M. tripetala* nechybí zmínky o dané hybridizaci ani v zahraniční literatuře zaměřené na popis fylogenetických vztahů, viz Qiu et al. (1995), Qui et al. (1995a), Kim et al. (2001). O rostlinách pěstovaných v ČR by mělo být lepší povědomí (u nás zmínky v sadovnické literatuře).

Nutno podotknout, že úspěšné křížení magnólií je podmíněno znalostí specifické květní biologie (rozlišování kritických fází) a vhodným způsobem stratifikace hybridních semen, proto kříženců F1 generace je pěstováno jen omezené množství (křížení V. Keskeviče a J. Jakla).

Dostupné údaje o opylovačích magnólií v introdukčních podmínkách jsou dosud velmi omezené. Mohou přitom přiblížit do jaké míry jsou opylovači studovaných druhů specializovaní (zda existují užší vazby mezi jednotlivými druhy magnólií k opylovačům v místě jejich přirozeného výskytu). V souvislosti s opylovači květů je rovněž zmiňována hypotéza automimiker, Kikuzawa et Mizui (1990). Hypotéza automimiker vychází z předpokladu vnitrokvětní mimize, kdy květy v samičí fázi v ontogenezi květů napodobují květy ve fázi samčí (tedy s pylem a ptažmo potravou pro hmyz) - efektivní opylovači květy v samičí fázi navštěvují náhodně jen kvůli její zaměnitelnosti s květy ve fázi samčí. Přitom bylo možno testovat i vlastní hypotézu alternativní, založenou na rozdílech mezi fázemi ontogeneze květů v thermogenezi a množství emitované vůně (*Magnolia tamaulipana* - Dieringer et al. 1999) a odlišných vzorech květů viditelných v UV světle (vlastní pozorování). Různé podoby květů jsou rovněž popsány a pojmenovány vlastním pojmoslovím.

Přenos pylu související s atraktivitou květů pro opylovače je faktorem důležitým ať z pohledu možnosti výskytu přirozeně vznikajících kříženců (u pěstovaných, ale i ve volné přírodě rostoucích rostlin), tak hraje roli v problematice přirozených reprodukčních bariér mezi rostlinami (ptažmo i populacemi a druhy). Přenos pylu je spojen s otázkou specifčnosti opylovačů lákatelných konkrétními typy atraktantů. Studie spojené s testováním konkrétních atraktantů květů rodu *Magnolia* pro opylující brouky poněkud chybí, a to i přes zmiňování hypotézy automimiker.

V introdukčních podmínkách se jako efektivní opylovači rodu *Magnolia* uplatňují zejména drobní brouci rodu *Meligethes* (blýskáček řepkový aj., Jakl 2005a, ev. Jakl 2005), v rámci vlastních olfaktometrických testů byla věnována pozornost právě jim. U těchto brouků, jakožto hospodářky významných škůdců i opylovačů řepky olejky (*Brassica napus*), je známa atraktivita zejména kanárkově žluté barvy či izothiokyanátů, Blight et al. (1999), ale i vůní různých rostlin, Ruther et Thiemann (1997), vůně i samotného pylu, Cook et al. (2002) či různých čistých chemických látek, Smart et Blight (2000).

Ve vlastním vývoji květů u rodu *Magnolia* (u studovaných druhů květy velké, smetanové barvy) je nutno rozlišovat několik fází, kritická z hlediska opylování je samičí fáze otevřeného květu ("panenská") a následující fáze samčí (fungující prvobliznost - protogynie). Pro fázi poupat před rozkvetem je typická receptivita blizen (využitelná při umělých hybridizacích), domácí druhy brouků však nepronikají květními obaly u nás rostoucích druhů magnólií (v době květu jde o pyložravé brouky kterým jsou dostupné již otevřené květy, pronikání brouků do poupat však uvádí Thien 1974).

U rodu *Magnolia* je uváděná hypotéza mimetické samičí fáze Kikuzawa et Mizui (1990) - automimikry neboli vnitrokvětní mimeze. Tuto hypotézu zmiňují i Ishida 1996, Bernhardt 2000, Ishida et al. 2003). Předpokladem hypotézy automimiker je, že květy v samičí fázi napodobují květy ve fázi samčí - pylové. Květy v samčí a samičí fázi podle této hypotézy musí být hmyzem zaměnitelné a hmyz živící se pylem pak květy navštěvuje náhodně, tedy i květy ve fázi samičí (tedy bez hlavního zdroje potravy). Tuto hypotézu podporuje i fakt, že květy v různých fázích ontogeneze se na stromech neobjevují v jednu dobu, ale různě. Kritické fáze s receptivními bliznami či otevřenými prašníky s vitálním pylem se objevují v odpoledních až večerních hodinách, ovšem různé květy v trochu jinou hodinu a na jiném místě v koruně téže či poblíž rostoucí rostliny.

Vlastní alternativní hypotéza vychází z předpokladu, že hmyz může odlišit květy v samičí fázi od květů v samčí fázi, případně může samičí fázi alespoň více preferovat a posléze v případě nenalezení zdroje potravy brzy opouštět. Pro tuto hypotézu svědčí rozdíly mezi jednotlivými fázemi vývoje květů. Jednotlivé fáze ontogeneze se mohou lišit množstvím emitované vůně a produkce tepla, viz Dieringer et al. (1999).

Vlastní vůně jednotlivých druhů magnólií je složena z látek různých skupin, obvykle však u jednotlivých druhů převažuje určitá skupina látek - v případě *Magnolia obovata* a *M. tripetala* methylbenzoát, Azuma et al. (1999), resp. Azuma et al. (1997). Výrazná vůně je pro kantarofilní květy typická, lidé kantarofilní vůni vnímají (je výrazná) a je zajímavé, že je způsobená právě různými sloučeninami (mohou mít nějakého společného jmenovatele, když jsou tak cítit). Na příkladě *M. obovata* a *M. tripetala* je zajímavé, že ačkoli methylbenzoát tvoří 55 a 52 % identifikovaných sloučenin vůně, čichově se vůně hodně liší (uváděna příjemnost vůně lidskému vnímání), chemicky je dokumentovatelný rozdíl v přítomnosti oxidovaného typu monoterpenů u *M. obovata* a nepřítomnosti terpenoidů u *M. tripetala*, Azuma et al. (1999a). Vedle vůně bývají pro květy magnólií charakteristické i UV vzory.

## 4. Přehled publikací

Patočka J., Strunecká A., Jakl J. (2002); Magnolie mohou být nejen krásné, ale i užitečné; *Psychiatrie* 6 (4): 247-251

### MAGNOLIE MOHOU BÝT NEJEN KRÁSNÉ, ALE I UŽITEČNÉ

MAGNOLIA CAN BE NOT ONLY BEAUTIFUL, BUT ALSO HELPFUL

JIŘÍ PATOČKA<sup>1</sup>, ANNA STRUNECKÁ<sup>2</sup>, JIŘÍ JAKL<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Katedra toxikologie, Vojenská lékařská akademie, Hradec Králové a Katedra radiologie, Zdravotně sociální fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice

<sup>2</sup>Katedra fyziologie a vývojové biologie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze

<sup>3</sup>Katedra botaniky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze

#### SOUHRN

Kůra magnolií je silně aromatický rostlinný materiál, získávaný především z *Magnolia officinalis* L. a *M. obovata* L. (čeleď *Magnoliaceae*). V tradiční východní medicíně je používána jako droga k mnoha účelům, zejména jako mírně účinkující uklidňující prostředek. Hlavními obsahovými látkami drogy jsou fenoly odvozené od bifenyly, magnolol a honokiol, a některé další biologicky aktivní látky. Vykazují řadu farmakologických efektů, z nichž nejvýznamnější jsou antioxidantní a sedativní účinky a pozitivní vliv na kognitivní funkce.

*Clíčová slova:* magnolie, rostlinný tranquilizer, honokiol, magnolol, obovatol, přehled

#### SUMMARY

Magnolia bark is a highly aromatic herbal material obtained from *Magnolia officinalis*, of the Family *Magnoliaceae*. In traditional oriental medicine this herbal drug is used in many purpose, especially as a mild tranquilizer. Principal substantial compounds of this drug are biphenol compounds, magnolol and honokiol, and some other biologically active compounds. They keep a lot of pharmaceutical actions, whence the most important are antioxidant and sedative effects and assertive influence on cognitive functions.

*Key words:* magnolia, herbal tranquilizer, honokiol, magnolol, obovatol, overview

Patočka J, Strunecká A, Jakl J. Magnolie mohou být nejen krásné, ale i užitečné. *Psychiatrie* 2002;6(4):xx-xx.

#### Úvod

Kdo by neznal nádherné a líbezně vonící květy magnolií? Tyto keře i stromy u nás nacházíme zejména v městských zahradách a parcích, kde na sebe upozorňují většinou již brzy na jaře svými velkými exotickými květy, jejichž barva se mění od čisté bílé přes nejrůznější odstíny žluté a růžové až po téměř červenou. Ve východní Asii jsou magnolie prastarými kulturními rostlinami. Například magnolie obnažená (*Magnolia denudata* Desr.) byla ceněna jako chrámový strom již během dynastie Tang (618–908). Magnolie příslušely zprvu pouze císaři, který jimi obdarovával své podřízené. Pro Číňany jsou symbolem ženské krásy, čistoty a sladkosti. V Japonsku si s rozvojem buddhizmu v 7. století našly cestu do zahradního umění, do literatury a malířství. Jsou obdivovány i v jiných zemích. Americký stát Mississippi je někdy přezdívan „Magnolia State“ pro velké množství zde rostoucích magnolií a květ magnolie velkokvěté (*M. grandiflora* L.) je zde i státním symbolem. Z hlediska praktického využití nejsou magnolie významné jen v sadovnictví, stromovité druhy jsou i významnými zdroji dřeva. Květy

magnolií mají intenzivní sladkou a současně svěží a plnou vůni, ale jen ojediněle se zpracovávají a používají v kosmetice, např. k parfémování pudrů a přípravků dekorativní kosmetiky. Vůně magnolií údajně navozuje romantické snění a vzbuzuje něhu a čistou lásku. Do listů magnolie obvejčité (*Magnolia obovata* Thunb.) se v Japonsku balí potraviny a významné jsou i léčivé vlastnosti těchto rostlin. U nás nejsou magnolie jako léčivky známy.

#### Biologie

Rod *Magnolia* je zástupcem starobylé čeledi magnoliovitých (*Magnoliaceae*), obývajících Zemi již déle než 100 milionů let (od období křídly). Kdysi se magnoliovitě vyskytovaly přirozeně i u nás, dnes však rostou jen v mírném až tropickém pásmu oblastí Nového světa a jihovýchodní Asie. Do rodu *Magnolia* patří kolem 120 druhů dřevin, z nichž v Asii (od Himaláji po Čínu, Japonsko, Taiwan a Malajsiu a v jižní Indii) rostou asi dvě třetiny, zbylé druhy jsou americké. Asijské druhy upoutávají svou krásou, protože zpravidla mají velké květy objevující se ještě před olistěním (tyto druhy



Foto: Magnolie

jsou u nás nejnámější). Americké druhy mírného pásma jsou většinou stromovité a kvetou až po olistění, takže jejich květy tolik nevykukají. Stálezelené druhy u nás nejsou odolné. Latinské rodové jméno *Magnolia* je vzpomínkou na francouzského botanika Pierra Magnola (1638–1715). Přestože české Preslovo označení magnolií je „šácholan“, jen málokdo tento název používá. Pochází ze staročeského slova „šách“, označující šišti. Šišti je v tomto případě myšleno souplodí měchýřků, z něhož za zralosti mnohdy visí semena na dlouhých poutkách. Květy mají řadu charakteristických vlastností. Tyčinek a pestíků je velké množství a jsou uspořádány spirálně na prodlouženém květním lůžku. Jen někdy jsou rozlišeny květní obaly na kalich a korunu, časté jsou však přechody mezi stejno- a různobalností. Opylovači magnolií jsou brouci.

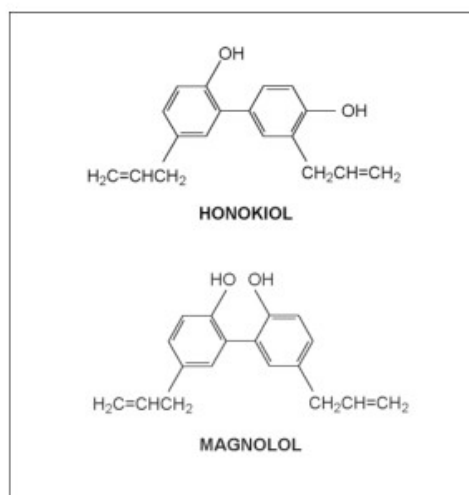
#### Magnolie jako léčivá rostlina

Zatímco v Evropě a v Americe se tyto dřeviny pěstují v parcích a zahradách jen pro ozdobu, ve východní Asii jsou magnolie zdrojem velmi dobře známé a v lidovém léčitelství oblíbené drogy saiboku-to a hange-koboku-to, používané již po celá staletí jako mírný uklidňující prostředek (Hosoya a Yamamura, 1988). Zdrojem drogy jsou především dva blízké příbuzné druhy – japonská *Magnolia obovata* (nazývaná zde „wa-koboku“) a čínská *M. officinalis* („kara-koboku“). Droga byla poprvé popsána v díle Shennong Bencao Jing, vydaném asi 100 let před našim letopočtem (Yang, 1998). Je to usušená a rozdrcená kůra magnolie, ze které se připravuje odvar. Její používání v lidovém léčitelství je rozšířeno i v Číně, a to pod názvem *Hsiao-cheng-chi-tang*. Droga

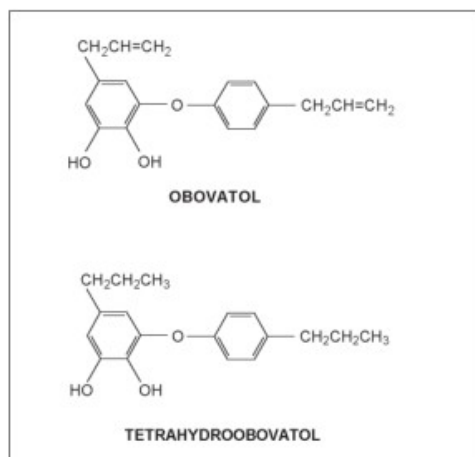
se používá jako přírodní anxiolytikum (Maruyama et al., 1998; Kuribara et al., 2000), ale také při léčení astmatu (Homma et al., 1994). Pod označením *saiboku-to* je tato droga také součástí tradiční japonské herbální medicíny Kampo (Watanabe et al., 2001). Uplatnění nachází rovněž i v mnoha oblíbených čínských recepturách, jako je např. *Shangban-lun* nebo *Jingui-yaolue* (Hsu a Hsu, 1980). Snad žádná část rostlin není toxická, největší koncentrace farmaceuticky významných látek je v kůře.

#### Obsahové látky magnolií: chemie a farmakologie

V kůře a listech magnolií byla nalezena řada fenolických látek, zejména kyselina gallová, sennosidy A a B, naringin, hesperidin, emodin, honokiol a magnolol. Farmakologicky nejvýznamnějšími obsahovými látkami drogy saiboku-to a hange-koboku-to jsou honokiol (3',5-di-2-propenyl-1,1'-biphenyl-2,4'-diol) a magnolol (5,5'-di-2-propenyl-1,1'-biphenyl-2,2'-diol) (Maruyama et al., 1998), dva izomerní dihydroxy-diallyl-bifenylly ze skupiny lignanů (obr. 1). Jejich anxiolytický účinek je 5000krát silnější než účinek samotné drogy Saiboku-to a je srovnatelný s účinky benzodiazepinů, jak bylo prokázáno u myši v testu vyvýšeného křížového bludiště (Maruyama et al., 1998). Množství obsahových látek v extraktu je možné snadno a spolehlivě kontrolovat pomocí TLC (Wu et al., 1998). Z medicinského hlediska je ovšem důležité, že tyto látky, jak se zdá, nemají nežádoucí účinky benzodiazepinů, jako jsou deprese a amnézie, a při jejich podávání nevzniká závislost (Kuribara et al., 1999b). Obě látky jsou také velmi účinná centrální myorelaxancia, vykazují mírný tlumivý účinek na CNS (Watanabe et al., 1983) a podobně jako i další hydroxylované bifenylly jsou rovněž účinnými vychytávači hydroxylových radikálů a mají silné antioxidační účinky. 1000krát vyšší než alfa-tokoferol (Lo et al., 1994). Jejich protizánětlivý účinek (Hamasaki et al., 1999) je pravděpodobně realizován přes inhibici cyklooxygenázy a lipoxygenázy, protože magnolol snižuje jak hladinu prostaglandinu E2, tak hladinu leukotrienu B4 v pleurálním výpotku u myši s experimen-



Obrázek 1



Obrázek 2

tální pleuritidou (Wang et al., 1995). Významný je také účinek obou látek na centrální cholinergní nervový systém. Zvyšují syntézu acetylcholinu v mozku a stimulují uvolňování tohoto neuromediátoru na synapsích (Tsai et al., 1995; Hou et al., 2000). Mohla by se tím posilovat cholinergní inervace a zlepšovat kognitivní funkce mozku. Je ovšem pravdou, že všechny obvykle uváděné účinky látek z magnolie nebyly dosud prokázány u člověka za přísně rigorózních podmínek, např. ve dvojité slepé klinické studii.

Z druhu *Magnolia obovata* byl izolován vedle magnololu a honokiolu také hydroxylovaný derivát difenyleteru, tzv. obovatol (Ito et al., 1982) (obr. 2). Obovatol inhibuje aktivitu acyl-CoA-cholesterolacyltransferázy (ACAT) a je silnějším inhibitorem ( $IC_{50}$  42 mikromol.litr<sup>-1</sup>) než honokiol (71 mikromol.litr<sup>-1</sup>) a magnolol (86 mikromol.litr<sup>-1</sup>) (Kwon et al., 2001). Všechny tři uvedené látky jsou také slabými inhibitory indukované NO syntázy (iNOS), ale velmi silnými inhibitory iNOS indukce a aktivace nukleárního faktoru kappa-B (Matsuda et al., 2001), což je zřejmě důvodem, proč magnolol i honokiol vykazují antiarytmický účinek (Tsai et al., 1999). U obou látek byl také prokázán neurotrofní účinek (Fukuyama et al., 1992). Nedávno bylo také zjištěno, že obovatol, stejně jako jeho tetrahydroderivát (tetrahydroobovatol, obr. 2), jsou selektivními inhibitory chitinsyntázy 2 ze *Saccharomyces cerevisiae* (CHS 2). Naměřená hodnota  $IC_{50}$  pro obovatol byla 38 a pro tetrahydroobovatol 59 mikromol.litr<sup>-1</sup>). Obě látky neinhibují CHS 3 a jsou jen velmi slabými inhibitory CHS 1 ( $IC_{50} > 1$  mmol.litr<sup>-1</sup>). Látky také vykazovaly antifungicidní aktivitu proti některým patogenním plísním, zejména proti *Cryptococcus neoformans* (MIC 7,8 mg.litr<sup>-1</sup>) (Hwang et al., 2002).

Farmakologicky významným účinkem magnololu a honokiolu je jejich specifická vazba na GABA<sub>A</sub> receptory. Obě látky zvyšují vazbu muscimolu na GABA<sub>A</sub> receptory, zejména v hipokampu (Ai et al., 2001).

#### Farmakokinetika a biotransformace

Farmakokinetika a metabolizace obsahových látek magnolii byla studována u potkanů, kterým byl podáván p.o.

nebo i.p. magnolol, jedna z nejvýznamnějších biologicky účinných látek této rostlinné drogy. Pomocí <sup>14</sup>C-značené látky bylo prokázáno, že magnolol a jeho metabolity vstupují do enterohepatálního oběhu a v krevním séru se proto objevují dvě koncentrační maxima. Prvé v 15. minutě a druhé v 8. hodině. Většina radioaktivity byla zprvu nalezena v GIT a v játrech a později v ledvinách, pankreatu a plicích. Většina radioaktivity byla vyloučena stolicí (72 % u p.o. a 67 % u i.p. podání) a močí (7,4 % u p.o. a 12 % u i.p. podání) do 12 hodin a žádná radioaktivita již nebyla nalezena po 144 hodinách (Hattori et al., 1986). Močí se vylučuje magnolol v podobě glukuronátu, ale je také transformován na řadu metabolitů, z nichž 5 je majoritních: tetrahydroobovatol (M1), 5-(1-propen-1(E)-yl)-5'-propyl-2,2'-dihydroxybifenyl (M2), 5-allyl-5'-propyl-2,2'-dihydroxybifenyl (M3), isomagnolol (5,5'-di(1-propen-1(E)-yl)-2,2'-dihydroxybifenyl (M4) a 5-allyl-5'-(1-propen-1(E)-yl)-2,2'-dihydroxybifenyl (M5) (Hattori et al., 1984). U člověka byl v moči nalezen magnolol a jeho metabolit 8,9-dihydroxydihydroobovatol, ale farmakokinetika a biotransformace účinných látek magnolii není u člověka dostatečně prozkoumána (Homma et al., 1997). V pokusech na potkanech bylo prokázáno, že současné podávání drogy saiboku-to spolu s diazepamem, neovlivňuje ani jeho farmakokinetiku, ani jeho biotransformaci (Yuzurihara et al., 2000b).

#### Zvířecí studie a farmakodynamika

Behaviorální pokusy na myších vykazují anxiolytické působení drogy saiboku-to a bylo prokázáno, že za tento účinek jsou zodpovědné oba lignany, honokiol a magnolol (Kuribara et al., 1999a, 1999b). Silný anxiolytický účinek vykazují také dihydrohonokiol-B (3'-(2-propenyl)-5-propyl-(1,1'-biphenyl)-2,4'-diol) (Irie et al., 2001). Anxiolytický a anxiogenní účinek byl pozorován již při krátkodobém podávání drogy (1krát denně po dobu sedmi dnů) po dávce 0,5 až 2,0 g/kg p.o., což vedlo rovněž i ke snížení hladiny mozkového histaminu indukovaného účinkem látky 48/80 nebo thioperamidem (Yuzurihara et al., 2000a). Intraduodenální podání drogy potkanům vedlo ke snížení sekrece žaludečních kyselin a uvolňování histaminu z mastocytů po stimulaci látkou 48/80 (Ikarashi et al., 2001b). Obě látky také inhibují aktivitu matrixové metaloproteinázy-9 (MMP-9) a blokují tak in vitro růst lidského fibrosarkomu HT-1080 (Nagase et al., 2001).

#### Klinické studie

Počet klinických studií s preparáty magnolii není dosud velký. V roce 1993 zkoušeli Egashira a Nagano podávat preparát saiboku-to (TJ-96) 112 pacientům s astmatem závislým na kortikosteroidech a dosáhli u většiny pacientů signifikantního zlepšení choroby. Také v další klinické studii (Nakajima et al., 1993), při níž byl podáván stejný preparát 40 pacientům s těžkým bronchiálním astmatem po dobu 6-24 měsíců, bylo zaznamenáno zlepšení klinického stavu pacientů a u 34 % z nich mohly být sníženy dávky kortikosteroidů. Obsahové látky magnolii inhibují destičkový aktivační faktor (PAF), který je důležitým mediátorem alergické a zánětlivé reakce a podílí se na vzniku bronchiálního



astmatu tím, že vyvolává bronchospasmus, zvyšuje vaskulární permeabilitu a akumulaci eosinofilů/neutrofilů v respiračním traktu (Nakamura et al., 1993). Antiastmatický účinek drogy je přičítán přítomnosti lignanů a flavonoidů (Taniguchi et al., 2000), které inhibují uvolňování leukotrienů z leukocytů (Homa et al., 2000) a eosinofilů (Tohda et al., 1999).

#### Možnosti využití v psychiatrii

Anxiolytika jsou skupinou látek, která pozitivně ovlivňuje afektivitu. Odstraňují psychické napětí, strach, úzkost, zlepšují náladu, ale současně způsobují útlum svým hypnosedativním působením. Anxiolytika jsou vůbec nejčastěji používanou skupinou psychofarmak a převahu v ní mají benzodiazepiny. Jejich obliba mezi pacienty je značná, nicméně některé jejich nežádoucí účinky, jako je psychická a fyzická závislost, a rychle stoupající tolerance vedou ke snaze nahradit je méně nebezpečnými léky. Nevhodné je jejich užívání zejména u starých lidí, kde může dojít ke zmatenosti a ztrátě orientace. Dlouhodobé užívání vede k poruchám paměti, zejména v kombinaci s alkoholem. Účinek větších dávek se projevuje únavou a ospalostí, tupě euforickou náladou, poruchami koordinace pohybů a setrélou řeči. Dochází k útlumu dechového centra a poklesu krevního tlaku; kombinace s jinými farmaky, která tlumí CNS, nebo s alkoholem může být i smrtelná.

Při hledání bezpečných psychofarmak je pozornost mnoha firem soustředěna na některá fytofarmaka, často užívanou v lidovém léčitelství některých zemí. Jejich snahou je uvést na trh tyto přípravky v moderních lékových formách, se zaručenou kvalitou a klinicky ověřeným účinkem. Pokud však jde o anxiolyticky účinné drogy, není výběr příliš velký. V podstatě je známa pouze kava-kava (Patočka a Strunecká, 2001) a preparáty z magnolií, které jsou předmětem tohoto sdělení.

#### Nežádoucí účinky

Až dosud nebyly publikovány žádné práce, které by popisovaly nežádoucí účinky preparátů z magnolií. Problémy lze očekávat při jejich kombinaci s léčivými tlumícími CNS.

#### Závěr

Kůra magnolií, známá z tradiční čínské medicíny a japonské medicíny Kampo jako mírný uklidňující prostředek, láká v poslední době také zájem evropských a amerických farmakologů a farmaceutických firem. Droga obsahuje řadu fenolických látek, působících mimo jiné jako anxiolytika, ale byly u nich prokázány i další významné farmakologické účinky. Anxiolytický efekt dvou farmakologicky nejúčinnějších obsahových látek, magnololu a honokiolu, je srovnatelný s efektem benzodiazepinů. Nemají však jejich nežádoucí účinky, tj. vznik psychické a fyzické závislosti a rychle stoupající tolerance. Významný je také účinek hlavních obsahových látek na centrální cholinergní nervový systém. Zvyšují syntézu acetylcholinu v mozku a stimuluji uvolňování tohoto neuromediátoru na synapsích, čímž mohou posilovat cholinergní inervaci a zlepšovat kognitivní funkce mozku. Droga proto patrně naleznе brzy uplatnění i v moderní psychofarmakoterapii.

prof. RNDr. Jiří Patočka, DrSc.  
Katedra toxikologie  
Vojenská lékařská akademie  
500 01 Hradec Králové  
e-mail: patocka@pmjfbk.cz

Do redakce došlo: 17. července 2002  
K publikaci přijato: 18. září 2002

#### LITERATURA

- Ai J, Wang X, Nielsen M. Honokiol and magnolol selectively interact with GABA receptor subtypes in vitro. *Pharmacology* 2001;63:34-41.
- Egashira Y, Nagano H. A multicenter clinical trial of TJ-96 in patients with steroid-dependent bronchial asthma: a comparison of groups allocated by the envelope method. *Ann NY Acad Sci* 1993;685:580-583.
- Fukuyama Y, Otsu Y, Miyoshi K, Nakamura K, Kodama M. Neurotrophic sesquiterpene-neolignans from *Magnolia obovata*: Structure and neurotrophic activity. *Tetrahedron* 1992;48:377-392.
- Hamasaki Y, Kobayashi I, Zaitu M, Tsuji K, Kita M, Hayasaki R, Muro E, Yamamoto S, Matsuo M, Ichimaru T, Miyazaki S. Magnolol inhibits leukotriene synthesis in rat basophilic leukemia-2H3 cells. *Planta Med* 1999;65:222-226.
- Hattori M, Sakamoto T, Endo, Yoshiyuki; Kakiuchi N, Kobashi K. Metabolism of magnolol from *Magnoliae cortex*. I. Application of liquid chromatography-mass spectrometry to the analysis of metabolites of magnolol in rats *Chem Pharm Bull* 1984;32:5010-5017.
- Hattori M, Endo Y, Takebe S, Kobashi K, Fukasaku N, Namba T. Metabolism of magnolol from *Magnoliae cortex*. II. Absorption, metabolism and excretion of (ring-14C) magnolol in rats *Chem Pharm Bull* 1986;34:158-167.
- Homma M, Minami M, Taniguchi C, Oka K, Morita S, Niitsuma T, Hayashi T. Inhibitory effects of lignans and flavonoids in saiboku-to, a herbal medicine for bronchial asthma, on the release of leukotrienes from human polymorphonuclear leukocytes. *Planta Med* 2000;66:88-91.
- Homma M, Oka K, Taniguchi C, Niitsuma T, Hayashi T. Systematic analysis of post-administrative saiboku-to urine by liquid chromatography to determine pharmacokinetics of traditional Chinese medicine. *Biomed Chromatogr* 1997;11:125-131.
- Homma M, Oka K, Niitsuma T, Itoh H. A novel 11 beta-hydroxysteroid dehydrogenase inhibitor contained in saiboku-to, a herbal remedy for steroid-dependent bronchial asthma. *J Pharm Pharmacol* 1994;46:305-309.
- Hsu H-Y, Hsu C-S. (překlad). *Commonly Used Chinese Herb Formulas with Illustrations*, California, USA: Oriental Healing Arts Institute, Long Beach, 1980.
- Hosoya E, Yamamura Y, eds. *Recent Advances in the Pharmacology of Kampo (Japanese Herbal) Medicines*. International Congress Series 854, Excerpta Medica, Tokyo 1988.
- Hou YC, Chao PD, Chen SY. Honokiol and magnolol increased hippocampal acetylcholine release in freely-moving rats. *Am J Chin Med* 2000;28:379-384.
- Hwang EI, Kwon BM, Lee SH, Kim NR, Kang TH, Kim YT, Park BK, Kim SU. Obovatols, new chitin synthase 2 inhibitors of *Saccharomyces cerevisiae* from *Magnolia obovata*. *J Antimicrob Chemother* 2002;49:95-101.
- Ikarashi Y, Yuzurihara M, Maruyama Y. Inhibition of gastric acid secretion by saiboku-to, an oriental herbal medicine, in rats. *Dig Dis Sci* 2001a;46:997-1003.
- Ikarashi Y, Yuzurihara M, Sakakibara I, Nakai Y, Hattori N, Maruyama Y. Effects of the extract of the bark of *Magnolia obovata* and its

- biphenolic constituents magnolol and honokiol on histamine release from peritoneal mast cells in rats. *Planta Med* 2001b;67:709-713.
- Irie T, Miyamoto E, Kitagawa K, Maruyama Y, Inoue K, Inagaki C. An anxiolytic agent, dihydrohonokiol-B, inhibits ammonia-induced increases in the intracellular Cl(-) of cultured rat hippocampal neurons via GABA(c) receptors. *Neurosci Lett* 2001;312:121-123.
- Ito K, Irida T, Ichino K, Tsunezuka N, Hattori M, Namba T. Obovatol and obovatal, novel biphenyl ether lignans from the leaves of *Magnolia obovata* Rhumb. *Chem Pharm Bull (Tokyo)* 1982;30:3347-3353.
- Kuribara H, Kishi E, Hattori N, Okada M, Maruyama Y. The anxiolytic effect of two oriental herbal drugs in Japan attributed to honokiol from magnolia bark. *J Pharm Pharmacol* 2000;52:1425-1429.
- Kuribara H, Kishi E, Hattori N, Yuzurihara M, Maruyama Y. Application of the elevated plus-maze test in mice for evaluation of the content of honokiol in water extracts of magnolia. *Phytother Res* 1999a;13:593-596.
- Kuribara H, Stavinoha WB, Maruyama Y. Honokiol, a putative anxiolytic agent extracted from magnolia bark, has no diazepam-like side-effects in mice. *J Pharm Pharmacol* 1999b;51:97-103.
- Kwon BM, Kim MK, Lee SH, Kim JA, Lee IR, Kim YK, Bok SH. Acyl-CoA: cholesterol acyltransferase (ACAT) inhibitors from *Magnolia obovata*. *Planta Med* 1997;63:550-551.
- Lo YC, Teng CM, Chen CF, Chen CC, Hong CY. Magnolol and honokiol isolated from *Magnolia officinalis* protect rat heart mitochondria against lipid peroxidation. *Biochem Pharmacol* 1994;47:549-553.
- Maruyama Y, Kuribara H, Morita M, Yuzurihara M, Weintraub ST. Identification of magnolol and honokiol as anxiolytic agents in extracts of saiboku-to, an oriental herbal medicine. *J Nat Prod* 1998;61:135-138.
- Matsuda H, Kageura T, Oda M, Morikawa T, Sakamoto Y, Yoshikawa M. Effects of constituents from the bark of *Magnolia obovata* on nitric oxide production in lipopolysaccharide-activated macrophages. *Chem Pharm Bull (Tokyo)* 2001;49:716-720.
- Nagase H, Ikeda K, Sakai Y. Inhibitory effect of magnolol and honokiol from *Magnolia obovata* on human fibrosarcoma HT-1080. Invasiveness in vitro. *Planta Med* 2001;67:705-708.
- Nakajima S, Tohda Y, Ohkawa K, Chihara J, Nagasaka Y. Effect of saiboku-to (TJ-96) on bronchial asthma. Induction of glucocorticoid receptor, beta-adrenaline receptor, IgE-Fc epsilon receptor expression and its effect on experimental immediate and late asthmatic reaction. *Ann N Y Acad Sci* 1993;685:549-560.
- Nakamura T, Kuriyama M, Kosuge E, Ishihara K, Ito K. Effects of saiboku-to (TJ-96) on the production of platelet-activating factor in human neutrophils. *Ann NY Acad Sci* 1993;6(85):572-579.
- Patočka J, Strunecká A. Kava-kava - využití v psychiatrii. *Psychiatrie* 2001;5:182-186.
- Taniguchi C, Homma M, Takano O, Hirano T, Oka K, Aoyagi Y, Niitsuma T, Hayashi T. Pharmacological effects of urinary products obtained after treatment with saiboku-to, a herbal medicine for bronchial asthma, on type IV allergic reaction. *Planta Med* 2000;66:607-611.
- Tohda Y, Haraguchi R, Kubo H, Muraki M, Fukuoka M, Nakajima S. Effects of saiboku-to on the survival of human eosinophils. *Methods Find Exp Clin Pharmacol* 1999;21:327-330.
- Tsai SK, Huang CH, Huang SS, Hung LM, Hong CY. Antiarrhythmic effect of magnolol and honokiol during acute phase of coronary occlusion in anesthetized rats: influence of L-NAME and aspirin. *Pharmacology* 1999;59:227-233.
- Tsai TH, Westly J, Lee TF, Chen CF, Wang LC. Effects of honokiol and magnolol on acetylcholine release from rat hippocampal slices. *Planta Med* 1995;61:477-479.
- Wang JP, Ho TF, Chang LC, Chen CC. Anti-inflammatory effect of magnolol, isolated from *Magnolia officinalis*, on A23187-induced pleurisy in mice. *J Pharm Pharmacol* 1995;47:857-860.
- Watanabe K, Watanabe H, Goto Y, Yamaguchi M, Yamamoto N, Hagino K. Pharmacological properties of magnolol and honokiol extracted from *Magnolia officinalis*: central depressant effects. *Planta Med* 1983;49:103-108.
- Watanabe S, Imanishi J, Satoh M, Ozasa K. Unique place of Kampo (Japanese traditional medicine) in complementary and alternative medicine: a survey of doctors belonging to the regional medical association in Japan. *Toboku J Exp Med* 2001;194:55-63.
- Wu Z, Kuang L, Zhang G, Pan Z, Li F, Hu X. Quality control for huoxiang-zhengqi liquid. (Article in Chinese. *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi* 1998;23:223-225, 255.
- Yang S-Z. (překlad), *The Divine Farmer's Materia Medica*. Boulder, Colorado, USA: Blue Poppy Press, 1998.
- Yuzurihara M, Ikarashi Y, Ishige A, Sasaki H, Maruyama Y. Anxiolytic-like effect of saiboku-to, an oriental herbal medicine, on histaminergics-induced anxiety in mice. *Pharmacol Biochem Behav* 2000a;67:489-495.
- Yuzurihara M, Ikarashi Y, Ishihara K, Kushida H, Ishige A, Sasaki H, Maruyama Y. Effects of subacutely administered saiboku-to, an oriental herbal medicine, on pharmacodynamics and pharmacokinetics of diazepam in rodents. *Eur J Drug Metab Pharmacokin* 2000b;25:127-136.

## Magnólie — nevinná a půvabná

Jiří Jakl

Magická noblesa magnólií s ušlechtilými květy okouzlí během časného jara snad každého. Svým vzhledem a množstvím exotických a velkých květů, objevujících se často již před olistěním, na sebe upoutávají pozornost odpradáva. Evropa je pamatuje z třetihor. Současný výzkum magnólií či sáchohanů přináší také zásadní otázky vymezení samotného rodu.

Rod *Magnolia* je starobyklou skupinou krytosemenných rostlin čítající asi 120 (-150) druhů. V temperátním a tropickém pásmu jihovýchodní Asie rostou asi dvě třetiny druhů (od Himálajů po Čínu, Japonsko, Tchaj-wan a Malajsií a jižní Indii), zbytek druhů můžeme najít v oblastech Nového světa (od jihovýchodu Severní Ameriky po jižní Brazílii). Jihovýchodní Asii lze považovat jak za vývojové, tak za genetické centrum čel. magnóliovitých (*Magnoliaceae*). Velkým počtem druhů magnólií je známa zejména čínská provincie Yunnan na jihu až jihozápadě Číny.

Magnóliovité jsou dřeviny známé již od křídly (na světě rostou přes 100 milionů let). Dodnes však na Zemi najdeme zástupce exotických čeledí evolučně původnějších (*Winterales*). V současnosti rozlišujeme asi 7 rodů, ale pojetí se různí podle různých autorů. Z našich parků můžeme znát severoamerický strom liliovník tulipánokvětý (*Liriodendron tulipifera*). Liliovníky (dnes dva druhy začleněné do zvláštní podčeledi) se vyznačují velmi charakteristickými laločnatými listy s uťatým nebo široce zaokrouhleným vrcholem, rozpadavými souplodími dlouze křídlatých nažek



*Magnolia × soulangeana* je nejčastěji pěstovanou magnólií s nejvíce kultivary ♦ Magnólie *M. tripetala* kvetoucí na začátku května (Botanická zahrada Přírodovědecké fakulty UK Na Slupi), dole. Foto J. Jakl

a extrorzními prašníky tyčinek (prašníky orientovány ke květním obalům).

Naproti tomu magnólie mají nerozpadavá souplodí měchyřků, listy laločnaté spíše výjimečně a prašníky introrzní až latrorzní (orientované do středu květu či laterálně). Rozlišujeme dva až tři podrody — *Magnolia*, *Yulania* a *Talauma*. U nás mnoho lidí zná jen zástupce podrodu *Yulania*. Yulanie kvetou častěji před olistěním (proto bývají v době květu nápadnější), prašníky mají zpravidla orientované laterálně, údajně se u nich vyskytuje i pravý kalich a souplodí mívají pokroucená. Podrod *Talauma* roste v tropických oblastech a je charakteristický způsobem dozrávání souplodí. Exotické magnólie tohoto podrodu se v temperátních oblastech nepěstují. Odolné nejsou ani stálezelené druhy podrodu *Magnolia*, opadaví zástupci se však vzácněji pěstují i v ČR.

U rodu *Magnolia* rozlišujeme asi 16 magnóliovitých sekcí, mnohdy ještě dále dělených do sérií. Systematické uspořádání celé čeledi je ve světle molekulárních analýz přehodnocováno. Molekulární analýzy opakovaně dokazují jak polyfýlii (původ z různých předků) na úrovni nižších taxonů (např. sekcí), tak na úrovni vlastních rodů (vymezení je nutno přehodnotit). Nelze sice předpokládat, že bychom v budoucnu označovali u nás pěstované magnólie jinými rodovými názvy, spíše jde o oddělení exotických druhů do samostatných rodů. [Podrobnější informace lze najít na [www.magnoliasociety.org](http://www.magnoliasociety.org).]

Vědecký rodový název vytvořil C. Linné na počest francouzského botanika P. Magnolia (1638-1715). Linné jako první popsal magnólii viržinskou (*M. virginiana*), která je tak typovým druhem. Preslovo české jméno „sáchohan“ je odvozeno ze staročeského slova šach znamenající šiška (souplodí měchyřků). Název se ale příliš nevil.

Magnólie vykazují mnoho zajímavých biologických vlastností, z nichž některé připomínají starobylost rodu. Tu jasně dokládá řada morfoloických znaků: Velké množství spirálně uspořádaných, vzájemně nesrůstajících pestíků a plochých tyčinek, listy s opadavými palisty (v zimě kryjí pupeny), drobné embry v semeni, semena visí





Deštníkovitě uspořádané listy jsou příznačné pro sekci *Rytidosperma*. Na této fotografii magnólie obvejčitá (*M. obovata*). Snímky L. Krinkeho, není-li uvedeno jinak

evoluce čeledi), z nichž jedna je asijsko-americká. V morfologických znacích nyní nacházíme nové souvislosti.

Z významných zástupců jmenujeme americkou m. velkolistou (*M. macrophylla*) a m. Fraserovu (*M. fraseri*). Každá je z odlišné série, obě však mají laločnatou bázi listů (proto byly příbuzensky spojovány nejbliže). Mohou být pěstovány i u nás. Magnólie velkolistá má listy i přes 1 metr dlouhé (strom s největšími jednoduchými listy na východě Severní Ameriky a největšími mezi magnólemi) a malé nejsou ani její květy (asi 40 cm v průměru). Z asijských druhů jsou nejznámější m. lékařská a m. obvejčitá (*M. officinalis*, *M. obovata*).

Kromě využití v lékařství popř. sadovnictví slouží i jako zdroj dřeva (rychle rostoucí dřeviny), do listů se v jejich domovině údajně balily i potraviny. Zajímavá je občas pěstovaná varieta m. lékařské s laločnatým vrcholem listů (var. *biloba*). Magnólie zobánkatá (*M. rostrata*) je v kultuře spíše raritou a patří mezi ohrožené druhy (opět kvůli své kůře, produkce ale neměla takový význam jako u předchozích). Americká m. tříplátcová se naproti tomu pěstuje relativně často (ačkoli nemá ideální sadovnické vlastnosti) a v lékařství se nevyužívá.

Deštníkově magnólie jsou významně spjaty i s Českou republikou. V 50. letech

20. stol. se podařilo v Průhoních zkřížit japonskou m. obvejčitou a americkou m. tříplátcovou křížencek by měl být brzy popsán jako *Magnolia* × *pruboniciana*, zatím je označován jako kultivar *M. 'Silver Parasol'*. Kříženci zde rostou dodnes a pěstují se i v zámeckém parku v Lednici a v Pražské zoologické zahradě v Tróji postižené povodní v r. 2002. Jsou předmětem badatelského zájmu právě díky specifickému evolučnímu postavení rodičovských druhů a jejich biologickým vlastnostem. Ačkoli stejné křížení se uskutečnilo i v USA, Průhonice jsou bezesporu nejvýznamnějším centrem pěstování tohoto taxonu (přes 120 jedinců, z nichž někteří měří i přes 20 m). Do budoucna si křížencek zaslouží větší sadovnického využití.

Všechny pěstované druhy, variety a kultivary vyžadují slunné až polostinné stanoviště. Raně kvetoucí druhy rostou nejlépe v chráněné poloze, v létě kvetoucí druhy vyžadují volná stanoviště. V hlubším zastínění rostliny špatně kvetou. Vhodné uplatnění nacházejí magnólie zejména jako solitéry. Doporučují se pro ně mírně kyselé půdy, chorobami ani škůdci prakticky netrpí, řez rostlin a obdělávání půdy v oblasti kořenů se nedoporučuje.

Botanické druhy lze množit semeny (vyžadují stratifikaci), kultivary specifickým řízkováním případně hřížením. Relativně problematické rozmnožování je i důvodem vyšší ceny rostlin v komerčním prodeji.

## Obří masožravá bublinatka z Pedra do Sino

Miloslav Studníčka

Pedra do Sino čili Zvonová skála (v nadmořské výšce 2 265 m) je nejen nejvyšší horou pohorí Serra dos Orgaos v jihovýchodní Brazílii, ale i obzvláště pozoruhodnou botanickou lokalitou. Právě tam roste nejrozměrnější z bublinatek (*Utricularia*) — nejpočetnějšího, a také na masožravost nejsložitější a nejdokonaleji adaptovaného rodu v říši rostlinné. Známé druhy bublinatek z mírné klimazóny jsou rostlinami vodními buď, volně plovoucími, anebo ukotvenými, lovicími pomocí početných lapacích měchýřků plankton. V tropech však existují i druhy jiných životních forem. Bublinatka ledvinitá (*U. reniformis*), zkoumaná na zmíněné lokalitě, se vyskytuje za velmi podivných okolností v terénech skalnatých.

Druh má až 1,5 cm silné bílé oddenky s tenčími zpeřenyými postranními větvičky nesoucími lapací měchýřky. Listy z nich vyrůstají odděleně a mají kolem 0,5 m dlouhé drátovité tuhé řapíky a tuhé ledvinité

čepce, široké podle popisu v aktuální Taylorově monografii rodu až 140 mm (Taylor 1989), podle jiného literárního pramene až 170 mm. Měření pořizené naší expedicí na Pedra do Sino tyto údaje ještě překonává: šíře čepce 175 mm, délka řapíku 61 cm. (Pokud bychom vzali v úvahu i maximální rozměr čepce naměřený u rostliny pěstované v Botanické zahradě Liberec, pak se číslo posunuje zřejmě na světový rekord 222 mm!) Zajisté se nabízí otázka, kde tato masožravá rostlina získává výživu dostatečnou pro tak mohutný vzrůst. Vždyť Pedra do Sino je ze žuly, což je velmi nehostinná hornina, a substráty jsou tam navíc silně promývány bohatými srážkami, a tím ochuzovány o volné biogenní prvky.

### Nedostatečné znalosti autekologie

Bublinatka ledvinitá se občas vyskytuje v horských terénech atlantského pobřeží

jihovýchodní Brazílie, na místech špatně přístupných. O její přirozené variabilitě, životních strategiích za různých podmínek a o rozmnožování jsou proto k dispozici jen kusé a někdy snad i zkreslené informace. Např. se ví, že roste jednak volně mezi určitou mokřadní vegetací, ale i v různých velkých rostlin rodu *Vriesea* (*Bromeliaceae*) vyskytujících se vysoko nad mořem ve skalnatých bezlesých územích. Avšak v literatuře existuje i přes 100 let stará zpráva o existenci zvláštní drobné variety této bublinatky (*U. reniformis* var. *Kromeri* nomen nudum), jež prý roste jako „superepifyt“ v různých epifytických broméliovitých rostlin r. *Aechmea* a druhů *Quesnelia lateralis*, *Nidularium caroliniae* a *Vriesea hydrophora*. Měla být nalezena v pahorkatině Alto da Serra jižně od Rio de Janeiro, kde jsou tropické deštné lesy relativně teplých, nízkých poloh, pod 1 000 m n. m. Byla tam tehdy sbírána a jako kuriozita posílána i zahradnickým firmám do Evropy (E. Ule 1898). Nikdo ji však od těch dob znovu nenalezl.

V této souvislosti je zajímavé, že sběratelé rozeznávají dva typy bublinatky ledvinité: typ minor (s čepelími u plně vyvinutých kvetoucích rostlin jen asi 4 cm velkými) a major (s listy zhruba 5x většími), aniž by šlo o uznávané taxony. V liberecké botanické zahradě jsou oba typy bublinatky ledvinité již několik let zkoumány a byly stanoveny dobré rozlišovací znaky kvalitativního charakteru, jež spočívají ve stavbě lapacích měchýřků, v ostrém, nebo tupém výřezu čepelí a také v různolostnosti (hetero-

## Tajemství magnoliových květů

Jiří Jakl

Květy magnolií přitahují pozornost člověka od nepaměti. Laici se podivují nad prostou krásou, biologové odhalují mnohá tajemství. Poodhalme spolu roušku tajemství květů našich magnolií.

Starobylost magnolií snad není třeba představovat. Obecně informace o nich se můžete dozvědět v Živě (2004, 1: 20–22). Na zopakování připomeňme, že zástupce rodu magnolie (neboli též šacholan) rozdělujeme do dvou podrodů — *Magnolia* a *Yulania*. Podrody se liší uspořádáním prašníků, obvyklou dobou květu a olistěním za květu, přítomností pravého kalichu u některých zástupců a tvarem souplodí. Do podrodu *Yulania* řadíme druhy kvetoucí časně a již před plným vyvinutím listů (*Magnolia* × *soulangeana*, *M. stellata*, *M. kobus*, ale i *M. acuminata* kvetoucí při plně vyvinutých listech), zástupci podrodu *Magnolia* kvetou později a za olistění (*Magnolia obovata*, *M. tripetala*, *M. sieboldii*). Mezi podrody existují ještě další významné rozdíly právě v tvorbě reprodukčních orgánů a v reprodukční biologii.

Magnolie obecně vynikají bohatostí a velikostí květů. Největší květy má *M. macrophylla* (asi se 40 cm v průměru patří mezi největší květy Severní Ameriky). Představa evolučně původních květů krytosemenných rostlin vycházela ze znaků květů magnoliovitých — velké oboustranné květy s množstvím tyčinek a pestíků, orgány spirálně uspořádané. Za nejprimitivnější krytosemenné je však dnes pokládán vyhnulý řád *Archaeofractales* (fosilie z Číny stará přes 140 milionů let byla popsána teprve v r. 1998). Tyto rostliny neměly květní obaly, ale každý plodný letorost byl podepřený útvarem podobným listu. Na plodném výhonku se nacházely tyčinky a apokarpní gynecium, jehož jednotlivé plodolisty připomínaly podlouhlé přehnuté listy, uvnitř kterých se nacházela semena. Předmětem řady dohadů je způsob opylování těchto vodních rostlin.

V květech magnolií lze nalézt vnitřní redukované okvětní lístky připomínající tyčinky a spodní zvětšené tyčinky s redukovánými prašníky zbarvením připomínající již okvětní lístky (viz obr. *M. × soulangeana*). Tyto květní anomálie dokládají dnes uznávanou teorii fylogeneze těchto květních orgánů — původ okvětí v tyčinkách.



www.cas.cz/ziva

Na základě studia vaskularizace okvětních lístků se však původně předpokládal listový původ květních obalů (nody většinou multilakunární). Vnější okvětní lístky (obvykle tři) se často liší od ostatních svým postavením (po rozkvetu nazpět ohnuté), zbarvením (zelenavé), případně menší velikostí (viz svíčka).

Přestože květní nektária obecně nemají rostliny primitivních čeledí opylovaných brouky, některé druhy magnolií nektária vyvinutá mají. Význam pro opylovače má však především pyl (uvolňovaný v samčí fázi vývoje květu), který obsahuje volné aminokyseliny a je pro opylovače zdrojem dusíku. Naproti tomu bliznové sekrety neobsahují ani sacharidy a samičí fáze vyvíjejících se květů tak z hlediska přínosu pro opylovače zřejmě není nijak atraktivní. Proč hmyz navštěvuje květy i v samičí fázi, je vysvětlováno teorií autimimikér (viz dále).

Opylovači našich magnolií jsou drobní brouci (kantarofilie). Ty lze nalézt v květech více či méně často. Konkrétně jde o rod blýskáček (*Meligethes*), který je ve spektru opylovačů u našich časně kvetoucích druhů magnolií přítomen asi v 85 %, u pozdně kvetoucích druhů asi v 60 %. U pozdně kvetoucích druhů jsou 10% podílem zastoupeny i r. *Epuraea* z čel. blýskáčkovití, r. *Dasytes* z čel. štetináčovití či drabčíkovití (*Staphylinidae*). Osobně ale mohu doložit i poměrně častý výskyt zlatooček v květech zástupců podrodu *Yulania*, jejichž přítomnost je jen těžko vysvětlitelná (snad se v květech zdržují za účelem kopulace, neboť např. mšice — potrava zlatooček — se v květech nevyskytují). Pro význam brouků při opylování svědčí i fakt, že se vyskytují jak v samčí (pylové), tak samičí fázi (s naježenými bliznami), které jsou z hlediska přenosu pylu fázemi kritickými (efektivní opylovači musejí navštěvovat obě kritické fáze). Za hlavní atraktant lze patrně považovat vůni a fluorescenci květů v UV světle (tzv. UV vzory, viz obr.). Přímý vztah konkrétních atraktantů pro kantarofilii dosud nebyl proěřován. Význam kantarofilie je u flóry rostoucí v ČR



110

často přehlížen, přitom je údajně příznačná jak pro rostliny planě rostoucí (kalina — *Viburnum*, jeřáb — *Sorbus*, leknín — *Nymphaea* či áronovitě — *Araceae* aj.), tak pro některé pěstované (sazaník — *Calyculanthus*, *Magnolia* aj.). Kantarofilní rostliny obvykle kvetou (vyskytují se u nich pro opylování kritické fáze kvetení) ve večerních hodinách (magnolie v odpoledních až večerních), mají bílé květy (bílá barva např. papíru ale brouky nepřitahuje a plně plodící magnolie mají i květy fialové či zelinkavé) a výraznou vůni. Podle teorie autimimikér je samičí fáze pro brouky zaměnitelná s fází samčí — pylovou, proto i květy v samičí fázi navštěvují opylovači, ačkoli hmyzu nepřínášejí žádný užitek v podobě potravy. Domnívám se však, že samičí fázi brouci odlišit mohou, nebo jí alespoň spíše podlehnou vzhledem k sexuálnímu vzrušení způsobenému vůní. Samičí fáze se totiž vyznačuje vyšší teplotou v květech u druhů s termogenezí (*M. tamulipana*, samičí fáze 1,0–9,3 °C, samčí fáze 0,2–5,0 °C), vyšší vonností i charakteristickými UV vzory blizen, okvětních lístků, tyčinek a pylu. Vlastní vůni květu tvoří např. metylbenzoát, geranylmetyleter, pentadecan, linalol, fenyletanol, karyofylen, geraniol aj., podle druhu a taxonomické skupiny. Chemickou látkou způsobující fluorescenci květů v UV světle je patrně skopoletin (látka ze skupiny kumarinů).

Pohyby květních orgánů patří k těm nejtajemnějším. Pohybují se okvětní lístky, blizny a tyčinky. Podle charakteristických pohybů květních orgánů byly druhy rozděleny do různých skupin, které se kryjí i se současným pojetím skupin taxonomických, utvořených na základě molekulárních dat. Např. v případě *Magnolia obovata* × *M. tripetala* jsou blizny v květech naježeny již několik dní před rozkvetem (čehož se s úspěchem využívá při umělé hybridizaci u magnolií obecně) a hlavně v době při prvním rozevření květu. Mezi fází samičí a samčí jsou květy uzavřeny do tvaru jakýchsi svíček a konečně v poslední fázi jsou květy opět otevřeny s naježenými tyčinkami. Pro časně kvetoucí druhy jsou pohyby poněkud odlišné — svíčkování není tak zřetelné a květy vytrvávají na stromech poněkud déle.

Je s podivem, jak mohou plodit tak atraktivní dřeviny se specifickými opylovači i v našich podmínkách. Květy jsou protogynické (samičí a samčí fáze je časově oddělená, nejprve jsou receptivní blizny, později se vyprašuje pyl z prašníků), proto opylení pylem téhož květu nepadá v úvahu a květy musejí být opylovány z jiných květů (samičí a samčí orgány jsou také odděleny prostorově).

Neplodnost některých rostlin lze vysvětlit různými způsoby. Jednak se u některých druhů vyskytuje pylová inkompatibilita (*M. acuminata*), proto pokud nebyla nějaká solitéra opylena blízkorostoucí jinou rostlinou, nemůže plodit. I solitérní rostliny (včetně *M. acuminata*) u nás ale obvykle plodí, takže tento mechanismus se v našich podmínkách spíše neuplatňuje. Další vnitřní příčinou neplodnosti může být lichý

*Květ magnolie Magnolia obovata* × *M. tripetala* v UV světle (366 nm). Naježené blizny jasně fluoreskují a vytvářejí tzv. UV vzory, vlevo. Foto J. Chrtěk a J. Jakl ♦ Květ *Magnolia obovata* × *M. tripetala* v přechodové fázi (svíčka) mezi fází samičí a samčí, vpravo

živa 3/2005

Jedním z opylovačů u nás rostoucích magnolií je brouk z rodu blýskáček (*Meligethes*) na květech magnolie *Magnolia × soulangeana* v samčí (pylové) fázi, vlevo. Foto L. Křínke ♦ Mezi okvětními lístky a tyčinkami lze v jednotlivých květech nalézt přechodné typy, vpravo. Suinčky J. Jakla, pokud není uvedeno jinak



počet chromozomů pěstovaných rostlin (a také snížená vitalita pylu a životaschopnost vaječných buněk těchto rostlin). Tento mechanismus se patrně projevuje u *M. × soulangeana*, u níž lze předpokládat dosti častou pentaploidii s 95 chromozomy. Sníženou plodnost u tohoto křížence lze předpokládat i vzhledem k jeho hybridnímu původu. Některé kultivary ovšem plně plodné jsou, jiné jsou neplodné i přes prokazatelný výskyt opylovačů v květech. Právě nepřítomnost opylovačů může být další hlavní příčinou neplodnosti. Naše magnolie však mají štěstí, že je opylují brouci, jež se v naší přírodě a konkrétně i ve městech vyskytují běžně.

Posledním důvodem možné neplodnos-

ti může být špatné počasí při kvetení. Sucho může způsobovat malou schopnost blížen přijímat pyl, déšť pro změnu rozmáčí pyl a brání pohybu opylovačů. Dosud se mi nepodařilo prokázat vliv počasí na otevírání a zavírání květů (někdy se květy otevírají až v samčí fázi, jindy se ještě v pylové fázi opakovaně zavírají do svěček, rozhodně zde však existuje individuální variabilita

mezi květy). Kvetení magnolií trvá ale několik týdnů, takže vhodné podmínky pro opylování zákonitě během vegetace nastávají.

Nevyvíjí-li se v budoucích souplodích dostatečné množství semen, souplodí krátce po odkvětu opadávají. Podle spadlých souplodí lze prokázat kvetení i mimo dobu květu, i když rostliny neplo-  
dí.

## „Salámový strom“ — *Kigelia africana*

Miloslav Kovanda

V jižní Africe — nejen nejjihnější, která tvoří zvláštní květennou říši — zažívá návštěvník překvapení na každém kroku. Ale strom, na kterém rostou salámy? Skeptik usoudí, že to je výmysl lovců senzací, salámový strom však skutečně existuje. Jeho vědecké jméno je *Kigelia africana*.

Rod *Kigelia* patří do rozsáhlé (přes 850 druhů), převážně tropické a subtropické čel. trubačovitých (*Bignoniaceae*). Je rozšířen výhradně v tropické Africe a na Madagaskaru a udává se v něm 10 druhů (S. Darter a kol. 1973). Druhu *K. africana* je svými „salámovitými“ plody podobný druh *K. aethiopica* a poněkud i „jitrnicový strom“ *K. pinnata*. Do této čeledi se řadí např. známá katalpa trubačovitá (*Catalpa bignonioides*), původní na jihu USA, a katalpa vejčitá (*C. ovata*) ze střední Číny. Obě se vyznačují dlouhými, válcovitými, šavlovitě zakřivenými tobolkami připomínajícími viržinka. Pěstují se v parcích i ve stromořadích. Dále sem patří poléhavý nebo popínavý krivouš kořenující (*Campsis radicans*), používaný ke krytí zdí a pergol. Domácí je v USA, kde se stal obtížným plevelem.

*Kigelia africana* je statný strom dorůstající výšky až 18 m s hladkou šedou kůrkou. Až 25 cm dlouhé listy nahložené na konci větvi jsou vstřícné, lichozpeřené, s 3–5 páry celokrajných kožovitých lístků. Kigelie je poloopadavá, přičemž nové listy raší hned po opadu starých. Široce nálevkovité květy o délce až 15 cm a průměru v ústí asi 14 cm, vně hnědočervené, uvnitř tmavočervené, jsou uspořádány po 6–12 v převislých, dlouze stopkatých, až 50 cm dlouhých hroznech, které vyrůstají přímo z kmene nebo starých větví: pěkný příklad kauliflorie. Vykvétají postupně od červen-



ce do října. Květy nepříjemně páchnou, proto je hmyz příliš nenavštěvuje. Opylení zprostředkují převážně netopýři. Nektar je pochoutkou pro opice.

Nejnápadnějším znakem kigelie jsou mohutné, pravidelně válcovité, světle hnědé nebo šedohnědé, až 1 m dlouhé a 18 cm v průřezu měřící plody vznikající z jednodužného semeníku. Tvarem i velikostí se věrně podobají salámě — až po dlouhé tenké, provazovité stopky. Mohou dosáhnout váhy až 10 kg. Vyskytují se i plody tvarem připomínající okurku. Plody jsou přes svůj lákavý vzhled nejedlé. Nedožralé jsou dokonce mírně jedovaté a používají se k léčení revmatismu a pohlavních nemocí, zralé slouží při výrobě piva, kde podporují kvašení. Z dužniny se připravuje masť na otevřená poranění.

Plod je zajímavý z pohledu popisné morfologie. Není to pravá tobolka ani pravá bobule, kterým se nejvíce podobá, ale něco „mezi“. Na rozdíl od bobule má tvrdé, dřevnaté oplodí (perikarp), od tobolky se liší dužninou a tím, že se v době zralosti neotvírá. Rozpadá se až po opadu nárazem na zem, což značně omezuje možnosti šíření.

Dřevo kigelie je poměrně měkké, ale pevné. Má nepatrný hospodářský význam, používá se ponejvíce k výrobě lisek na ovoce. Slouží jako surovina pro dlabané

*Strom Kigelia africana z čel. trubačovitých (Bignoniaceae) se vyznačuje nápadnými plody podobnými salámě. Foto M. Kovanda*

kanoe některých kmenů Bantuů, pro jiné kmény je kigelie posvátným stromem.

*Kigelia africana* je rozšířena v jihovýchodní části afrického kontinentu, od Tanzanie na severu přes Mozambik po provincii Natal v Jihoafrické republice, na západě po Botswanu. Není nikde příliš hojná, vyskytuje se jen roztroušeně až vzácně. Jejmi stanovišti jsou nejčastěji břehy řek a světlé lesy v jejich blízkosti.

Jméno sausage tree pochází od britských kolonistů (sausage může znamenat i klobásu, jitrnici nebo buřt — Britové tyto nezdravé střevoevropské pochoutky neznají a nemají pro ně zvláštní pojmenování, skotský haggis připomíná spíše naši tlačenkou). V jazyce afrikaans, druhém úředním jazyce Jihoafrické republiky, který se vyvinul z holandštiny, je to worsboom (v názvu tušíme holandské worst a boom, v pozadí pak německé Wurst a Baum).

Afričtí domorodci ovšem znali salámový strom dávno předtím, než mu dali jméno bílí osadníci. Z pojmenování kigelie-keia v jazyce bantuských kmenů v Mozambiku utvořil A. P. de Candolle v r. 1845 jméno *Kigelia*.

Patočka J., Jakl J., Strunecká A. (2006); Expectations of biologically active compounds of the genus *Magnolia* in biomedicine (Review); Journal of Applied Biomedicine 4 (4): 171-178

---

**Journal of  
APPLIED  
BIOMEDICINE**

J. Appl. Biomed.  
4: 171–178, 2006  
ISSN 1214-0287

## REVIEW

### Expectations of biologically active compounds of the genus *Magnolia* in biomedicine

Jiří Patočka<sup>1</sup>, Jiří Jakl<sup>2</sup>, Anna Strunecká<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Radiology and Toxicology, Faculty of Health and Social Studies, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic

<sup>2</sup> Department of Dendrology and Forest Tree Breeding, Faculty of Forestry and Environment of the Czech University of Agriculture Prague, Czech Republic

<sup>3</sup> Department of Physiology and Developmental Biology, Faculty of Science, Charles University, Prague, Czech Republic

Received 18<sup>th</sup> July 2006.

Published online 20<sup>th</sup> October 2006.

#### Summary

Magnolia bark is a highly aromatic herbal material obtained from *Magnolia officinalis* (and other species) of the family Magnoliaceae. In traditional oriental herbal medicine, particularly Chinese medicine, this drug is used for many purposes, especially as a mild tranquillizer. The principal active compounds are the biphenol compounds, magnolol and honokiol, together with other biologically active compounds, which exert numerous and diverse pharmacological actions. Recent research has produced further evidence for the mechanism of their anti-inflammatory, anti-oxidant, antimicrobial, and antitumour activities, and these will be outlined in this review.

**Keywords:** herbal tranquillizer – honokiol – *Magnolia* – magnolol – obovatol – pharmacology

#### INTRODUCTION

The genus *Magnolia* is representative of the ancient family Magnoliaceae, which has been in existence since the Tertiary period and consists of 120–130 species. Magnolia bark is a traditional Chinese medicine, known under the name *houpu* (from *Magnolia officinalis*), that has been used for

thousands of years to treat "stagnation of qi" (low energy), asthma, digestive problems, and emotional distress. Magnolia bark is used as a general anti-stress and anti-anxiety agent. *Magnolia* has also been traditionally used to treat breast cancer.

*Houpu* is an official herb in the Pharmacopoeia of the People's Republic of China (Pharmacopoeia 1988); the herb is sometimes called *chuan houpu*, because it originally came from the Sichuan area of China. Because traditional Chinese medicine is becoming increasingly popular in many medical contexts in other parts of the world, particularly among patients with cancer, it is important that recent research demonstrates the relevant pharmacological effects of various magnolias and the main pharmacologically active compounds (Ikeda et al. 2003, Yang et al. 2003). Based on the

---

Jiří Patočka, Department of Radiology and Toxicology, Faculty of Health and Social Studies, University of South Bohemia České Budějovice, 370 01 České Budějovice, Czech Republic  
✉ prof.patocka@gmail.com  
☎ +0420 494 661 014

---

experimental evidence available so far, it seems likely that *Magnolia* might be helpful in modern medicine (Patočka et al. 2002).

#### BIOLOGY OF MAGNOLIA GENUS

Various magnolias are distinguished by their many interesting biological features. Current research raises basic questions as to the definition of the genus itself. The genus *Magnolia* consists of about 120-130 species and in the Tertiary period *Magnolias* were common in Europe (Azuma et al. 2001, Kim et al. 2001, Hunt et al. 1998). The majority of *Magnolia* species grow in the temperate and tropical zones of southeastern Asia, while other species grow in the New World. *Magnolia officinalis* is not the only recognised source of magnolia bark; other closely related Asian species of the section *Rytidospermum* Spach are also used in traditional medicine, such as the Japanese *Magnolia obovata* 'Wakoboku' (Ito et al. 1982) or the Chinese *Magnolia rostrata*. However, according to the IUCN Red List these are vulnerable species due to over-harvesting of the bark and habitat destruction (IUCN 2004). *Magnolia* bark was a common ingredient in many formulas, for example 'Saiboku-to' (Maruyana et al. 1998), 'Xiao Zhengqi Tang', 'Maziren Wan', 'Ping Wei San' and 'Shenmi Tang' (Hong-Yen 1980). Some species of *Magnolia* contain magnolol and honokiol, and others lignanoids (Hegnauer 1990). The best-known magnolia, *Magnolia grandiflora*, is a popular plant utilised in Mexican traditional medicine (Bastidas Ramirez et al. 1998). Another form of *Magnolia* used in medicine is derived from the flower buds (Hu 2000). Currently, China produces about 200 tons of *Magnolia* bark per year (Jinping 2000).

#### CHEMISTRY OF MAGNOLIA GENUS

The principal substantial compounds present in plants of the *Magnoliaceae* family are different phenolic compounds and terpenoids. Many phenolic compounds have been found in the leaves and bark; for example gallic acid, sennosides A and B, hesperidin, naringin, syringin, and especially two neolignan compounds, magnolol (I) and honokiol (II) (Fig.1). The magnolol content of magnolia bark is generally in the range of 2-10 %, while honokiol tends to occur naturally at 1-5 percent in the dried bark. Magnolol and honokiol are without question pharmacologically the most meaningful constituents of magnolia bark (Watanabe et al. 1983, Liu et al. 2006). From the leaves and bark of *M. obovata*, the novel biphenyl

ether lignans, obovatol (III) (Fig. 1) and obovatol were isolated (Ito et al. 1982), together with some sesquiterpene-neolignans, eudesobovatols A and B, eudesmagnolol, eudeshonokiols A and B, clovanemagnolol, and caryolanemagnolol (Fukuyama et al. 1992).

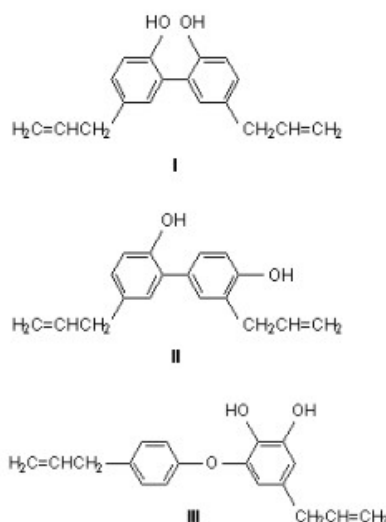


Fig. 1. Chemical structures of three principal magnolia lignans: magnolol (I), honokiol (II), and obovatol (III)

Several monoterpenes and sesquiterpenoids have been obtained from the leaves of *Magnolia grandiflora* L., and, on the basis of spectral evidence, their structures determined as  $\alpha$ - and  $\beta$ -pinenes,  $\beta$ -eudesmol and bornyl acetate (Tachikawa 2000), 4 $\alpha$ , 6 $\alpha$ , 10 $\alpha$ -trihydroxy-13-acetoxyguaia-11-ene and 12,13-diacetoxyguaia-4 $\alpha$ , 6 $\alpha$ , 10 $\alpha$ , 11-tetraol (Yang et al. 1994). In addition, the known sesquiterpenoid magnograndiolide was also obtained (Luo et al. 2001). Recently, a new sesquiterpenoid was obtained from the leaves of *Magnolia delavayi*. Its structure was determined as 8 $\beta$ -acetoxy-10 $\alpha$ -ethoxy-guaia-4 $\alpha$ , 11-diol (Cao et al. 2004). A new tricyclo [4.2.0.0(2,8)] octane-type neolignan, 6-allyl-7-(3,4-dimethoxyphenyl)-2,3-dimethoxy-8-methyl-tricyclo [4.2.0.0(2,8)] oct-3-en-5-one, together with 15 known lignan and neolignan derivatives have been isolated from the flower buds of *Magnolia denudata* DESR (Li et al. 2005).



## PHARMACOLOGY OF MAGNOLIA GENUS

### *Pharmacology of magnolol and honokiol*

Magnolol and honokiol, two major phenolic constituents of *Magnolia* species which are abundantly found in the medicinal plants *M. officinalis* and *M. obovata*, show multiple pharmacological effects (Chen et al. 2006). Research has elucidated the underlying mechanism of some of their anti-inflammatory and anti-oxidative effects. It has been found, for example, that magnolol is 1000-fold more potent than  $\alpha$ -tocopherol in inhibiting lipid peroxidation in rat mitochondria (Chang et al. 2003). All active *Magnolia* constituents (magnolol, honokiol, obovatol) showed weak inhibition for inducible NO synthase (iNOS) activity, but potent inhibition of iNOS induction and activation of nuclear factor-kappa B (Matsuda et al. 2001). They also inhibit rat liver acyl-CoA: cholesterol acyltransferase (ACAT) with  $IC_{50}$  values of 42, 71, and 86  $\mu$ M, respectively (Kwon et al. 1997). Honokiol may protect the myocardium against ischemic injury and suppress ventricular arrhythmia during ischemia (Tsai et al. 1999). The mechanism of anxiolytic activity of various *Magnolia* extracts has been studied. The observed antimicrobial activity demonstrates the potential of *Magnolias* to be an adjunct in the treatment of periodontitis (Ho et al. 2001).

### *Anti-inflammatory activity*

The reactive oxygen species produced by neutrophils contribute to the pathogenesis of focal cerebral ischemia/reperfusion injury and signal the inflammatory response. Recently it was shown that honokiol has a protective effect against focal cerebral ischemia/reperfusion injury in rats that paralleled a reduction in reactive oxygen species production by neutrophils (Liou et al. 2003). To elucidate the underlying mechanism(s) of the antioxidative effect of honokiol, peripheral neutrophils isolated from rats were activated with phorbol-12-myristate-13-acetate (PMA) or N-formyl-methionyl-leucyl-phenylalanine (fMLP) in the presence or absence of honokiol. Liou et al. (2003) suggested that honokiol inhibited PMA- or fMLP-induced reactive oxygen species production by neutrophils by three distinct mechanisms: (i) honokiol diminished the activity of assembled-NADPH oxidase, a major reactive oxygen species producing enzyme in neutrophils by 40% without interfering with its protein kinase C (PKC)-dependent assembly; (ii) honokiol inhibited two other important enzymes for reactive oxygen species generation in neutrophils, i.e., myeloperoxidase and cyclooxygenase, by 20% and 70%, respectively; (iii) honokiol enhanced by 30%, the activity of glutathione (GSH) peroxidase, an enzyme that triggers the metabolism of hydrogen peroxide ( $H_2O_2$ ). These data suggested that

honokiol, acting as a potent reactive oxygen species inhibitor/scavenger, could achieve its focal cerebral ischemia/reperfusion injury protective effect by modulating enzyme systems related to reactive oxygen species production or metabolism, including NADPH oxidase, myeloperoxidase, cyclooxygenase, and GSH peroxidase in neutrophils.

Magnolol is hypothesized to suppress TNF- $\alpha$  production after the endotoxin tolerance induced by sublethal hemorrhage (SLH) and to alter or attenuate subsequent endotoxin tolerance (Liou et al. 2003). Recent results show that the anti-inflammatory effects of magnolol and honokiol are mediated through inhibition of the downstream pathway of MEKK-1 in NF-kappaB activation signalling (Lee et al. 2005). Plasma and tissue TNF- $\alpha$  increased after sublethal hemorrhage (SLH); this increase was significantly suppressed by magnolol. Lipid peroxidation and SOD activity increased after SLH; magnolol suppressed the lipid peroxidation but not the SOD activity. In conclusion, magnolol induces an anti-inflammatory response and provides early protection against endotoxin challenge following SLH; however, magnolol attenuates the protraction of endotoxin tolerance and inhibits late protection against endotoxin challenge following SLH (Shih et al. 2004). The anti-inflammatory and neuroprotective effects of magnolol have been demonstrated by other authors (Wang et al. 1995; Lee et al. 2000, Park et al. 2004, Matsui et al. 2005, Lin et al. 2006).

Magnolol inhibited mouse hind-paw oedema induced by carrageenan, and polymyxin B, and reversed the passive Arthus reaction. The recovered myeloperoxidase activity in the oedematous paw was significantly decreased in mice pretreated with magnolol. Suppression of oedema was demonstrated not only in normal mice but also in adrenalectomized animals. Magnolol was less potent in reducing PGD2 formation in rat mast cells than indomethacin. Unlike dexamethasone, magnolol did not increase the liver glycogen level. The results suggest that the anti-inflammatory effect of magnolol was neither mediated by glucocorticoid activity, nor through releasing steroid hormones from the adrenal gland. It is proposed that the action of magnolol is dependent on reducing the level of eicosanoid mediators (Wang et al. 1992).

### *Antioxidant activity*

Magnolol induces apoptosis in rat vascular smooth muscle cells (VSMCs) via the mitochondrial death pathway. This effect is mediated through down-regulation of Bcl-2 protein levels, both *in vivo* and *in vitro*. Magnolol thus shows potential as a novel therapeutic agent for the treatment of atherosclerosis and re-stenosis (Chen et al. 2003).

Magnolol suppressed thromboxane B<sub>2</sub> (TXB<sub>2</sub>) and leukotriene B<sub>4</sub> (LTB<sub>4</sub>) formation in A23187-stimulated rat neutrophils. Maximum inhibition was obtained with about 10 μM magnolol. Magnolol was more effective in the inhibition of cyclooxygenase (COX) activity than in the inhibition of 5-lipoxygenase (5-LO) activity, as assessed by means of enzyme activity determination *in vitro* and COX and 5-LO metabolic capacity analyses *in vivo*. Magnolol alone stimulated cytosolic phospholipase A<sub>2</sub> (cPLA<sub>2</sub>) phosphorylation and the translocation of 5-LO and cPLA<sub>2</sub> to the membrane, and evoked arachidonic acid (AA) release. These results indicate that magnolol inhibits the formation of prostaglandins and leukotrienes in A23187-stimulated rat neutrophils, probably through a direct blockade of COX and 5-LO activities (Hsu et al. 2004). The hepatoprotective effects of honokiol and magnolol on oxidative stress induced by tert-butylhydroperoxide were probably the result of their antioxidant activity. Honokiol and magnolol also had a protective effect against D-galactosamine-induced hepatotoxicity, which was used as an alternate model to oxidative stress, acting by inhibiting intracellular GSH depletion (Park et al. 2003). Recently a novel synthetically prepared magnolol derivative, 3,3'-bis-allyl-magnolol, was developed as a potential antioxidant for certain diseases (Li et al. 2003).

#### Anxiolytic activity

The bark of the root and stem of various *Magnolia* species has been used in Traditional Chinese Medicine to treat a variety of disorders including anxiety and nervous disturbances. Honokiol and magnolol have been identified as modulators of the GABA(A) receptors *in vitro* (Squires et al. 1999, Ai et al. 2001). The possible selectivity of honokiol and magnolol on GABA(A) receptor subtypes was demonstrated in a study using <sup>3</sup>H-muscimol and <sup>3</sup>H-flunitrazepam binding assays on various rat brain membrane preparations and human recombinant GABA(A) receptor subunit combinations. These results indicate that honokiol and magnolol have some selectivity on different GABA(A) receptor subtypes, which could be responsible for the reported *in vivo* effects of these two compounds.

The anxiolytic effect of honokiol, evaluated by means of an elevated plus-maze test, was at least 5000 times more potent than the compound preparation 'Saiboku-to' when mice were treated orally for seven days, and was comparable with the effect of benzodiazepines (Maruyama et al. 1998). Kuribara et al. (1999) compared the anxiolytic potentials of honokiol and water extracts of three *Magnolia* samples using an improved elevated plus-maze in mice. Their results suggest that honokiol is the major constituent responsible for

the observed anxiolytic effect of the water extract of *Magnolia*, and that the other components, including magnolol, scarcely influence the effect of honokiol.

#### Antiarrhythmic activity

Tsai et al. (1996) demonstrated that honokiol may protect the myocardium against ischemic injury and suppress ventricular arrhythmia during ischemia and reperfusion. The experimental ventricular arrhythmia induced by coronary ligation of rats for 30 min were significantly reduced after intravenous pre-treatment (15 min before coronary ligation) with 10<sup>-7</sup> g/kg magnolol or 10<sup>-7</sup> g/kg honokiol. However, the antiarrhythmic effect of magnolol or honokiol could be abolished with the pre-treatment of 1 mg/kg nitric oxide inhibitor (L-NAME), but not with pre-treatment of 100 mg/kg aspirin. The abolishment of the beneficial effects of magnolol and honokiol on the myocardium by L-NAME, rather than aspirin, suggests the involvement of an increased nitric oxide synthesis in the protection offered by magnolol and honokiol against arrhythmia during myocardial ischemia (Tsai et al. 1999).

#### Antimicrobial activity

Three phenolic constituents of *Magnolia grandiflora* L. were shown to possess significant antimicrobial activity using an agar well diffusion assay. Magnolol, honokiol, and 3,5'-diallyl-2'-hydroxy-4-methoxybiphenyl exhibited significant activity against Gram-positive and acid-fast bacteria and fungi (Clark et al. 1981). Magnolol and honokiol have an antimicrobial activity against numerous microorganisms such as *Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella intermedia*, *Actinobacillus actinomycetemcomitans*, *Capnocytophaga gingivalis*, *Veillonella disper*, *Micrococcus luteus*, and *Bacillus subtilis* (Chang et al. 1998, Ho et al. 2001).

Both biphenolic compounds, although less potent than chlorhexidine, show a significant antimicrobial activity against these microorganisms, and a relatively low cytotoxic effect on human gingival cells. Thus, it is suggested that magnolol and honokiol might have a potential therapeutic use as a safe oral antiseptic for the prevention and the treatment of periodontal disease (Chang et al. 1998, Ho et al. 2001). Magnolol from *Magnolia officinalis* (cortex) potently inhibited the growth of *Helicobacter pylori* (Bae et al. 1998).

#### Antitumor activity

The neolignans magnolol and honokiol have been reported to inhibit the growth of several tumour cell lines, both *in vitro* and *in vivo* (Kong et al. 2005). Magnolol has been reported to have anticancer activity (Lin et al. 2001). Magnolol at very low concentrations inhibited DNA synthesis and

decreased cell number in cultured human cancer cells (COLO-205 and Hep-G2) in a dose-dependent manner, but not in human untransformed cells such as keratinocytes, fibroblasts, and human umbilical vein endothelial cells (HUVEC). Magnolol was not cytotoxic at these concentrations and this indicates that it may have an inhibitory effect on cell proliferation in the subculture cancer cell lines (Lin et al. 2002). Magnolol possesses the ability to inhibit tumour growth due to the induction of apoptosis with the activation of caspases (Ikeda and Nagase 2002) and a strong antimetastatic effect due to its ability to inhibit tumour cell invasion (Ikeda et al. 2003). Magnolol induced the reduction of mitochondrial transmembrane potential and the release of cytochrome C into the cytoplasm. Magnolol-induced apoptotic signalling appears to be carried out through mitochondrial alterations to caspase-9, and then downstream effector caspases are activated sequentially. Magnolol could be thus a potentially effective drug for the adjunctive treatment of leukaemia, with low toxicity to normal blood cells (Zhong et al. 2003). These findings warrant further investigation.

Recently Fong et al., (2005) discovered that magnolol and honokiol enhance HL-60 cell differentiation initiated by low doses of 1,25-dihydroxyvitamin D3 (VD3) and all-trans-retinoic acid (ATRA). Cells expressing membrane differentiation markers CD11b and CD14 were increased from 4% in the non-treated control to 8-16% after being treated with 10-30  $\mu$ M magnolol or honokiol. It is evident that both these neolignans are potential differentiation enhancing agents, which may allow the use of low doses of VD3 and ATRA in the treatment of acute promyelocytic leukaemia (Fong et al. 2005). Honokiol demonstrated weak activity against HIV-1 in human lymphocytes (Amblard et al. 2006).

Magnolol is a strong 11-beta-hydroxysteroid dehydrogenase (11-beta-HSD) inhibitor and, like glycyrrhethinic acid, another 11beta-HSD inhibitor isolated from licorice, induces apoptosis of murine thymocytes via the accumulation of corticosterone. Magnolol has inhibited the enzyme activity in the kidney ( $P < 0.0001$ ) and thymus ( $P < 0.002$ ), while the activity in the liver was not affected. Blood concentrations of corticosterone in the magnolol-treated mice were unexpectedly lower than those in the control animals ( $P < 0.002$ ). This means that the inhibition of 11beta-HSD by magnolol did not increase the systemic level of corticosterone which is relevant to thymocyte apoptosis (Horigome et al. 2001).

#### *Pharmacology of obovatol*

The biphenyl ether lignan obovatol from *M. obovata* (Ito et al. 1982) is slightly different from magnolol and honokiol not only chemically

but also pharmacologically. Obovatol inhibited the chitin synthase 2 activity of *Saccharomyces cerevisiae* with an  $IC_{50}$  of 38  $\mu$ M. Its derivative, tetrahydroobovato, inhibited chitin synthase 2 activities under the same conditions with an  $IC_{50}$  of 59  $\mu$ M. These compounds exhibited no inhibitory activity for chitin synthase 3, and showed less inhibitory activity for chitin synthase 1 than for chitin synthase 2 ( $IC_{50} > 1$  mM). These results indicated that obovatol and tetrahydroobovato are specific inhibitors of chitin synthase 2. Furthermore, obovatol and tetrahydroobovato showed antifungal activities against various pathogenic fungi, with a particularly strong inhibitory activity against *Cryptococcus neoformans* (MIC 7.8 mg/L). The results indicate that obovatol and tetrahydroobovato can potentially serve as antifungal agents (Hwang et al. 2002).

#### TOXICOLOGY OF MAGNOLIA GENUS

Magnolia extracts have a two thousand-year-old safety record for use as a Chinese medicine, (Bateman et al. 1998), and no significant toxicity or adverse effects have been reported so far, although no special chronic toxicological studies with magnolol, honokiol, and obovatol have been performed. Very small doses of magnolol and honokiol appear to be safe and effective for anxiety and depression. However, large doses may cause a sedative effect and interact with alcohol, increasing its effects, so driving or operating dangerous equipment should be avoided when taking larger doses of *Magnolia* extract. Further work on the toxicology and potential drug interactions of the constituents of *Magnolia* need to be performed, in order that the useful properties of *Magnolia* species can be realised.

#### ACKNOWLEDGEMENT

Preparation of manuscript was supported by A. Alzheimer Award of Academia Medica Pragensis, 2004.

#### REFERENCES

- Ai J., Wang X., Nielsen M.: Honokiol and magnolol selectively interact with GABA(A) receptor subtypes *in vitro*. *Pharmacology* 63: 34-41, 2001.
- Amblard F., Delinsky D., Arbiser J.L., Schinazi R.F.: Facile purification of honokiol and its

- antiviral and cytotoxic properties. *J. Med. Chem.* 49:3426–3427, 2006.
- Azuma H., Garcia-Franco J.G., Rico-Gray V., Thien L.B.: Molecular phylogeny of the *Magnoliaceae*: the biogeography of tropical and temperate disjunctions. *Am. J. Bot.* 88: 2275–2285, 2001.
- Bae E.A., Han M.J., Kim N.J., Kim D.H.: Anti-*Helicobacter pylori* activity of herbal medicines. *Biol. Pharm. Bull.* 21:990–992, 1998.
- Bastidas Ramírez B.E., Navarro Ruiz N., Quezada Arellano J.D. et al.: Anticonvulsant effects of *Magnolia grandiflora* L. in the rat. *J. Ethnopharmacol.* 61:143–152, 1998.
- Bateman J., Chapman R.D., Simpson D.: Possible toxicity of herbal remedies. *Scott. Med. J.* 43:7–15, 1998.
- Cao J.X., Lai G.F., Wang Y.F. et al.: A new sesquiterpenoid from *Magnolia delavayi*. *Chin. Chem. Lett.* 15:791–793, 2004.
- Chang B., Lee Y., Ku Y. et al.: Antimicrobial activity of magnolol and honokiol against periodontopathic microorganisms. *Planta Med.* 64:367–369, 1998.
- Chang C.P., Hsu Y.C., Lin M.T.: Magnolol protects against cerebral ischemic injury of rat heat stroke. *Clin. Exp. Pharmacol. Physiol.* 30: 387–392, 2003.
- Chen C., Xu X., Zhu Y. et al.: Determination of honokiol and magnolol in cortex *Magnolia officinalis* by capillary electrophoresis with electrochemical detection. *J. Pharm. Biomed. Anal.* 41:1479–1484, 2006.
- Chen J.H., Wu C.C., Hsiao G., Yen M.H.: Magnolol induces apoptosis in vascular smooth muscle. *Naunyn Schmiedebergs Arch. Pharmacol.* 368: 127–133, 2003.
- Clark A.M., El-Feraly F.S., Li W.S.: Antimicrobial activity of phenolic constituents of *Magnolia grandiflora* L. *J. Pharm. Sci.* 70:951–952, 1981.
- Fong W. F., Tse A. K., Poon K.H., Wang C.: Magnolol and honokiol enhance HL-60 human leukemia cell differentiation induced by 1,25-dihydroxyvitamin D3 and retinoic acid. *Int. J. Biochem. Cell. Biol.* 37:427–441, 2005.
- Fukuyama Y., Otsu Y., Miyoshi K. et al.: Neurotrophic sesquiterpene-neolignans from *Magnolia obovata* – structure and neurotrophic activity. *Tetrahedron* 48:377–392, 1992.
- Hegnauer R.: *Chemotaxonomie der Pflanzen* 9; Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Berlin 1990.
- Ho K.Y., Tsai C.C., Chen C.P. et al.: Antimicrobial activity of honokiol and magnolol isolated from *Magnolia officinalis*. *Phytother. Res.* 15: 139–141, 2001.
- Hong-Yen H., Chau-Shin H.: *Commonly Used Chinese Herb Formulas with Illustrations*. Oriental Healing Arts Institute, Long Beach, CA 1980.
- Horigome H., Homma M., Hiran T. et al.: Magnolol from *Magnolia officinalis* inhibits 11 beta-hydroxysteroid dehydrogenase without increases of corticosterone and thymocyte apoptosis in mice. *Planta Med.* 67:33–37, 2001.
- Hsu M.F., Lu M.C., Tsao L.T. et al.: Mechanisms of the influence of magnolol on eicosanoid metabolism in neutrophils. *Biochem. Pharmacol.* 67:831–840, 2004.
- Hu S.: *The Economic botany of Magnoliaceae*. In: Liu Y., Fan H., Chen Z., et al. (eds). *Proceedings of the International Symposium on the Family Magnoliaceae*, Science Press, Beijing 2000.
- Hunt D.: *Magnolias and their allies*. The International Dendrology Society and the Magnolia Society, Milborne Port 1998.
- Hwang E.I., Kwon B.M., Lee S.H. et al.: Obovatols, new chitin synthase 2 inhibitors of *Saccharomyces cerevisiae* from *Magnolia obovata*. *J. Antimicrob. Chemother.* 49:95–101, 2002.
- Ikeda K., Nagase H.: Magnolol has the ability to induce apoptosis in tumor cells. *Biol. Pharm. Bull.* 25:1546–1549, 2002.
- Ikeda K., Sakai Y., Nagase H.: Inhibitory effect of magnolol on tumour metastasis in mice. *Phytother. Res.* 17:933–937, 2003.
- Ito K., Iida T., Ichino K. et al.: Obovatol and obovatal, novel biphenyl ether lignans from the leaves of *Magnolia obovata* Thunb. *Chem. Pharm. Bull.* 30:3347–3353, 1982.
- IUCN Red List of Threatened Species. IUCN 2004. <http://www.iucnredlist.org/>
- Jinping S.: *Jingning Magnolia officinalis* development project, Jingning Science and Technology Development Department, Zhejiang, China 2000.
- Kim S., Mark W.C., Parks C.R.: Phylogenetic relationships in family *Magnoliaceae* inferred from ndhF sequences. *Am. J. Bot.* 88:717–728, 2001.
- Kong Z.L., Tzeng S.C., Liu Y.C.: Cytotoxic neolignans: an SAR study. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 15:163–166, 2005.
- Kwon B.M., Kim M.K., Lee S.H. et al.: Acyl-CoA cholesterol acyltransferase inhibitors from *Magnolia obovata*. *Planta Med.* 63: 550–551, 1997.
- Kuribara H., Kishi E., Hattori N. et al.: Application of the elevated plus-maze test in mice for evaluation of the content of honokiol in water extracts of magnolia. *Phytother. Res.* 13:593–596, 1999.
- Lee J., Jung E., Park J. et al.: Anti-inflammatory effect of magnolol and honokiol are mediated through inhibition of the downstream pathway

- of MEKK-1 in NF-kappa B activation signaling. *Planta Med.* 71:338–343, 2005.
- Lee M.M., Huang H.M., Hsieh M.T. et al.: Anti-inflammatory and neuroprotective effects of magnolol in chemical hypoxia in rat cultured cortical cells in hypoglycemic media. *Chin. J. Physiol.* 43:61–67, 2000.
- Li C.Y., Wang Y., Hu M.K.: Allylmagnolol, a novel magnolol derivative as potent antioxidant. *Bioorg. Med. Chem.* 11:3665–3671, 2003.
- Li J., Tanaka M., Kurasawa K. et al.: Lignan and neolignan derivatives from *Magnolia demudata*. *Chem. Pharm. Bull. (Tokyo)* 53: 235–237, 2005.
- Lin S.Y., Chang Y.T., Liu J.D. et al.: Molecular mechanisms of apoptosis induced by magnolol in colon and liver cancer cells. *Mol. Carcinog.* 32:7–83, 2001.
- Lin S.Y., Liu J.D., Chang H.C. et al.: Magnolol suppresses proliferation of cultured human colon and liver cancer cells by inhibiting DNA synthesis and activating apoptosis. *J. Cell. Biochem.* 84:532–544, 2002.
- Lin Y.R., Chen H.H., Ko C.H., Chan M.H.: Neuroprotective activity of honokiol and magnolol in cerebellar granule cell damage. *Eur. J. Pharmacol.* 537: 64–69, 2006.
- Liou K.T., Shen Y.C., Chen C.F. et al.: The anti-inflammatory effect of honokiol on neutrophils: mechanisms in the inhibition of reactive oxygen species production. *Eur. J. Pharmacol.* 475:19–27, 2003.
- Liu L., Wu X., Fan X., Hu Z.: Separation and determination of honokiol and magnolol in herbal medicines by flow injection-capillary electrophoresis. *Anal. Bioanal. Chem.* 384: 1533–1539, 2006.
- Luo X.D., Wu S.H., Ma Y.B. et al.: Sesquiterpenoids from *Magnolia grandiflora*. *Planta Med.* 67:354–357, 2001.
- Maruyama Y., Kuribara H., Morita M. et al.: Identification of magnolol and honokiol as anxiolytic agents in extracts of Saiboku-to, an oriental herbal medicine. *J. Nat. Prod.* 61:135–138, 1998.
- Matsuda H., Kageura T., Oda M. et al.: Effects of constituents from the bark of *Magnolia obovata* on nitric oxide production in lipopolysaccharide-activated macrophages. *Chem. Pharm. Bull. (Tokyo)* 49:716–720, 2001.
- Matsui N., Nakashima H., Ushio Y. et al.: Neurotrophic effect of magnolol in the hippocampal CA1 region of senescence-accelerated mice (SAMP1). *Biol. Pharm. Bull.* 28:1762–1765, 2005.
- Park E.J., Zhao Y.Z., Na M. et al.: Protective effects of honokiol and magnolol on tertiary butyl hydroperoxide- or D-galactosamine-induced toxicity in rat primary hepatocytes. *Planta Med.* 69:33–37, 2003.
- Park J., Lee J., Jung E. et al.: *In vitro* antibacterial and anti-inflammatory effects of honokiol and magnolol against *Propionibacterium* sp. *Eur. J. Pharmacol.* 496:189–195, 2004.
- Patočka J., Strunecká A., Jakl J.: *Magnolia* can be not only beautiful, but also helpful. *Psychiatrie* 6: 247–251, 2002.
- Pharmacopoeia of the PRC (English edition). People's Medical Publishing House, Beijing 1988.
- Shih H.C., Wei Y.H., Lee C.H.: Magnolol alters the course of endotoxin tolerance and provides early protection against endotoxin challenge following sublethal hemorrhage in rats. *Shock* 22:358–363, 2004.
- Squires R.F., Ai J., Witt M.R. et al.: Honokiol and magnolol increase the number of [<sup>3</sup>H] muscimol binding sites three-fold in rat forebrain membranes *in vitro* using a filtration assay, by allosterically increasing the affinities of low-affinity sites. *Neurochem. Res.* 24: 1593–1602, 1999.
- Tachikawa E., Takahashi M., Kashimoto T.: Effects of extract and ingredients isolated from *Magnolia obovata* Thunberg on catecholamine secretion from bovine adrenal chromaffin cells. *Biochem. Pharmacol.* 60:433–440, 2000.
- Tsai S.K., Huang S.S., Hong C.Y.: Myocardial protective effect of honokiol: an active component in *Magnolia officinalis*. *Planta Med.* 62:503–506, 1996.
- Tsai S.K., Huang C.H., Huang S.S. et al.: Antiarrhythmic effect of magnolol and honokiol during acute phase of coronary occlusion in anesthetized rats: influence of L-NAME and aspirin. *Pharmacology* 59:227–233, 1999.
- Wang J.P., Ho T.F., Chang L.C., Chen C.C.: Anti-inflammatory effect of magnolol, isolated from *Magnolia officinalis*, on A23187-induced pleurisy in mice. *J. Pharm. Pharmacol.* 47: 857–860, 1995.
- Wang J.P., Hsu M.F., Raung S.L. et al.: Anti-inflammatory and analgesic effects of magnolol. *Naunyn Schmiedeberg's Arch. Pharmacol.* 346:707–712, 1992.
- Watanabe K., Watanabe H., Goto Y. et al.: Pharmacological properties of magnolol and honokiol extracted from *Magnolia officinalis* – central depressant effects. *Planta Med.* 49: 103–108, 1983.
- Yang M.H., Blunden G., Patel A.V. et al.: Coumarins and sesquiterpene lactones from *Magnolia grandiflora* leaves. *Planta Med.* 60:390–390, 1994.
- Yang S.E., Hsieh M.T., Tsai T.H., Hsu S.L.: Effector mechanism of magnolol-induced apoptosis in human lung squamous carcinoma

- CH27 cells. *Br. J. Pharmacol.* 138:193–201, 2003.
- Zhong W.B., Wang C.Y., Ho K.J. et al.: Magnolol induces apoptosis in human leukemia cells via cytochrome C release and caspase activation. *Anticancer Drugs* 14:211–217, 2003.



**M**agnolie vynikají bohatostí a velikostí květů, jejichž barva se mění od čisté bílé přes nejrůznější odstíny žluté a růžové až po červenou či fialovou. Zejména asijské druhy upoutávají svou krásou, protože kvetou ještě před olistěním. Květy mají sladkou, a přitom svěží vůni, ale jen ojediněle se používají v kosmetice, např. k parfémování pudrů. Ve východní Asii je usušená a rozdrcená kůra magnolie zdrojem tradičních uklidňujících prostředků používaných v lidovém léčitelství.

V Číně jsou magnolie prastarými kulturními rostlinami, např. magnolie obnažená (*Magnolia denudata*) byla cenná jako chrámový strom již během dynastie Tchang (618–907). Zprvu magnolie příslušely pouze císařům, který jimi obdarovával své podřízené. Pro Číňany jsou symbolem ženské krásy, čistoty a sladkosti. V Japonsku si s rozvojem buddhismu

JIRÍ PATOČKA,  
JIRÍ JAKL,  
ANNA STRUNECKÁ

## Magnolie v zahradě i v lékárně

*Krása květů a tajemství kůry*



zmu v 7. století našly cestu do zahradního umění, literatury a malířství. V americkém státě Mississippi je květ magnolie velkokvěté (*M. grandiflora*) dokonce státním symbolem. Stromovité druhy magnolií jsou v některých zemích také zdrojem dřeva.

Rod *Magnolia* je zástupcem starobylé čeledi šácholanovitých, resp. magnoliovitých (*Magnoliaceae*), která obývá Zemi již od křídý (přes 100 milionů let). V Evropě se tyto dřeviny pěstují jenom v parcích a na zahradách. Volně rostou v mírném i tropickém pásmu jihovýchodní Asie a v Americe.

Zdrojem léku připravovaného z usušené a rozdrcené kůry jsou především dva blízce

**Nahore:** U nás nejnámější magnolií je magnolie Soulangeova (*Magnolia × soulangeana*), kterou můžete vidět téměř ve všech větších reprezentativních parcích a zahradách. Vyšlechtil ji r. 1820 ve Fremontonu u Paříže francouzský botanik Étienne Soulange-Bodin a zavedl ji do obchodu. Postupně pak bylo vyšlechtěno velké množství jejích kultivarů, lišících se zejména vybarvením a tvarem květů.

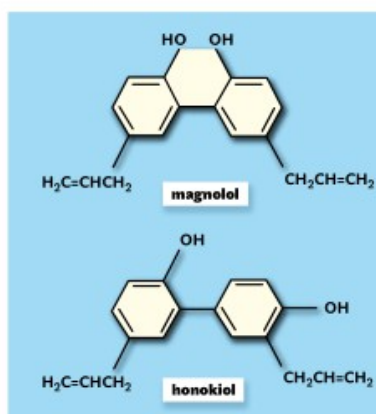
**Dole:** Původem japonská magnolie hvězdovitá (*Magnolia stellata*) kvete ze všech magnolií nejdříve. Není zvláště náročná a je to bohatě větvený keř nebo nízký strom 2–4 m vysoký, proto se hodí i do malých zahradek.

Oba snímky © Jiří Jakl.

příbuzné druhy – čínská *M. officinalis* a japonská *Magnolia obovata*, účinné látky jsou obsaženy ale i v dalších, méně využívaných druzích. Lék byl prý poprvé popsán v Šen-ningově kánonu bylin (tento muž, přezdívaný též Božský rolník, žil ve 3. tisíciletí př. n. l.). Droga se používá k odstranění úzkosti, ale také při léčení astmatu. Uplatnění nachází rovněž v čínských recepturách používaných při nachlazení.

V kůře a listech magnolií byla nalezena řada fenolických látek, jako jsou kyselina gallová, sennosidy A a B, naringin, hesperidin, emodin, ale zejména honokiol a magnolol, které jsou farmakologicky nejvýznamnějšími obsahovými látkami přípravků *saiboku-to* a *hange-koboku-to* (J. Nat. Prod. 61, 135, 1998). Magnolol a honokiol jsou izomerní dihydroxydiallylbifenyly ze skupiny lignanů (viz obr.). Vykazují anxiolytický účinek, který je 5000krát silnější než účinek samotné *saiboku-to* a je srovnatelný s účinky benzodiazepinů. To z nich činí medicínsky zajímavé látky. Z medicínského hlediska je důležité, že tyto látky nemají nežádoucí účinky benzodiazepinů (nevyvolávají depresi ani amnézii) a při jejich podávání nevzniká závislost. Obě látky také vykazují mírný tlumivý účinek na centrální nervový systém. Podobně jako další hydroxylované bifenyly jsou účinnými vychytávacími hydroxylových radikálů a mají značné antioxidantní účinky. Jejich protizánětlivý účinek se uskutečňuje přes inhibici cyklooxygenázy a lipoxigenázy.

Anxiolytika odstraňují psychické napětí, strach, úzkost, zlepšují náladu, ale zároveň uklidňují. Převažují mezi nimi benzodiazepiny. Jejich obliba je značná, nicméně mají i nežádoucí účinky, jako jsou psychická a fyzická závislost nebo rychle stoupající tolerance. Zejména starým lidem po nich hrozí zmatenost, popř. ztráta orientace. Dlouhodobé užívání v kombinaci s alkoholem vede k poruchám paměti. Účinek větších dávek se



projevuje únavou a ospalostí, tupě euforickou náladou, poruchami koordinace pohybu a setřelou řečí.

Není proto divu, že při hledání bezpečných psychofarmak se mnoho firem soustředí na fytofarmaka užívaná v lidovém léčitelství. Jejich snahou je uvést na trh tyto přípravky v moderních formách, se zaručenou kvalitou a klinicky ověřeným účinkem. Tajemství farmakologického účinku obsahových látek magnolií zůstávalo dlouho skryto. Zdá se, že moderní medicína je konečně odhalila. ☞

Prof. RNDr. Jiří Patočka, DrSc., (\*1939) vystudoval Přírodovědeckou fakultu MU v Brně. Je profesorem toxikologie na Zdravotně-sociální fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích a emeritním profesorem Fakulty vojenského zdravotnictví Univerzity obrany v Hradci Králové.

Mgr. Jiří Ják (1981) vystudoval systematiku a ekologii cévnatých rostlin na Přírodovědecké fakultě UK v Praze. V rámci postgraduálního studia na ČZU v Praze se dále věnuje biologii rodu *Magnolia*.

Prof. RNDr. Anna Strunecká, DrSc., (\*1944) vystudovala Přírodovědeckou fakultu UK. Na této fakultě se zabývá obecnou fyziologií, zejména fyziologií a biochemií buňky. Je členkou Mezinárodní biochemické společnosti (IUBS), Mezinárodní fyziologické společnosti (IUPS), Mezinárodní společnosti pro výzkum fluoridů (IFSR) a Americké fyziologické společnosti (APS).



Jakl J. (2008); Hypotéza automimiker u rodu *Magnolia* a její testování z pohledu chemických atraktantů; COYOUS 2008 - Konference mladých vědeckých pracovníků (2.4. 2008): 171-182

**HYPOTÉZA AUTOMIMIKER U RODU MAGNOLIA A JEJÍ  
TESTOVÁNÍ Z POHLEDU CHEMICKÝCH ATRAKTANTŮ  
HYPOTHESIS OF AUTOMICRY BY MAGNOLIA GENUS AND ITS  
TESTING IN VIEW OF CHEMICAL ATTRACTANTS**

**Jiří Jakl**

*Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská*

**Abstract**

*Mimicry hypothesis by Magnolia species is based on presumption, that non-rewarding female-stage mimics the rewarding male-stage flower (with pollen) and it is also based on coexistence of flowers of various stages on a single tree, Kikuzawa et Mizui (1990). The female-phase flower mimics male-phase flower by fragrance and by their color (also presence of fluorescence in ultraviolet light), but real interchangeability of floral phases and importance of real attractants hasn't ever been studied.*

*Aim of Y-tube olfactometer analyzes was a detection of importance of chemical attractants (flower scents and methylbenzoate), and testing of beetle preference (*Meligethes* sp.) with the question, whether the beetles prefer a particular flower phase (testing of hypothesis of automimicry and own alternative hypothesis). My testing indicates a utility of automimicry, and that the importance of light for attraction is much greater than importance of chemical attractants.*

**Keywords:** *Magnolia, Meligethes, Y-tube olfactometer, automimicry, flower scent*

**Anotace**

*Hypotéza automimiker (vnitrokvětní mimeze) u druhů rodu Magnolia vychází z předpokladu zaměnitelnosti květů samičí (bez pylu, potažmo přínosu pro opylující hmyz) a samčí fáze a z předpokladu současné přítomnosti květů v obou fázích na jednom stromě, Kikuzawa et Mizui (1990). Květy v samičí fázi napodobují květy v samčí fázi vůní a zbarvením (také fluorescence v ultrafialovém světle), ale skutečnou zaměnitelností květních fází a významem skutečných atraktantů se v souvislosti s touto hypotézou dosud nikdo nezabýval.*

*Cílem olfaktometrických vlastních analýz bylo zjištění, zda se jako atraktanty mohou uplatňovat chemické atraktanty v podobě vůně květů a methylbenzoátu, a zda brouci rodu *Meligethes* preferují květy v nějaké určité fázi vývoje květů (testování hypotézy automimiker a alternativní hypotézy vlastní). Vlastní testování ukazují na funkčnost automimiker, dále že světelné podněty jsou při lákání mnohem důležitější než podněty chemické.*

**Klíčová slova:** *Magnolia, Meligethes, Y olfaktometr, automimikry, vůně květů*

**ÚVOD**

Přenos pylu související s atraktivitou květů pro opylovače je faktorem důležitým ať z pohledu možnosti výskytu přirozeně vznikajících kříženců (u pěstovaných, ale i ve volné přírodě rostoucích rostlin), tak hraje roli v problematice přirozených reprodukčních bariér mezi rostlinami (potažmo i populacemi a druhy). Přenos pylu je spojen s otázkou specifčnosti

opylovačů lákatelných konkrétními typy atraktantů. Studie spojené s testováním konkrétních atraktantů květů rodu *Magnolia* pro opylující brouky dosud chybí, a to i přes zmiňování hypotézy automimiker.

Za atraktanty květů rodu *Magnolia* pro opylovače (drobné brouky) lze uvažovat vizuální podněty (barva, popř. barevné vzory viditelné v UV světle), chemické podněty (vůně), event. tvorbu tepla (termogeneze). Hlavními opylovači rodu *Magnolia* jsou brouci (poprvé popsal Delpino 1875 sec. Yasukawa et al. 1992), nicméně bylo prokázáno i významné opylování (resp. spíše přítomnost členovců v květech) blanokřídlými (včely aj.) i dvoukřídlými (mouchy, pestřenky), Yasukawa et al. (1992). V introdukčních podmínkách se jako efektivní opylovači rodu *Magnolia* uplatňují zejména drobní brouci rodu *Meligethes* (blýskáček řepkový aj., Jakl 2005a, ev. Jakl 2005), v rámci vlastních olfaktometrických testů byla věnována pozornost právě jim. U těchto brouků, jakožto hospodářky významných škůdců i opylovačů řepky olejky (*Brassica napus*), je známa atraktivita zejména kanárkově žluté barvy či izothiokyanátů, Blight et Smart (1999), ale i vůní různých rostlin, Ruther et Thiemann (1997), vůně i samotného pylu, Cook et al. (2002) či různých čistých chemických látek, Smart et Blight (2000).

Ve vlastním vývoji květů u rodu *Magnolia* (u studovaných druhů květy velké, smetanové barvy) je nutno rozlišovat několik fází, kritická z hlediska opylování je samičí fáze otevřeného květu ("panenská", viz Jakl 2005a) a následující fáze samčí (fungující prvoblastnost - protogynie). Pro fázi poupat před rozkvetem je typická receptivita blizen (využitelná při umělých hybridizacích), domácí druhy brouků však nepronikají květními obaly u nás rostoucích druhů magnólií (v době květu jde o pyložravé brouky kterým jsou dostupné již otevřené květy, pronikání brouků do poupat však uvádí Thien 1974).

V současné době je u rodu *Magnolia* uváděná hypotéza mimetické samičí fáze Kikuzawa et Mizui (1990) (automimikry neboli vnitrokvětní mimeze; hypotézu zmiňují i Ishida 1996, Bernhardt 2000, Ishida et al. 2003). Předpokladem hypotézy automimiker je, že květy v samičí fázi napodobují květy ve fázi samčí - pylové. Květy v samčí a samičí fázi podle této hypotézy musí být hmyzem zaměnitelné a hmyz živící se pylem pak květy navštěvuje náhodně, tedy i květy ve fázi samičí (tedy bez hlavního zdroje potravy). Tuto hypotézu podporuje i fakt, že květy v různých fázích ontogeneze se na stromech neobjevují v jednu dobu, ale různě. Kritické fáze s receptivními bliznami či otevřenými prašníky s vitálním pylem se objevují v odpoledních až večerních hodinách, ovšem různé květy v trochu jinou hodinu a na jiném místě v koruně téže či poblíž rostoucí rostliny.

Vlastní alternativní hypotéza vychází z předpokladu, že hmyz může odlišit květy v samičí fázi od květů v samčí fázi, případně může samičí fázi alespoň více preferovat a posléze v případě nenalezení zdroje potravy brzy opouštět. Jednotlivé fáze ontogeneze se mohou lišit množstvím emitované vůně - dle Dieringer et al. (1999) v případě *Magnolia tamaulipana* produkuje samičí fáze 195 µg/květ/h, samčí fáze 126 µg/květ/h vůně. Možná se ale také samičí fáze liší přítomností nějaké důležité složky vůně přítomné ve stopovém množství právě jen v této fázi. Samičí fáze je v případě *M. tamaulipana* také doprovázena i vyšší termogenezí (rozdíl proti okolní teplotě květů - samičí fáze 1,0-9,3°C, samčí fáze 0,2-5,0 °C), Dieringer et al. (1999). Odlišné se mohou jevit i UV vzory květů magnólií v různých fázích ontogeneze. Podle vlastních pozorování (zdokumentováno viz Jakl 2008) fluoreskují v UV světle naježené blizny v samičí fázi, báze korunovitých okvětních lístků u květů v přechodové fázi, prašníky a pyl v samčí fázi.

Jako atraktant pro opylovače u řady rostlin je uváděn nektar. Podle Slavíková (2002) květní nektária obecně nemají rostliny primitivních čeledí opylovaných brouky (kam řadíme i rod *Magnolia*), přesto u některých druhů rodu *Magnolia* jsou popisovány - Daumann (1930), Thien (1974). Konkrétně Kikuzawa et Mizui (1990) uvádí neprodukcii nektaru u *Magnolia obovata* a Thien (1974) neprodukcii nektaru v konkrétním případě *Magnolia tripetala*. Vlastní pozorování mohou potvrdit přítomnost drobných kapek poměrně husté kapaliny na petalech v "panenské" fázi a ve fázi přechodové u *Magnolia obovata* x *M. tripetala*.

U otevřeného květu v samičí fázi (trvá řádově jen několik hodin) mohou být jako potravní lákadlo i jen bliznové exudáty. Ty podle Thien et al. (1995) sec. Ishida et al. (2003) neobsahují sacharidy, naopak Allain et al. (1999) v nich identifikoval glukózu, fruktózu a sacharózu. Bliznové exudáty, fluoreskující při osvětlení květů v UV světle, také mohou brouky v květech zdržovat a lákat k pohybu na receptivní blizny. V případě *Magnolia tamaulipana* jsou hmyzem konzumovány i korunovité okvětní lístky (Dieringer et al. 1999), takže ani tato fáze není bez přínosu pro hmyz. Tato fáze tak možná souvisí se sexuální aktivitou hmyzu (výrazná vůně). Vlastní pozorování opylující hmyz v této fázi nepotvrzovala tak často jako v samčí či přechodové fázi. To ale lze přisoudit i faktu, že tato fáze nenavazuje na žádnou fázi ve které by do květů již mohl pronikat hmyz.

V květech v přechodové ("svíčkové", viz Jakl 2005a) fázi (trvajících téměř den mezi samičí a samčí fází) hmyz může snadno přečkávat dobu své denní neaktivity, což je diskutováno v Dieringer et al. 1999: 69 ("floral chamber"). Květy v přechodové fázi rozhodně nefungují jako past na opylovače, neboť opylovači mohou fyzicky květy kdykoli opustit i do nich vniknout Thien (1974). Z hlediska potravních zdrojů pro opylovače květy v přechodové

fázi opylovačům žádný užitek nepřináší (za určitých podmínek jedině nektar, např. u zmiňované *Magnolia tamaulipana* mohou být dále konzumovány okvětní lístky).

V květech v samčí fázi nalézá hmyz dostatek potravy (pyl), hmyz je zde možno pozorovat nejčastěji (náhodné prvotní návštěvy + setrvávající hmyz z předchozích fází). Tato fáze je pro hmyz pravděpodobně atraktivní pylem fluoreskujícím v UV světle, zaměnitelná se samičí fází. Z hlediska přenosu pylu má význam opouštění této fáze brouky nesoucích vitální pyl (u starších květů vitalita pylu klesá).

Předpokládalo se, že květní vůně mohou účinkovat jako sexuální feromony (kairomony), Schatz (1990) sec. Dieringer et al. (1999: 69). Novější studie však potvrdily ztrátu schopnosti tvorby sexuálních feromonů samců v dospělosti u *Cyclocephala lurida* - opylovače *Magnolia tamaulipana*, Haynes et Potter (1995) sec. Dieringer et al. (1999). Pokud dospělci nevyučují sexuální feromony obecně, mohou brouci využívat vůni květů jako náhradu sexuálních feromonů. Bohužel sexuální feromony nebyly chemicky identifikovány, Leal (1996) sec. Dieringer et al. (1999). Pakliže rod *Cyclocephala* feromony (látky sexuálně lákající hmyz) nevytváří, nemohou je ani květy rodu *Magnolia* napodobovat. Alternativně ovšem feromonovou funkci květy rodu *Magnolia* již kdysi mohly přebrat za brouky, nebo brouci květní vůni jako nějaký chemický signál mohli začít cítit - chemický signál možnosti kopulace ("mating sites"), možnost úkrytu či nalezení zdroje potravy (pyl, snad i bliznové exudáty).

Patrně nejde o druh pravé symbiózy, kdy by květní vůně mohla nahrazovat sexuální komunikaci brouků, kteří by se bez květů magnólií nemohli sdružovat (k tomu by stejně docházelo na místech s prostě dostatkem potravy). Kdyby šlo o úzce symbiotický vztah rodu *Magnolia* a určitých brouků, mohlo by se to projevit v introdukčních podmínkách neplodnosti v důsledku absence lákatelných opylovačů. Proti této hypotéze však svědčí vlastní analýzy opylovačů, Jakl (2005a). Jednak se spektra opylovačů různých druhů rodu *Magnolia* v přirozených podmínkách patrně výrazně neliší v závislosti na převažujícím typu sloučenin v jejich vůni (obdobné skupiny hmyzu přítomné v květech magnólií mírného pásu, viz zejména práce Thien 1974 a Yasukawa et al. 1992), ve složení a množství vůně květů téhož druhu nakonec může být i velká variabilita (Azuma et al. 2001 uvádí příklad u *Magnolia kobus*) a opylovači jsou drobní brouci známí jako nespecifičtí opylovači (i u různých druhů magnólií v květech nalézan stále zejména rod *Meligethes*, konkrétně zejména *Meligethes aeneus*). I v našich introdukčních podmínkách druhy rodu *Magnolia* plodné jsou, musejí je opylovat opylovači jiných místních rostlin opylovaných brouky (samoopylení v rámci jednoho květu kvůli protogynii vyloučeno). Atraktanty květů jsou specifické do té míry, že lákají zejména

malé pyložravé brouky (kosmopolitně rozšíření), ale nikoli jen jediný druh (v našich podmínkách zejména rody brouků *Meligethes*, *Epuraea*, *Dasytes*, *Anaspis* a čeleď *Staphylinidae*, Jakl 2005a). Vůně květů opylovaných brouky je tedy patrně obecná (stejní opylovači rodu *Magnolia* jako jiných druhů domácích rostlin), platí však spíše pro malé brouky (její univerzálnost je vázána na tyto patrně kosmopolitně rozšířené brouky).

Vlastní vůně jednotlivých druhů magnólií je složena z látek různých skupin, obvykle však u jednotlivých taxonů převažuje určitá skupina látek - v případě *Magnolia obovata* a *M. tripetala* methylbenzoát, Azuma et al. (1999). Výrazná vůně je pro kantarofilní květy typická, lidé kantarofilní vůni vnímají (je výrazná) a je zajímavé, že je způsobená právě různými sloučeninami (mohou mít nějakého společného jmenovatele, když jsou tak cítit). Na příkladě *M. obovata* a *M. tripetala* je zajímavé, že ačkoli methylbenzoát tvoří 55 a 52 % identifikovaných sloučenin vůně, čichově se vůně hodně liší (uváděna příjemnost vůně lidskému vnímání), chemicky je dokumentovatelný rozdíl v přítomnosti oxidovaného typu monoterpenů u *M. obovata* a nepřítomnosti terpenoidů u *M. tripetala*, Azuma et al. (1999a). Methylbenzoát tvoří 100% složení vůně *M. stellata* (nezřídka pěstována i v ČR), obvyklou složkou vůně květů magnólií jsou terpenoidy, převládnout mohou ale i uhlovodíky a různé aromatické sloučeniny. Je otázkou, do jaké míry přítomnost aromatických sloučenin ve vůni květů odpuzuje včely a je tak vlastně zajištěno opylování květů brouky (kantarofilie). V případě *Magnolia grandiflora* byly ovšem zaznamenány v květech také časté návštěvy včel, Allain et al. (1999) a sám mohu návštěvy včel např. u *M. stellata* či *M. obovata* potvrdit (květy v samčí fázi, spíše ale přelety než cílené sběry potravy). Hmyz je podle Allain et al. (1999) lákán především výraznou vůní vycházející hlavně z okvětních lístků, nejméně vonnou částí květů jsou bazální části květní stopky (androfor).

Světlá barva květů může mít pro kantarofilii určitý význam, neboť spojuje mnoho kantarofilních druhů rostlin - podle Faegri et Pijl (1979) jsou kantarofilní rostliny často se zelenavými či bílými květy. Pro naši floru poznamenává Chadt (1921): "V noci kvetoucí rostliny prý mají květy proto bílé, aby lépe viděny byly od nočního hmyzu. Ale takové květy vydávají současně silnou vůni, i jest pravděpodobno, že spíše tato vůně jest hmyzu vodítkem než bílá barva." Experimentálně lze význam barvy v lákání hmyzu ověřit lepovými deskami, (předevšímně bílé lepové desky bez vůně brouky nelákají, Jakl 2005a; bohatě plodí i červenokvěté a zelenokvěté kultivary a druhy pěstovaných magnólií). Bílá barva květů brouky při lákání usměrňuje, souvislost s nočním opylováním není tak jednoznačná - kritické fáze ontogeneze květů (zejména samičí) se vyskytují i v odpoledních hodinách (za světla). U *Meligethes aeneus* je známa výrazná atraktivita kanárkově žlutou barvou, Blight et Smart

(1999). Kantarofilie je spojována i s cykasy, které ale okvěti vůbec nemají. Květy jsou exponovány na koncích letorostů, tedy po obvodu koruny, kde jsou dobře viditelné (u časněkvetoucích druhů masové kvetení před olistěním, u pozdněkvetoucích druhů kontrast velkých květů proti zelené barvě listů na koncích letorostů).

Vedle vůně jsou pro květy charakteristické i UV vzory. Modrá barva v UV světle je považována za atraktant pro včely, Hunt (1998). Pro brouky jsou zřejmě jednoznačně vizualizované receptivní blizny v samičí fázi (brouci se tak zdržují v bliznové části květů, ačkoli vůně z této části květů zřejmě nevychází) a pyl a prašníky v samčí fázi (brouci se vyskytují na orgánech významných z hlediska přenosu pylu). Fluorescenci květních orgánů *Magnolia grandiflora* způsobuje skopoletin (6-methoxy-7-hydroxy kumarín; nenasycený lakton), Goodwin et Taves (1950) sec. Hunt (1998). Dokumentace fluorescence v UV světle o vlnových délkách 254 nm (UVC) a 366 nm (UVA) je dostupná on-line na Jakl (2008).

## CÍL A METODIKA

Cílem olfaktometrických vlastních analýz bylo zjištění, zda se jako atraktanty mohou uplatňovat chemické atraktanty v podobě vůně květů (zejména rodu *Magnolia* a některých pěstovaných dřevin) a methylbenzoátu, dále zda brouci rodu *Meligethes* preferují květy v nějaké určité fázi vývoje květů (testování hypotézy automimiker a alternativní hypotézy vlastní).

Testování využívalo jednoduchý Y olfaktometr. Jeho komponentami bylo vzduchové čerpadlo s hnacím výkonem 1,2 litrů vzduchu za minutu (tlak přes 0,1 MPa, výkon 2 W), aparatura s aktivním uhlím čistící vzduch z místnosti vháněný do aparatury, dvě komory vyztužené kovovými výztuhami (obroučky s průměrem 13 cm spojené dráty do vzdálenosti 19 cm a kryté polyethylenovými sáčky), skleněné trubičky spojené do tvaru Y. Jednotlivé komponenty byly spojeny pružnými umělohmotnými hadičkami (pravděpodobně z PVC), fotografie a videozáznamy použití olfaktometru jsou dostupné on-line v Jakl (2008).

Kvůli možným zkreslením je nutné splnit řadu podmínek, aby preference chemických atraktantů nebyla zkreslena jinými výběrovými kritérii testovaných brouků. Aparatura musí být dokonale utěsněná kvůli zabránění nerovnoměrného proudění či unikání vzduchu (projeví se nafouknutými sáčky uzavírajícími komory). K jednotlivým testům bylo nutno vyměňovat a čistit komponenty aparatury, které byly vystaveny styku s chemickými atraktanty (výměny sáčků, vyplachování hadiček a Y komponenty za komorami).

S ohledem na výraznou fototaxi u rodu *Meligethes* sestavená aparatura musí být rovnoměrně osvětlena. Tento základní předpoklad soudě dle výsledků při vlastním testování

bohužel docílen nebyl. Zdroje rovnoměrného osvětlení mohou být umístěny spíše ve směru pohybu brouků, nevhodné může být zatemnění či přesvětlení z důvodů aktivace brouků. Obě komory aparatury by měly být vlhčeny stejným množstvím vlhkého materiálu (vlhčená stopka květu vs. navlhčený kousek buničité vaty. Také odpor kladený průchodu vzduchu by měl být stejný v obou komorách (v komoře vložený kelímek nebo květ, použití stejně dlouhých a tlustých hadiček). Zejména proudy vzduchu v místě rozvětvení Y musí být stejné, ramena Y ve stejné výši. Výběr brouků je možný jak při sběru, tak před vlastním použitím (kontrola entomologem, případně uchování použitých brouků pro pozdější determinaci).

Testování brouci byli sbírání den před vlastním testováním, skladování v umělohmotných vlhčených krabičkách s přístupem vzduchu, bez potravy a v chladu zejména bez přístupu vůně skladovaných květů, v případě jejich pozdějšího použití i v ledničce (před testováním hodina aktivace při pokojové teplotě). Brouci užití při testování byli kromě rodu *Magnolia* sebrání i z *Brassica napus* (řepka olejka), *Taraxacum* sp. (pampeliška), *Ranunculus lanuginosus* (pryskyřník kosmatý) a *Sinapis arvensis* (hořčice polní). Nelze předpokládat výrazný útlum aktivity brouků během dne, přesto testování obecně je vhodnější směřovat do týchž denních hodin.

Během jednoho dne by brouci neměli být použiti na více testů v případě, kdy při testování s využitím nějakého chemického atraktantu (vystavení vůni může snižovat citlivost k ní v bezprostředně opakovaném testu). Pokud brouci kladou odpor pohybu proti proudu vzduchu v aparatuře, mělo by být eliminováno jejich časté sklepávání podněcující pohyblivost. Nutné je omezit kontakt brouků v jejich rozhodovacím momentu (míjení se, následování se), proto je potřeba vypouštět je postupně jednotlivě do aparatury (doba testování spojená s jedním broukem proto zabírá cca 2 až 3 minuty). Bohužel kontaktům brouků nelze zcela zabránit, zejména situace následování jednoho druhým v rozhodovacím momentu by v záznamech neměly být brány v potaz. Podobně by neměli brouci putovat aparaturou rychle, kdy jejich pohyb by byl podnícen jen vůlí rychle překonávat proud vzduchu či jejich rychlý pohyb byl spojen se stresem vyvolaným jejich přenosem. Testování brouci by také měli být bez tělesného postižení (možnost např. směřování do jednoho z ramen podle toho, kterou nohu mají třeba z transportu nepohyblivou). K pokusům by měli být použiti jen brouci příslušní určitému taxonu (např. rod *Meligethes* bez rodu *Epuraea* aj.), jinak lze pokusy i koncipovat jako použití např. "opylovači rodu *Magnolia*", tj. v testech využít všechny členovce (nebo jen malé brouky velikosti do cca 4 mm) u kterých byl prokázán podíl na opylování.

Používané květy by neměly být seschlé (vlhčení stopky vatou, rychlý převoz v krabičkách) a měly by být bez mechanického poškození (lámání petal, otřesy a nárazy). Při testování fází vývoje květů by fáze dle možností měla být kontrolována před pokusem i po pokusu (samičí fáze může relativně rychle přejít do fáze přechodové).

Vlastní pokusy byly činěny s methylbenzoátem, ptačím zobem (*Ligustrum vulgare*), lípou (*Tilia cordata*), růží (*Rosa* sp.), *Magnolia obovata* x *tripetala*, *Magnolia tripetala*, šeříkem (*Syringa vulgaris*), *Magnolia* x *soulangeana* (zejména kultivar Lennei), testováno bylo i uspořádání pokusu (postavení olfaktometru a která komora je jen kontrolní - bez květů ap.). K vlastním testům byli využíváni brouci rodu *Meligethes* (sebrání nejen z magnóliových květů).

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Z více než 30 testů bylo zaznamenáno téměř 700 rozhodnutí brouků (zaznamenáno prvotních 663 rozhodnutí). Ve výsledcích je velká variabilita, nejsou jednoznačné.

První orientační testy naznačily (cca 20 rozhodnutí), že methylbenzoát brouky výrazně neláká. Vyzkoušeny byly dvě koncentrace methylbenzoátu rozpouštěného v éteru (ten se před použitím prakticky odpařil - velmi rychle se odpařuje). Methylbenzoát (99%) byl ředěn objemovým poměrem 1:10 a 1:100 a nanášen v množství 10 µl na terčík posléze aplikovaný do trubice olfaktometru. Při pokusech s methylbenzoátem šlo hlavně o testování aparatury a realizovatelnosti pokusů, vlastní atraktivitu této široce rozšířené látky ve vůních různých druhů (a velmi podstatným podílem u některých druhů rodu *Magnolia*) bude zapotřebí testovat v budoucnu (látka je dostupná vždy, narozdíl od sezónně se vyskytujících květů konkrétních druhů rostlin, popř. i brouků).

Při většině testů brouci preferovali cestu ke komoře blíže testující osobě - patrně lépe osvětlenou (na první pohled nezřejmé, viz dokumentace on-line na Jakl 2008). Toto uspořádání pokusu nebylo původně zamýšleno, přesto při vlastních pokusech kromě chemického atraktantu bylo zaznamenáváno i uspořádání aparatury (4 možná uspořádání). Proti vlivu nežádoucího nerovnoměrného osvětlení svědčilo jen 5 testů s konkrétními poměry v neprospěch fototaxe 5/9, 9/21, 6/9, 7/8, 9/11. Poměr 9/21 již nemusí být v rámci statistické chyby (rozdíl hodnot je více než dvojnásobný). Poznamenané druhé reakce výsledky vychylují jen o jednotky, jejich přičtením u poměrů testů v neprospěch fototaxe získáváme poměry 5/9, 11/22, 8/10, 7/8, 9/11 (snížení rozdílu poměrů, poměr 9/11 je spojen i s velkou neochotou brouků vůbec lézt do trubice olfaktometru). Vyjma poměru 9/21, resp. poměru 11/22 navýšeného o druhé reakce v podstatě žádný test nevyprávěl o větší síle chemických



atraktantů než světelných (největší nepoměr odpovídal 1/1,8). Zvláštní nepoměr daného testu si lze vysvětlit i možností selhání lidského faktoru - špatné poznamenání uspořádání aparatury. Možnost výskytu takového poměru by bylo nutno podpořit v budoucnu testováním s dosažením obdobného výsledku. Konkrétní případ je spojen s použitím končící samičí fáze *Magnolia obovata* x *M. tripetala*, která ovšem byla použita i v dalších testech a nešlo při tom o testy svědčící proti fototaxi. Testování "pozičního efektu" pravé a levé strany (bez chemických atraktantů) je spojen s poměry 6/2, 11/7.

Výrazný nepoměr (preference osvětlenější strany více než dvojnásobné proti méně osvětlené straně) byl u 13 z 30 testů 22/10, 22/10, 8/1, 20/6, 6/2, 13/1, 11/4, 21/9, 31/5, 15/5, 13/2, 14/1, 11/9 (různý testovaný materiál).

Tabulka 1 shrnuje poměry preference komory s chemickým atraktantem (první sloupec) a osvětlenější komory blíže testující osobě (druhý sloupec).

Tab. 1: Preference komory blíže manipulující osobě (osvětlenější)

| Testovaná položka  | poměry preference   | poměry preference                    |
|--|---|--------------------------------------|
|  | (komora s vůní/bez vůně)  | (osvětlenější/méně osvětlená komora) |
| <i>Magnolia x soulangeana</i> "Lennei" - samičí f        | 9/15  | 15/9                                 |
| <i>Magnolia x soulangeana</i> "Lennei" - samčí f         | 1/10, 2/20  | 10/1, 20/2                           |
| <i>Magnolia obovata</i> x <i>M. tripetala</i> - samčí f  | 4/11  | 11/4                                 |
| <i>Magnolia tripetala</i> - přechodová f                 | 15/8  | 15/8                                 |
| <i>Magnolia tripetala</i> - samičí f                     | 6/20, 36/24   | 20/6, 36/24                          |
| <i>Magnolia obovata</i> x <i>M. tripetala</i> - samičí f | 9/21  | 9/21                                 |
| <i>Ligustrum vulgaris</i>                                | 5/22 (+6 N), 11/9 (+12 N)   | 22/5 (+6 N), 9/11 (+12 N)            |
| <i>Tilia cordata</i>                                     | 15/5, 8/14, 6/9, 2/13, 7/8, 1/14  | 15/5, 14/8, 6/9, 13/2, 7/8, 14/1     |
| <i>Sambucus nigra</i>                                    | 15/10   | 15/10                                |
| <i>Rosa</i> sp.  | 5/31  | 31/5                                 |
| <i>Spiraea x vanhouttei</i>                              | 1/8, 4/7  | 8/1, 7/4                             |
| <i>Syringa vulgaris</i>                                  | 5/9, 3/3  | 5/9, 3/3                             |
| všechny testy<br>(osvětlenější/méně osvětlená komora)    | 17/10, 22/10, 5/9, 3/3, 15/10, 36/24, 15/8, 9/21, 15/5, 6/9, 7/8, 22/10,<br>12/9, 6/2, 11/7, 15/9, 10/1, 20/2, 8/1, 7/4, 20/6, 13/1, 3/3, 11/4, 31/5,<br>14/8, 13/2, 14/1, 22/5, 9/11 = 411/210 |                                      |

+ číslo N...počet brouků bránících se průlezu trubice olfaktometru - projevoval se zde repelentní účinek

Poměry uvedené v tabulce 1 vypovídají o výrazné, někdy o velmi výrazné fototaxi. Celkový poměr testů (kde poloha aparatury byla zaznamenána) je 411/210 ve prospěch komory blíže testující osobě (předpokládané osvětlenější komory). Rozdíly mezi testovanými položkami mohly být dány také malými rozdíly ve světelných podmínkách při pokusech (možnost projevu i jen odlišné orientace olfaktometru, jakkoli toto nebylo zamýšleno).

Výrazná fototaxe (u rodu *Meligethes* obecně známá) naznačuje, že pakliže pohybující se brouky může lákat více světlo než vůně květů (v aparátu olfaktometru), tím méně pravděpodobné je jejich usměrnění pohybu ve směru gradientu nekonzentrováné květní vůně (chemických atraktantů) ve volném vzdušném prostoru, kde se brouci přirozeně pohybují.

Přesto význam vůně pro usměrnění brouků alespoň v současné fázi testování nelze zamítnout, význam chemických atraktantů je v souvislosti s jinými rostlinami znám - Blight et Smart 1999, Cook et al. 2002, Smart et Blight 2000 aj. Ve vlastním lákání brouků pravděpodobně nehraje roli např. jen osvětlení květů, kdy důsledkem by mohla být jen preference květů nezastíněných. Vizualní atraktant by měl broukům umožnit rozlišit květy od jiných orgánů rostlin (např. od listů, kde se brouci běžně nevyskytují, výrazná atraktivita samotné kanárkově žluté barvy Blight et Smart 1999), navíc by neměl být vázán na denní světlo (řada květů rozkvétá v pozdních hodinách - květy v samičí fázi jsou navíc otevřené a receptivní jen několik hodin). Svůj význam v lákání brouků může hrát fluorescence těch částí orgánů, které jsou navíc zvláště významné přímo pro reprodukci rostlin (receptivní blizny, pyl).

U testovaných druhů magnólií je také nepravděpodobná termogeneze květů - u druhů rodu *Magnolia* mírného pásma není popsána, rozlišit rozdíl teploty květů a jejich okolí patrně brouci rodu *Meligethes* nejsou schopni, u domácích rostlin termogeneze není běžná (na druhou stranu u domácí čeledi *Araceae* je termogeneze spojována s kantarofilii - konkrétním případem může být i rod *Cyclocephala* opylující jak áronovitou rostlinu *Philodendron solimoense*, Gibernau 1999, tak *Magnolia tamaulipana*, Dieringer et al. 1999).

## ZÁVĚR

Vlastní pokusy z hlediska atraktantů ukázaly mimořádnou citlivost brouků rodu *Meligethes* na světelné podmínky, chemické atraktanty (dokonce ani v koncentrované formě vůně šířící se přímo v uzavřeném prostředí olfaktometru) by neměly být zvláště významné v orientaci těchto brouků. Chemické atraktanty patrně nehrají hlavní roli u rodu *Magnolia* ani v možné preferenci samičí fáze květů před samčí (mohou však existovat rozdíly ve vizuálních atraktantech - např. viditelných v UV světle), hypotézu automimiker tak nelze na základě vlastních dosavadních testů zavrhnout. Problematice je tak potřeba věnovat další pozornost, zejména se pokusit o realizaci pokusů s eliminovanou fototaxí (atraktivita řady chemických podnětů je u studovaných brouků známá) a pokusů s přímým výběrem květů v různých fázích vývoje.

### Literatura:

- ALLAIN L.K., ZAVADA M.S., MATTHEWS D. G., 1999. The reproductive biology of *Magnolia grandiflora*. *Rhodora* 101 (906): 143 - 162.
- AZUMA H., THIEN L.B., KAWANO S., 1999. Molecular phylogeny of *Magnolia* (Magnoliaceae) inferred from cpDNA sequences and evolutionary divergence of the floral scents. *J. Plant. Res.* 112: 291 - 306.

- AZUMA H., THIEN L.B., KAWANO S., 1999a. Floral scents, leaf volatiles and thermogenic flowers in Magnoliaceae. *Pl. Spec. Biol.* 14: 121 - 127.
- AZUMA H., TOYOTA M., ASAKAWA Y., 2001. Intraspecific variation of floral scent chemistry in *Magnolia kobus* DC. (Magnoliaceae). *J. Pl. Res.* 114 (4): 411 - 422.
- BERNHARDT P., 2000. Convergent evolution and adaptive radiation of beetle-pollinated angiosperms. *Plant Syst. Evol.* 222: 293 - 320.
- BLIGHT M.M., LESLEY E. SMART L.E., 1999. Influence of visual cues and isothiocyanate lures on capture of the pollen beetle *Meligethes aeneus* in field traps. *J. Chem. Ecol.* 25 (7): 1501 - 1516.
- COOK S.M., BARTLET E., DARREN A. MURRAY D.A., WILLIAMS I.H., 2002. The role of pollen odour in the attraction of pollen beetles to oilseed rape flowers. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 104: 43–50
- DAUMANN E., 1930. Das Blütennektarium von *Magnolia* und die Futterkörper in der Blüte von *Calycanthus*. Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin.
- DELPINO F., 1875. Ulteriori osservazioni e considerazioni sulla dicogamia nel regno vegetale. Milan.
- DIERINGER G., CABRERA L.R., LARA M., LOYA L., REYES-CASTILLO P., 1999. Beetle pollination and floral thermogenicity in *Magnolia tamaulipana* (Magnoliaceae). *Int. J. Plant Sci.* 160 (1): 64 - 71.
- FAEGRI K., PIJL L., 1979. The principles of pollination ecology; Pergamon Press, Oxford.
- GOODWIN R.H., TAVES C., 1950. The effect of coumarin derivatives on the growth of avena roots. *Amer. J. Bot.* 37: 224 - 231
- GIBERNAU M., BARABE D., CERDAN P., DEJEAN A., 1999. Beetle pollination of *Philodendron solimoesense* (Araceae) in French Guiana. *Int. J. Plant Sci.* 160 (6): 1135–1143
- HAYNES K.F., POTTER D.A., 1995. Chemically mediated sexual attraction of male *Cyclocephala lurida* (Coleoptera: Scarabaeidae) and other scarabaeid beetles to immature stages. *Environ. Entomol.* 24: 1302 - 1306.
- HUNT D., 1998. *Magnolias and their allies*. The International Dendrology Society and the Magnolia Society, Milborne Port.
- CHADT J.E., 1921. Květena (Rozpravy botanické se zřetelem k poměrům zemí Českých). vytiskla tiskárna T. Kopeckého v Písku.
- ISHIDA K., 1996. Beetle pollination of *Magnolia praecocissima* var. *borealis*. *Pl. Spec. Biol.* 11: 199 - 206
- ISHIDA K., YOSHIMARU H., ITO H., 2003. Effects of geitonogamy on the seed set of *Magnolia obovata* Thunb. (Magnoliaceae). *Int. J. Plant Sci.* 164 (5): 729 - 735.
- JAKL J., 2005. Tajemství magnoliových květů. *Živa* 3: 110 - 111.
- JAKL J., 2005a. Pěstované magnolie *Magnolia* sect. *Rytidospermum* Spach. - projevy hybridizace *Magnolia obovata* x *M. tripetala*. Diplomová práce PřF UK v Praze.
- JAKL J., 2008. Doplňky k disertační práci; URL: <http://ebotanika.net/magnolia/> (cit. 2008-02-05)
- KIKUZAWA K., MIZUI N., 1990. Flowering and fruiting phenology of *Magnolia hypoleuca*. *Pl. Spec. Biol.* 5: 255 - 261.
- LEAL W.S., 1996. Evolution of sex pheromone communication in plantfeeding scarab beetles: 505–513, In: CARDE R.T., MINKS A.K. *Insect pheromone research: new directions*. Chapman & Hall, New York.
- RUTHER J., THIEMANN K., 1997. Response of the pollen beetle *Meligethes aeneus* to volatiles emitted by intact plants and conspecifics. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 84: 183–188.

- SCHATZ G.E., 1990. Some aspects of pollination biology in Central American forests, p. 69 - 84, In: BAWA K.S., HADLEY M., eds. Reproductive ecology of tropical forest plants. Parthenon, Paris.
- SMART L.E., BLIGHT M.M., 2000. Response of the pollen beetle, *Meligethes aeneus*, to traps baited with volatiles from oilseed rape, *Brassica napus*, J. Chem. Ecol. 26 (4): 1051 - 1064.
- SLAVÍKOVÁ Z., 2002. Morfologie rostlin; Karolinum, Praha.
- THIEN L.B., 1974. Floral biology of Magnolia. Amer. J. Bot. 61 (10): 1037 - 1045.
- THIEN L.B., KAWANO S., LATIMER S., DEVALL M.S., ROSSO S., AZUMA H., JOBES D., 1995. Fluorescent Magnolia flowers. Pl. Spec. Biol. 10: 61 - 64.
- YASUKAWA S., KATO H., YAMAOKA R., TANAKA H., ARAI H., KAWANO S., 1992. Reproductive and polination biology of Magnolia and its allied genera (Magnoliaceae)- I. Floral volatiles of several Magnolia and Michelia species and their roles in attracting insects. Pl. Spec. Biol. 7: 121 - 140.

Za odborné konzultace a technickou pomoc autor děkuje zejména RNDr. Oldřichu Hovorkovi, Ph.D (Ústav organické chemie a biochemie AVČR).

---

*Kontaktní adresa:*

**Mgr. Jiří Jakl**, Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Kamýcká 129, Praha 6 – Suchbátka, PSČ 16500, e-mail: [jirijakl@seznam.cz](mailto:jirijakl@seznam.cz), tel. 776877565.

---

Jakl J. (2009); Pěstování a zmínky v literatuře o *Magnolia obovata* x *M. tripetala*; COYOUS 2009 - Konference mladých vědeckých pracovníků (24.3. 2009): 53-61

**PĚSTOVÁNÍ A ZMÍNKY V LITERATUŘE O *MAGNOLIA OBOVATA* X  
*M. TRIPETALA***  
CULTIVATION AND MENTIONS IN LITERATURE ABOUT *MAGNOLIA*  
*OBOVATA* X *M. TRIPETALA*

**Jiří Jakl**

*Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská*

**Abstract**

*There is described distribution of plants of *Magnolia obovata* x *M. tripetala* (syn. *Magnolia x pruhoniciana* ined.) and its parental species growing in the Czech Republic and other countries. There is approached the question of determination and registration of plants, mention of hybrids in the literature. In the Czech Republic *Magnolia tripetala* is a rare growing species, for ornamental gardening more valuable *Magnolia obovata* can be advised. The hybrid of these species is very rare growing taxon (in the Czech literature references to the parks in Průhonice and Lednice), also deserves greater extension in ornamental gardening.*

**Keywords:** *Magnolia x pruhoniciana, Magnolia obovata, Magnolia tripetala.*

**Anotace**

*Při studiu biologie křížence *Magnolia obovata* x *M. tripetala* (syn. *Magnolia x pruhoniciana* ined.) a jeho rodičovských druhů bylo zjištěno rozšíření rostlin rostoucích v ČR a dalších státech. Přiblížena je otázka determinace a evidence rostlin, zmínky o kříženci v literatuře. *Magnolia tripetala* je v ČR pěstována častěji, s přihlédnutím na větší prostorové nároky lze doporučit větší rozšíření sadovnický hodnotnější *Magnolia obovata*. Kříženec těchto druhů je dosud pěstován jen omezeně (v ČR zmínky v literatuře k zámeckým parkům v Průhonících a Lednici, křížence lze zaznamenat i na dalších místech), zasluhuje též větší rozšíření v sadovnictví.*

**Klíčová slova:** *Magnolia x pruhoniciana, Magnolia obovata, Magnolia tripetala.*

**ÚVOD**

*Magnolia obovata* původem v Japonsku a *M. tripetala* původem v Severní Americe jsou v ČR vzácně pěstovanými druhy - pěstovány jsou ale jak v arboretech či v zámeckých

parcích, tak i na soukromých zahradách a ve veřejné zeleni. Zhruba 120 jedinců křížence těchto druhů roste v Průhonickém parku (umělé křížení V. Keskeviče a výsadby v roce 1952), spontánní hybridizací vzniklí kříženci jsou popsáni z Arnoldova arboreta (USA, Spongberg 1976 první dostupná publikovaná zmínka o této hybridní kombinaci a popis v Spongberg et Weaver 1981). Zmíněné druhy jsou nezdědka zaměňovány (druhy jsou zaměnitelné a další záměny plynou z chybné determinace podle rostlin chybně determinovaných), jsou u nás odolné a lze je doporučit k častějším výsadbám. Vzhledem k interkontinentálnímu rozšíření *Magnolia obovata* a *M. tripetala* nechybí zmínky o dané hybridizaci ani v zahraniční literatuře zaměřené na popis fylogenetických vztahů. O rostlinách pěstovaných v ČR by mělo být lepší povědomí (u nás zmínky v sadovnické literatuře). Nutno podotknout, že úspěšné křížení magnólií je podmíněno znalostí specifické květní biologie (rozlišování kritických fází) a vhodným způsobem stratifikace hybridních semen, proto kříženců F1 generace je pěstováno jen omezené množství (křížení V. Keskeviče a J. Jakla). Kříženec je označován též jako kultivar *Magnolia* 'Silver Parasol' a Jakl, Štěpánek a Burda navrhuji pro tento taxon v rámci botanické klasifikace užívání jména *Magnolia x pruhoniciana*.

#### CÍL A METODIKA

Cílem bylo zjištění rozšíření křížence *Magnolia obovata* x *M. tripetala* v ČR a okolních státech a prověřit též zmínky v literatuře. Determinace rostlin vychází ze znaků určených morfologickou analýzou v Jakl (2005) jako spolehlivé - počet měchýřků v souplodí či počet jizev po tyčinkách na stopkách souplodí, výskyt laločnatých listů, délka zobánků na měchýřcích, barva pestíků a řapíku listu, rýhovitost semen, ev. vůně květů. Spolehlivá determinace rostlin může narážet na problém dostupných generativních orgánů – souplodí a květů.

#### VÝSLEDKY A DISKUSE

Na území ČR jsou pěstovány *Magnolia obovata*, *M. tripetala* a jejich kříženec. Rostliny křížence rostoucí v Průhonickém parku z výsadeb z r. 1952 jsou vzácně využívány jako zdroj pěstebního materiálu v soukromých zahradách, ale rovněž se dostaly např. do belgického arboreta Herkenrode. Novější křížení (včetně zpětných křížení) prováděl v letech 2002 až 2004 Jakl (několik semenáčů z těchto křížení bylo distribuováno dále). V soukromých zahradách je častěji pěstována *Magnolia tripetala*, s uvážením větších prostorových nároků lze doporučit použití *Magnolia obovata* a křížence do okrasných výsadeb. Zmínky o kříženci nechybí ani v odborné literatuře. Dobrá životaschopnost křížence

dokládá blízkou evoluční příbuznost rodičovských druhů. Zmínit lze konkrétní místa pěstování křížence.

Průhonický park: Původně dle Svoboda (1967) vysazeno 151 rostlin, v současnosti v parku roste asi 121 rostlin. Ztráty zde naposledy napáchal v lednu 2007 orkán Kyrill (zasaženy 4 rostliny). Kromě F1 kříženců zde byly pěstovány i dvě rostliny předpokládané F2 generace (postižení suchem v r. 2003). Správa parku zvažuje nutné prořezání porostů vzrostlých jedinců (osobní sdělení průhonického dendrologa J. Burdy v r. 2008).

Lednice: Karpiš (1964) zmiňuje výsadbu v roce 1955 dvou rostlin u Benátské kašny původem z Průhonic. Další rostliny rostly i v parku (v roce 2002 tři rostliny, v roce 2004 již jen dvě rostliny). U Benátské kašny se také vysazovala v nedávné době mladá rostlina křížence vypěstovaného ze semen kříženců v Průhonicích (F2 generace) - rostlina v době poslední návštěvy v roce 2004 poněkud trpěla přílišným osluněním (vedlejší rostlina z 50. let toto období překonala díky prasklému vodovodnímu potrubí).

Opakovaně vysazené byly rostliny křížence v areálu pražské ZOO, dnes zde neroste ani jeden kříženec. V roce 2001 bylo dle místní správy rostlinám 12 let, byly zde dvě skupiny - mladší (5 rostlin) a starší (3 rostliny, plodící), mezi hybridy (F2) byly údajně i botanické druhy. Mladší skupina podlela suchům v roce 2003. V roce 2004 (po povodních v roce 2002) zde byla nová výsadba druhé skupiny (posléze likvidace při přestavbě areálu).

Několik rostlin křížence lze zaznamenat i na soukromých zahrádkách. Předpokládaný kříženec roste v Průhonice - Chotobuz, č.p.170 (rostlina bohužel prakticky neplodí, problém je tedy s bezpečnou determinací). Průhonický dendrolog J. Burda uvádí křížence ve Vlachově Březí a v Praha – Petrovice (neověřeno). Semena křížence z průhonických kříženců distribuoval ve 20. století průhonický dendrolog M. Kučera (osobní sdělení 2006), příležitost k šíření kříženců mají i samotní návštěvníci parku.

Semena z průhonických kříženců se dostala i do belgického arboreta Herkenrode. Zmínky o křížencích uvádí katalog Anonymous (2007). Při osobní návštěvě v roce 2007 byla pořizena fotodokumentace rostlin i s evidenčními čísly. Evidentně ve výsadbě původem z Průhonic bylo použito semen z více stromů a rostliny vedené jako kříženci jsou i např. jen *Magnolia tripetala* - jedinec 93163 A a 93163 B. Další problém je i s označováním rostlin *Magnolia officinalis*, *M. bioloba* a *M. obovata*. Dle místního dendrologa Koena Camelbeke determinace vycházela z laločnatosti listů (velikost laloků, frekvence laločnatých listů) a prostého úsudku. Přesto pokud jde o rostliny průhonického původu, poznatelní kříženci jsou čtyři (+možná HKR 93.195). V Hunt 1998 je na obr. 116 vyfotografováno několik rostlin v roce 1996 ze semen z Průhonic z r. 1988. Rostliny jsou označeny HKR 93.195 a připomínají porost

rostlin s označením 99223 B (podle katalogu arboreta by mělo být šest jedinců *M. officinalis* ze Sichuanu). Na titulní straně Magnolia (2004) 39 (76) je vyfotografován kříženec, ovšem v daném čísle označený jako *Magnolia macrophylla* (92209). V errata Magnolia (2005) 40 (77): 30 je pak uvedeno, že šlo o *M. obovata* (se souplodím vedle, odhadem počet měchýřků 120, spíše se tak lze přiklonit, že jde o křížence - podle fotografie tak na 75%). Uvedena je zde celá fotografie, kde je vedle původního květu ještě květ označený za křížence z Průhonic. Určení *M. obovata* patrně vyšlo z přesvědčení, že tento druh má větší souplodí, v daném případě jen vyvinutější (patrně by ovšem nedozrál). V katalogu arboreta 2007 jedinec 92209 není uveden.

Tab. 1. označení a vlastní determinace rostlin rostoucích v arboretu Herkenrode.

| Evidenční označení | Popsáno                          | Vlastní determinace    | Poznámky       |
|--------------------|----------------------------------|------------------------|----------------|
| 93164C             | <i>M. x pruhoniana</i>           | + 2x                   |                |
| 74008              | <b>M. biloba</b>                 | +                      |                |
| 93164C             | <i>M. x pruhoniana</i>           | +                      |                |
| 93164B             | <i>M. x pruhoniana</i>           | +                      |                |
| 93163A             | <i>M. x pruhoniana</i>           | - <i>M. tripetala</i>  |                |
| 93163B             | <i>M. x pruhoniana</i>           | - <i>M. tripetala</i>  |                |
| 99223B             | <i>M. officinalis</i>            | +                      |                |
| 92209              | <i>M. macrophylla/M. obovata</i> | - <i>M. pruhoniana</i> | jen literatura |
| 93195              | <i>M. x pruhoniana</i>           | +                      | jen literatura |
| 99223B             | <b>M. officinalis</b>            | +                      |                |

Ve vlastní determinaci + vlastní analýza potvrzuje správnou determinaci, - správnou determinaci nepotvrzuje (správně dále), v poznámkách jen literatura znamená seznámení s rostlinou jen v literatuře (nikoli fyzické s.).

Bez vztahu k ČR jsou rostliny pěstované v USA. Zde nevznikl kříženec umělou hybridizací (rodičovské druhy byly pěstovány blízko sebe), patrně bylo zapotřebí jen ošetření semen. Spongberg (1981) zmiňuje pěstování tohoto taxonu v Arnoldově arboretu, pod označením *Magnolia hypoleuca* (= *M. obovata*) byli kříženci šířeni i do Hunnewell Estate (Massachusetts). *Magnolia* 'Silver Parasol' je dosud v katalogu Arnoldova arboreta online (3 rostliny).

Kříženci *Magnolia obovata* x *M. tripetala* jsou uváděni i ve Švédsku. Zmínky nalzáme ve Flinck (1985) ve vztahu k zahradě T. Widenfalka. Dále Carlsson (2006) zmiňuje složitou hybridní kombinaci s užitím matematických závorek *Magnolia* {*tripetala* x (*tripetala* x *obovata*)} x *M.* {*tripetala* x *officinalis*}. Kříženci by měly být pěstovány na jihozápadě Švédska - Skålinge. V e-mailové komunikaci v roce 2007 Carlsson uvádí, že rostliny *Magnolia obovata* x *M. tripetala* plodí dobře a semena jsou fertilní. Rostliny označované též



jako *Magnolia* 'Silver Parasol' rostoucí v Kivik údajně více připomínají *M. tripetala*, ale voní více jako *M. obovata*, tyčinky mají více červené než *M. tripetala*.

Problematika hybridizace *Magnolia tripetala* a *M. obovata* je zmiňována jak v zahraniční, tak domácí literatuře. Ze zahraniční literatury je nutno zmínit několik článků v časopise *Magnolia* (the Journal of The Magnolia Society, Newsletter of the American Magnolia Society). Dle soupisu v "Index 2000", zasláno členům The Magnolia Society, dokumentujícího zmínky o jednotlivých taxonech ve svazcích 1-66 je kříženec zmiňován ve Vašák (1973), McDaniel (1975), McDaniel (1980), McDaniel (1981), Savage (1981), Fogg et Tredici (1984), Flink (1985). Práce Vašák (1973) je první zmínkou o kříženci v zahraniční literatuře, vztahuje se k rostlinám rostoucím v Průhonických a problému jejich hodnocení pro dosud nízký věk.

V zahraniční literatuře je pak hybridizace *Magnolia tripetala* x *M. obovata* dále zmiňována v následujících zdrojích:

\*Spongberg S. A. (1976): Křížení *Magnolia tripetala* x *M. hypoleuca* je vyznačeno v ilustračním diagramu.

\*Spongberg et Weaver (1981): Článek věnovaný popisu *Magnolia* 'Silver Parasol', tedy *Magnolia tripetala* x *M. obovata*.

\*Callaway D. J. (1994): Na straně 257 zmíněna *Magnolia* 'Silver Parasol'.

\*Qiu et al. (1995): Na straně 1586 zmíněno, že křížení *Magnolia tripetala* a *M. obovata* dává vznik vitálním křížencům, zatímco kříženci *M. tripetala* a *M. fraseri* jsou méně vitální (dosud nepublikované údaje autorů článku - Qiu et Parks). Přestože kříženci *M. macrophylla* a *M. obovata* literatura uvádí, autoři článku nebyli v křížení těchto druhů úspěšní.

\*Qiu et al. (1995a): Na straně 1593 podobný závěr jako v článku Qiu (1995).

\*Figlar R. B. (1997): Zmínky o vitalitě kříženců sekce *Rytidospermum* (včetně *M. obovata* a *M. tripetala*).

\*Hunt D. (1998): Spoelberch uvádí jedince hybridního původu pěstované z průhonických semen v Herkenrode (Belgie), Spongberg popisuje křížence v informacích u *M. obovata* (mylný údaj o pěstování kříženců v Polsku).

\*Kim et al. (2001): Na straně 726 je diskutováno fylogenetické postavení *M. tripetala* a zmíněna je zde i její hybridizace s *M. obovata*.

\**Magnolia* (2004) 39 (76): Na přední straně časopisu vyfocena magnolie popsaná jako *M. macrophylla* z Herkenrode, ale jedná se evidentně o *Magnolia obovata* x *M. tripetala*, což autor na e-mailový dotaz posléze potvrdil. Jedná se údajně o jeden z pěti semenáčů

vypěstovaných z průhonických semen kříženců a možná i čisté *M. obovata*. Autor zaslal i další fotografii květů třech jedinců.

V domácí literatuře je kříženec zmiňován ze zámeckých parků v Průhonicích a Lednice, na výskyt kříženců v pražské ZOO naráží Jakl (2004).

\*Hieke K. (1960): strana 202: "Robustní, poměrně mladé magnolie jsou také soliterně umístěné za benátskou kašnou. Svým bujným vzrůstem a mohutným olistěním vyniká hlavně kříženec *M. obovata* Thunb. x *M. tripetala* L. Listy jsou nezvykle veliké a na podzim se barví nápadně tabákově hnědě."

\*Karpíš K. (1964): "Jistě bude zajímavé povšimnout si u šácholanu jeho vlhkomilnosti. V Lednickém parku byly před devíti roky vysazené dva exempláře kříženců *M. hypoleuca* x *M. tripetala*. Pod jedním prasklo vodovodní potrubí a tento šácholan dosáhl již dnes výšky 6,5 m, naproti tomu jeho nedaleký soused dnes měří 3,5m. Není to jen samotná výška, ale i celkový habitus nasvědčuje o blahodárnosti půdní vlhkosti. Ve velikosti listů nejsou tak velké rozdíly, dosahují délky 20-35 cm u obou, roční přírůstky a hlavně velikost pupenů jsou u zavlažovaného daleko větší."

\*Svoboda F. a kol. (1967): Údaje o křížení *M. obovata* a *M. tripetala*, lokalizace kříženců v Průhonickém parku.

\*Piro B. (1973): Přesný obsah nezjištěn, odkaz na tuto práci uvádí Hieke (1976).

\*Hieke K. (1976): Uvedena *M. obovata* Thunb. x *M. tripetala* L. v Lednici.

\*Hieke K. (1984a): Lokalizace křížence v Lednickém parku.

\*Hieke K. (1985) a Hieke K. (1984): Zmínky o kříženci zde nenalzáme, jedná se však o stěžejní dendrologické publikace.

\*Roudná M. (1985): strana 54: "Na Zámecké vyhlídce v první části parku a na Hřebenu byly vysazeny rostliny získané křížením šácholanu obvejčitého a šácholanu trojplátečného (*Magnolia hypoleuca* x *M. tripetala*) inženýrem Keskevičem v roce 1952."

\*Roudná M. (1993): strana 41: "Šácholan obvejčitý (*Magnolia hypoleuca* S. & Z.). Šácholan trojplátečný (*Magnolia tripetala* L.). Kříženec posledních dvou druhů, získaný inž. Keskevičem v r. 1952."

\*Novák Z. (1999): Kříženec lokalizován na plánu lednického zámeckého parku (číslo 96).

\*Pacáková-Hošťálková et al. (1999): strana 485: "Cenné jsou další druhy: japonská magnolie opakvejčitá (*M. obovata*), americká magnolie tříplátečná (*M. tripetala*), ev. jejich kříženci s velkými, bílými a vonnými květy."

- \*Jakl J. (2004): Lokalizace pěstování křížence v ČR, informace o jeho pojmenování, fotografie květu.
- \*Jakl J. (2005): Fotografie květu křížence a popis květní biologie.
- \*Jakl J. (2005a): Diplomová práce věnovaná projevům hybridizace *Magnolia obovata* x *M. tripetala*.
- \*Jakl J. (2008): Testování atraktantů květů pro drobné opylující brouky. Užity i květy *Magnolia obovata* x *M. tripetala*.
- \*Jakl J. (2008): Zobecňující příspěvek vychází z možnosti multimediální dokumentace hybridizace *Magnolia obovata* x *M. tripetala*.
- \*Jakl J. (2008): Zobecňující příspěvek k problematice biologie pěstovaných a introdukovaných rostlin. Vychází ze zkušeností s hybridizací *Magnolia obovata* x *M. tripetala*.

## ZÁVĚR

Kříženec *Magnolia obovata* x *M. tripetala* je ve srovnání s rodičovskými druhy pěstován velmi vzácně. Tito kříženci jsou dosud pěstováni a literatura je zmiňuje zejména v Průhonickém parku, zámeckém parku v Lednici na Moravě, Arnoldově arboretu (USA), arboretu Herkenrode (Belgie), zmínky jsou i o několika místech ve Švédsku. Kříženec má velkou sadovnickou hodnotu, doporučit lze jeho větší rozšíření, stejně tak jako exoticky vypadajících rodičovských druhů.

## Literatura

- ANONYMOUS, 2007. Catalogue of Woody Plants growing at Arboretum Wespelaar and the private garden of Herkenrode. Arboretum Wespelaar. URL:  
[http://www.arboretumwespelaar.be/Pdf/Catalogue%20JO%20Name\\_2007.pdf](http://www.arboretumwespelaar.be/Pdf/Catalogue%20JO%20Name_2007.pdf).
- CALLAWAY D. J., 1994. The World of Magnolias. Timber Press, Portland, Oregon.
- CARLSSON B., 2006. Growing magnolias in southwestern Sweden. *Magnolia* 41 (79): 1-7.
- FIGLAR R. B., 1997. Molecular analysis: A new look at umbrella magnolias. *Arnoldia* 57(4): 22-29.
- FLINCK K., 1985. Swedish magnolia growing. *Magnolia* 21 (1): 27-28.
- FOGG J. JR., TREDICI P., 1984. Recently registered magnolia cultivars. *Magnolia* 20 (1): 15-20.
- HIEKE K., 1960. Stromy, keře a byliny zámeckého parku v Lednici na Moravě. *Acta Dendrologica Československa* II: 197-236.

- HIEKE K., 1976. Dřeviny zámeckých parků Jihomoravského kraje. Aktuality VŠÚOZ v Průhonicích.
- HIEKE K., 1984a. Dřeviny českých a moravských zámeckých parků. Aktuality VŠÚOZ v Průhonicích.
- HIEKE K., 1984. České zámecké parky a jejich dřeviny. SZN Praha.
- HIEKE K., 1985. Moravské zámecké parky a dřeviny. SZN Praha.
- HUNT D., 1998. Magnolias and their allies. The International Dendrology Society and the Magnolia Society, Milborne Port.
- JAKL J., 2004. Magnólie - nevinná a půvabná. Živa 1: 20-22.
- JAKL J., 2005. Tajemství magnoliových květů. Živa 3: 110-111.
- JAKL J., 2005a. Diplomová práce Pěstované magnólie *Magnolia* sect. *Rytidospermum* Spach. – projevy hybridizace *Magnolia obovata* x *M. tripetala* (diplomová práce PřF UK v Praze).
- JAKL J., 2008. Hypotéza automimiker u rodu *Magnolia* a její testování z pohledu chemických atraktantů. COYOUS 2008 – Konference mladých vědeckých pracovníků: 171-182.
- JAKL J., 2008. Multimediální dokumentace hybridizace *Magnolia obovata* x *M. tripetala*. Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany SAV 2008.
- JAKL J., 2008. Problematika biologie pěstovaných a introdukovaných rostlin. Mezinárodní konference botanických zahrad.
- KARPIŠ K., 1964. Šácholany. Živa XII (L) 4: 136-137.
- KIM S., MARK W. C., PARKS C. R., 2001. Phylogenetic relationships in family *Magnoliaceae* inferred from ndhF sequences. American Journal of Botany 88: 717-728.
- MCDANIEL J., 1975. Hybridizing section *Rytidospermum*. Magnolia 11 (1): 9-11.
- MCDANIEL J., 1980. Wilson's magnolias in America. Magnolia 16 (2): 27-30.
- MCDANIEL J., 1981. Native US magnolias. Magnolia 17 (1): 21-24.
- NOVÁK Z., 1999. Zámecký park v Lednici. Památkový ústav v Brně.
- Pacáková-Hošťálková B., Petřů J., Riedl D., Svoboda A. M., 1999. Zahrady a parky v Čechách, na Moravě a ve Slezku. Libri.
- PIRO B., 1973. Původ, rozšíření, sadovnická a biologická hodnota exotů Lednicko-Valtického areálu. kandidátská disertační práce VŠZ Lednice.
- QIU Y.-L., CHASE M. W., PARKS C. R., 1995. A chloroplast DNA phylogenetic study of the eastern Asia-eastern North America disjunct section *Rytidospermum* of *Magnolia* (*Magnoliaceae*). American Journal of Botany 82: 1582-1588.

- QIU Y.-L., PARKS C. R., CHASE M. W., 1995a. Molecular divergence in the eastern Asia-eastern North America disjunct section *Rytidospermum* of *Magnolia* (*Magnoliaceae*). *American Journal of Botany* 82: 1589-1598.
- ROUDNÁ M., 1985. Park Průhonice. Academia, Praha.
- ROUDNÁ M., 1993. Stromy - význam a využití. BÚ ČSAV.
- SAVAGE P. JR., 1981. The meeting at Harvard. *Magnolia* 17 (2): 3-6.
- SPONGBERG S. A., 1976. Some old and new interspecific magnolia hybrids. *Arnoldia* 36: 129-145.
- SPONGBERG S.A., WEAVER R. W., 1981. 'Silver Parasol': A new magnolia cultivar. *Arnoldia* 41 (2): 70-77.
- SVOBODA F. a kol., 1967. Botanická zahrada ČSAV v Průhonicích - přehled dřevin pěstovaných v parku v letech 1885-1965. *Zprávy BZ ČSAV Průhonice* 3: 138-140.
- VAŠÁK V., 1973. *Magnolia hypoleuca* in nature and in cultivation. *Magnolia* 9 (1): 3-6.

---

**Kontaktní adresa:**

**Mgr. Jiří Jakl**, Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Kamýcká 129, Praha 6 – Suchbátka, PSČ 16500, e-mail: jirijakl@seznam.cz, tel. 776877565.

---

## INTRODUKCE A VYUŽITÍ *MAGNOLIA* SECT. *RYTIDOSPERMUM* SPACH V SADOVNICTVÍ

### INTRODUCTION AND UTILIZATION OF UMBRELLA MAGNOLIAS IN ORNAMENTAL GARDENING

Jiří Jakl, Václav Bažant

*Katedra dendrologie a šlechtění lesních dřevin, Fakulta lesnická a dřevařská, Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 129, CZ-165 21 Praha 6, jirijakl@seznam.cz, bazant@fd.czu.cz*

#### Abstrakt

V rodě *Magnolia* došlo ke změně pojetí sekce *Rytidospermum*. Tradičně byl tento taxon charakterizován jako druhy s velkými listy uspořádanými do vějířů – „deštníků“ („umbrella magnolias“). Původem americké druhy kromě *Magnolia tripetala* byly ze sekce vyjmuty, tyto druhy se však s výjimkou jednoho výskytu *M. macrophylla* v ČR nepěstují. Nově jsou do sekce řazeny druhy dřívě samostatné sekce *Oyama*, kterým příspěvek věnuje pozornost – mají listy nevelké, ne deštníkovitě uspořádané a mají i odlišný vzrůst (menší vzrůst a tenčí letorosty). V ČR je častěji pěstovaná americká *Magnolia tripetala* než japonská *M. obovata*, významný je výskyt kříženců těchto druhů v zámeckých parcích v Práhoních (vůbec první umělé křížení těchto druhů na světě) a v Lednici. Pro bezpečnou determinaci daných druhů lze využít znaky na generativních orgánech. Vlastní studium určilo, že zejména počty tyčinek a pestíků v květech, považmo jizev po tyčinkách a měchýřků tvořících souplodí, tyto druhy jednoznačně odlišují a vypovídají o intermediaritě křížence. Důležitým znakem je též výskyt laločnatých listů příznačný pro *M. obovata* a jejího křížence. Deštníkovité magnolie se v sadovnické kompozici uplatní především jako solitérní dřeviny s hrubou texturou a dominantním postavením v porovnání s běžnými dřevinami. Svoje místo vedle parkové zeleně mohou také naléznout na chráněnějších stanovištích – ve vnitroblocích a atriové zeleni, kde mohou svoji svěží barvou listu přispět k jejich oživení. Pro svoji relativní citlivost k nepříznivým vlivům (sucho, extrémní stanovištní podmínky, exhalace, solení aj.) je nelze doporučit do uliční a sídlištní zeleně.

**Klíčová slova:** *Magnolia* sekce *Rytidospermum*, introdukce

#### Abstract

There was a change in the concept of *Magnolia* section *Rytidospermum*. Traditionally, this taxon has been characterized as a species with large whorled leaves (“umbrella magnolias”). American species except *Magnolia tripetala* were removed from the section. These species, with the exception of one *M. macrophylla*, are not cultivated in the Czech Republic. Species of previously separate section *Oyama* join to section *Rytidospermum*. There is not paid attention themselves, because they have small leaves, not whorled leaves and have the distinct increase (smaller size and thinner herbaceous). In the Czech Republic is cultivated more often *Magnolia tripetala* than *M. obovata*. There is noted the presence of hybrids of these species in castle parks in Práhonice (the first artificial breeding of these species in the world) and Lednice. For good determination of the species can be used characters of generative organs. Self study determined, that number of stamens and pistils in flowers (respectively number of stamen scars and vesicles forming the fruits) clearly distinguish the species and reveal intermediarity of hybrids. An important feature is also the presence of bilobed leaves in *M. obovata* and its hybrids. Umbrella Magnolias in composition apply mainly as solitary trees with rough texture and dominant position in comparison with conventional trees. They can find place also in the park greenery at protected habitats, where they can contribute to their recovery. For their relative sensitivity to adverse effects (drought, extreme habitat conditions, exhalation, salting, etc.) are not recommended for street and settlement greenery.

**Key words:** *Magnolia* section *Rytidospermum*, introduction

#### ÚVOD

Jako „deštníkové magnolie“ („umbrella magnolias“) lze označit druhy původně řazené do *Magnolia* sect. *Rytidospermum* Spach. Pojetí tohoto taxonu se ovšem v poslední době poněkud změnilo. Typovým druhem vymezené sekce je *M. tripetala*, která byla spojována s dalšími druhy s velkými listy uspořádanými na koncích letorostů do vějířů/deštníků. Srovnání druhů s využitím molekulárních markerů (Qiu et al., 1995; Kim et al., 2001; Azuma et al., 2001) však svědčí o nepříbuznosti nominální podsekke *Rytidospermum* ke dvěma americkým podsekkám – dnes (viz Figlar & Nootboom, 2004) samostatným a sobě rovněž nepřímo příbuzným sek-

cím – *Magnolia* sect. *Auriculata* Figlar & Noot. (*Magnolia fraseri*, *M. pyramidata*) a *Magnolia* sect. *Macrophylla* Figlar & Noot. (*Magnolia macrophylla*, *M. ashei*, *M. dealbata*). Potvrzena byla blízká příbuznost americké *Magnolia tripetala* s dalšími deštníkovými asijskými magnoliemi – společně jsou řazeny do podsekke *Rytidospermum* (*Magnolia obovata*, *M. officinalis*, *M. biloba*, *M. rostrata*). Do sekce *Rytidospermum* jsou nově řazeny druhy vyčleňované do (sekce), dnešní podsekke *Magnolia* subsect. *Oyama* (Nakai) Figlar & Noot. (*Magnolia globosa*, *M. sieboldii*, *Magnolia sieboldii* ssp. *japonica*, *Magnolia sinensis*, *M. wilsonii* – řada uvedených druhů je klasifikovaných spíše jako poddruhy či variety).

Původní vymezení sekce *Rytidospermum* a samostatné sekce *Oyama* spojovalo druhy podobného sadovnického využití. Pro praktické potřeby lze doporučit užití označení „deštníkové magnólie“ právě pro druhy původně řazené do sekce *Rytidospermum* s asijskoamerickou podsekcí *Rytidospermum* (podsekcí *Auriculata*, *Macrophylla*, *Rytidospermum*). Spojení druhů s původně samostatnou sekcí *Oyama* má opodstatnění v otázce dobré křížitelnosti, neboť druhy jsou si blíže příbuzné. Tento příspěvek vychází z tradičního pojetí sekce *Rytidospermum* (umbrella magnolias), tedy bez sekce *Oyama* a naopak se sekcemi *Auriculata* a *Macrophylla*.

Všechny přirozené taxony sekce *Rytidospermum* byly patrně pro sadovnické účely využity, jejich význam je různý. Rozdíl v využití jsou i mezi jednotlivými zeměmi – např. *M. macrophylla* je častěji pěstována v USA, v ČR se pěstuje výjimečně (bot. zahrada v Praze-Troji, zkušební výsev arboretum Kostelec n. Č. l.), některé druhy se pěstují méně (*M. rostrata*, *M. dealbata* – tyto druhy obvykle v základní dendrologické literatuře uváděny nebývají – Schneider, 1906; Rehder, 1927; Eiselt et Schröder, 1977; Bärtels, 2000; Pilát, 1953; Hieke, 1997; Koblížek, 2000; dále Hillier, 1973; Krüssmann, 1977 neuvádí *M. dealbata*). Známé jsou i některé kultivary a kříženci, pro sadovnické účely rovněž vhodné (viz MSI 2001) – kultivary *M. macrophylla* ‘Holy Grail’, ‘Julian Hill’, ‘Sara Gladney’, ‘Whoper’ a *M. tripetala* ‘Bloomfield’. Kultivary se liší velikostí některých orgánů jako jsou květy či listy, lze potvrdit výskyt pestrolistých rostlin rostoucích v Dendrologické zahradě v Průhonících. Existují však i kultivary hybridního původu.

Dle Svobody (1981) se první záznam k introdukcí *Magnolia obovata* v Evropě datuje k roku 1865, k introdukcí do ČR 1880 (Sychrov). K introdukcí *M. tripetala* se pak první záznam datuje k roku 1752, k introdukcí do ČR k roku 1844 (Praha-Královská obora).

Literární údaje o rozšíření introdukovaných dřevin v zámeckých parcích vycházejí z dendrologického průzkumu probíhajícího v letech 1965–1981. Jeho výsledky byly publikovány ve Vědeckých pracích VÚOZ v letech 1965, 1967 a 1970, v práci Hiekeho (1984, 1984a). Konkrétně pěstování deštníkových magnólií zmiňuje Hieke (1984) *Magnolia obovata* v Žinkovách, *M. tripetala* v Hluboké nad Vltavou a Průhonících. Hieke (1985) uvádí *M. obovata* v Břežanech u Znojma. Dále Hieke (1984a) uvádí *Magnolia obovata* x *M. tripetala* v Lednici, *M. tripetala* ve Velkém Březně – nový zámek (sporný případ), *Magnolia obovata* ve Velkých Losinách a Kroměříži – zámek. Podrobněji se pěstování a zmínkám v literatuře křížence *Magnolia obovata* x *M. tripetala* věnuje Jakl (2009).

Pro introdukcí jsou doporučeny *Magnolia fraseri*, *M. macrophylla*, *M. obovata* a *M. tripetala* (výběr v Koblížek, 2000). Hieke (1994) tyto druhy řadí mezi druhy v našich zimních podmínkách odolné, méně odolná je *M. ashei*, již choulolistivé jsou *M. officinalis*, *M. biloba* a *M. pyramidata*. Podle Coveira (2004) však mají *M. officinalis* a *M. biloba* i *M. pyramidata* odolnost ve stupních USDA 5B-8, stejně jako třeba *M. obovata*. Také pěstovaná rostlina *M. biloba* v drážďanské botanické zahradě zdá se být odolná. Druhy považované za již choulolistivé mohou být ve skutečnosti dosti odolné. Pro dobrou odolnost druhů sekce *Rytidospermum* svědčí i jejich geografické rozšíření. Jde o nejseverněji se vyskytující druhy magnólií (FNA, 2008, Vašík, 1973).

64

Cílem práce bylo zhodnocení vlastností významných pro sadovnickou tvorbu u druhů tradičně řazených do sekce *Rytidospermum* (tedy „deštníkových magnólií“), zhodnocení jejich využití v sadovnictví a rozšíření těchto druhů v introdukčních podmínkách. Cílem bylo i vyšetření kvantitativních znaků na generativních orgánech, které odlišují *Magnolia obovata* od *M. tripetala* a jejich křížence.

## MATERIÁL A METODIKA

V introdukčních podmínkách ČR byly determinovány rostliny deštníkových magnólií a zaznamenána jejich lokalizace. Jako unikátní sbírkový druh byla ověřena *Magnolia macrophylla* ve veřejnosti nepřístupné části botanické zahrady Praha-Troja. Další výskyt tohoto druhu u nás nezmiňuje ani dendrologická literatura, větší význam u nás mají *Magnolia obovata*, *M. tripetala* a jejich křížence. Determinace těchto druhů vycházela z komplexu dostupných znaků stanovených v Jakl (2005a) jako bezpečné či spolehlivé (v druhém případě je těžké rozeznat jeden botanický druh od jeho křížence). Konkrétně šlo zejména o znaky: odění a barva listů (*M. obovata* listy na rubu sivozelené, *M. tripetala* světle zelené), vůně květů (u *M. tripetala* nepříjemná vůně), výskyt laločnatých listů na letorostech (u *M. obovata* a křížence přítomny i laločnaté listy) a zejména počet tyčinek v květu (resp. jizev po tyčinkách na stopkách souplodí) a počet pestíků (resp. měchýřků tvořících souplodí).

Byly určeny vlastnosti významné pro sadovnickou tvorbu na základě zkušeností se sadovnickou tvorbou a pozorovaných vlastností pěstovaných rostlin.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Zástupci sekce vzhledem ke svým nahlučeným listům na koncích letorostů, velkým květům (byť méně nápadných proti druhům kvetoucím před olistěním) a pro většinu lidí netradičním souplodím působí v Evropě exotickým dojmem (souplodí i listy mohou být využity i do květinových vazeb). Druhy za splnění určitých předpokladů nejsou příliš náročné na životní podmínky, kladou si ale nemalé nároky na prostor (rostliny jsou rozměrné). S nimi lze počítat spíše do velkých zahrad a parků. Používají se jako vzácnější dekorativní dřeviny v nižších polohách a na chráněných stanovištích s dobrou, hlubokou, dobře propustnou, humusovitou a mírně kyselou půdou s dostatkem vláhy. Hurych (1996). Snázejší městské klima (u *M. obovata* zmiňuje Kavka, 1995).

Deštníkovité magnólie se v sadovnické kompozici uplatní především jako solitérní dřeviny s hrubou texturou a dominantním postavením v porovnání s běžnými dřevinami. Svoje místo vedle parkové zeleně mohou také nalézt na chráněnějších stanovištích – ve vnitroblocích a atriové zeleni, kde mohou svoji svěží barvou listů přispět k jejich oživení. Pro svoji relativní citlivost k nepřítznivým vlivům (sucho, extrémní stanovištní podmínky, exhalace, solení aj.) je nelze doporučit do uliční a sídlištní zeleně.

V našich zahradách a parcích se zatím můžeme setkat pouze s *M. obovata*, *M. tripetala* a jejich křížencem. Tyto druhy jsou

nezřídka zaměňovány, přitom nejčastěji se lze setkat s pěstovanou *M. tripetala*. Tento druh je podle Nekolové (Nekolová, 2004) ze sadovnického hlediska málo významný, zatímco *M. obovata* je druhem středně významným. Pacíková (1999) tyto druhy a jejich křížence považuje za cenné. Cover (2004) zmiňuje u *M. tripetala* její kritiku pro neovonné květy a hrubé, bytí bujně olistění. *Magnolia tripetala* údajně preferuje světlo nebo částečný stín, ale je schopna růst i na plném slunci, pokud je zaručena vlhkost stanoviště. Odolnost podle USDA je udávána (4), 5–8, vzrůst do zhruba 9 metrů. *Magnolia obovata* má květy vonné, atraktivní olistění, odolnost USDA 5B-8, vzrůst do 30 metrů (v kultuře do 20 m). Preferuje ochranu jiných stromů, nemá ráda chudé a suché půdy (za optimálních podmínek přirůstá až 0,9 m/rok). Toleruje světlo nebo částečný stín v mládí, ale potřebuje více přímého světla pro dobré kvetení ve stáří.

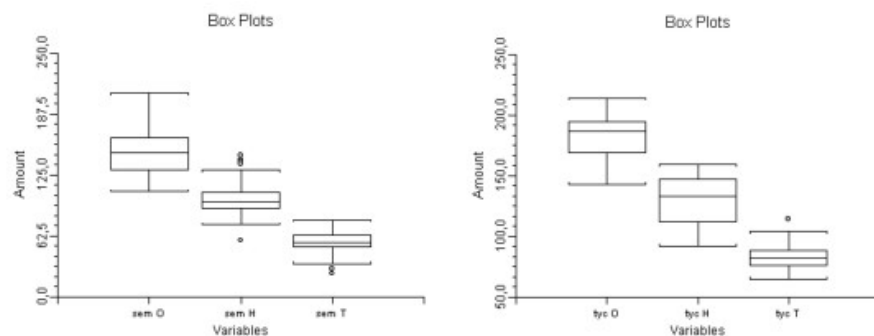
Výjimečný je křížec *Magnolia obovata* × *M. tripetala*, pocházející z křížení V. Keskeviče v Průhoncích v roce 1952. Je dosud pěstován omezeně (viz dále introdukce a rozšíření), ale má dobré vlastnosti z hlediska sadovnického využití, v některých ohledech lepší než jeho rodičovské druhy. Tento taxon vyniká krásným olistěním (listy nevybledávají během vegetační sezóny tolik jako u *M. tripetala*), má krásné voňavé květy (u *M. tripetala* květy už nevoní příjemně), rozměry stromu mohou vyhovovat i omezenějším možnostem prostředí (ne vždy velké rozměry jako u *M. obovata*). Vašák (1973) však uvádí neovonné květy a malou dekorativnost křížence proti rodičovským druhům. Způsob pěstování (odstraňování výhonů konkurujících výhonu hlavnímu), půdní poměry (vzdušná,

vlhká, humózní půda × těžká, suchá, nevyživná půda) a zástin okolního korunového patra rozhodují o velikosti a habitu rostlin („vysoké koště“ × stromová solitéra s košatou korunou × nevelká prosychající rostlina). Křížec je vitální, jeho odolnost v našich klimatických podmínkách je patrně stejně dobrá jako jeho rodičovských druhů, z estetického hlediska je atraktivní (zejména solitérní rostliny), proto lze doporučit jeho větší rozšíření v ČR.

Výhodou uvedených taxonů je poměrně efektivní množení semeny, vegetativní rozmnožování je naproti tomu velmi problematické (rostliny nelze řízkovat ani roubovat).

Rostliny lze podrobit různým šlechtitelským cílům, kde může hrát roli výběr některých odchylných jedinců (panašované listy, některé vlastnosti květů, pyramidální vzrůst), hybridizace (laločnaté listy – hybridizace s *Magnolia biloba*), polyploidizace (větší orgány). Mnohokvěté a plnokvěté formy, stejně jako formy s převislými větvemi patrně vyšlechtit nelze (nejsou známy, plnokvětost by mohla být problematická i při pohybech květních orgánů při vývoji květů, na koncích letorostů vždy jen jeden květ).

Podle morfometrické analýzy souplodí má *M. obovata* mezi 108 a 209 měchýřky s kvartilovým rozpětím 130–163, tedy (108-) 130–163 (-209), dále křížec (58-) 91–107 (-145) a *M. tripetala* (24-) 51–63 (-79) měchýřků (analýza celkem 203 souplodí). Počet žizev po tyčinkách (analýza 88 souplodí) má *M. obovata* (143-) 169–194 (-214), křížec (92-) 113–148 (-159) a *M. tripetala* (65-) 76–89 (-114).



Počty měchýřků (levý graf) a žizev po tyčinkách na stopkách souplodí (pravý graf) u *Magnolia obovata*, křížence a *M. tripetala*

#### Ověřené údaje o výskytu zástupců sekce:

*Magnolia obovata*: arboretum Kostelec n. Černými lesy (2×), Praha – botanická zahrada PFF UK (1×), Průhonice – Dendrologická zahrada (2× – 1 rostlina panašovaná), Průhonice – zámecká obora (1–), Velké Březno – zámecký park (1×), Hradec Králové – Bohuslava Martinů 16 (1×)

*Magnolia tripetala*: Bílá Lhota u Litvle – arboretum (2×, Kabelík zde r. 1972 vyšetřoval i antibiotické vlastnosti), Hluboká n. Vltavou – zámecký park (1×), Konopiště – Růžová zahrada (2×), Kopydlno – zámecký park (1×), Kostelec nad Černými lesy – arboretum (1×), Nový Dvůr u Opavy – arboretum (2–),

Písek – arboretum VOŠL a SLŠ (1×), Plzeň – Křížkovy sady (5×), Plzeň – ZOO (1×), Plzeň – Šafaříkovy sady (1×), Jaroměř – před ZŠ (3×), Praha – zastávka „Sídliště Malešice“ (10×), Průhonice – areál VÚKOZ (1×), Průhonice – zámecký park a obora (2×), Ráby – před Perníkovou chaloupkou (1×)

*Magnolia obovata* × *M. tripetala*: Průhonice – zámecký park a obora (výsadba 1952, přes 120 jedinců), Lednice na Moravě – zámecký park (3×), Lednice na Moravě – zámecký park (generace F2, semenáč z Průhonice).

Novější údaje s lokalizací introdukovaných rostlin uvádí zejména ZSN (1994–2001) – „Zahradnický slovník naučný



1–5", internetové stránky Dendrologie.cz – lokalizace dřevin (P. Horáček), popř. Pacáková-Hošťálková (1999). Lokalizovaného křížence zde nenacházíme.

Dle vlastních pozorování je *Magnolia tripetala* pěstována na nejvíce místech, častěji i na soukromých zahradách, *M. obovata* méně často (parky, botanické zahrady). Pěstování jsou již i kříženci F2 generace. Pokud jde o počty jedinců, zcela unikátní jsou porosty křížence v Průhonicích, které ve světovém měřítku nemají obdoby (125 jedinců).

Rozšíření zmíněných taxonů v současné době příliš nesouvisí se sadovnickou hodnotou. Kříženec je dosud málo rozšířený vzhledem k nedávné době jeho prvního vypěstování (i přes sadovnický významné vlastnosti). *M. obovata* je sadovnický hodnotnější než *M. tripetala*, zároveň ale méně vhodná pro místa s omezeným prostorem. Takových míst je ovšem více, pravděpodobně proto je *M. tripetala* pěstována častěji. Také nelze vyloučit hypotézu, že *M. tripetala* se do našich zahrad a parků dostala pod označením sadovnický hodnotnější *M. obovata*.

Sortiment pěstovaných druhů v ČR lze rozšířit. Pěstovány jsou *M. tripetala* a *M. obovata*, jejichž olistění i kvetení je efektní. Tyto druhy jsou zaměňovány, vyšší sadovnickou hodnotu má *M. obovata*, vzácností je kříženec *Magnolia obovata* × *M. tripetala* (Burda, Štěpánek a Jakl navrhuji jméno *Magnolia xpruhoniciana*, zmínka jména též v Jakl, 2005). Ostatní taxony deštníkových magnolií jsou pěstovány výjimečně, proti *M. x soulangeana*, *M. kobus*, *M. stellata* či *M. acuminata*.

## ZÁVĚRY

V rodě *Magnolia* se změnilo tradiční pojetí sekce *Rytidospermum* charakterizované druhy s velkými listy uspořádanými do „deštníků“. Americké druhy vyjma *Magnolia tripetala* v současnosti do této sekce řazeny nejsou a v České republice dosud ani nemají význam. Naproti tomu druhy sekce *Oyama* jsou nově do sekce řazeny, ačkoli se liší uspořádáním listů a mají i odlišné sadovnické využití. V České republice je pěstována *Magnolia tripetala* (relativně častěji), *M. obovata* a vzácně jejich kříženec (s navrhovaným jménem *Magnolia xpruhoniciana*). K determinaci těchto druhů jsou nevhodnější znaky generativních orgánů, zejména počty tyčinek a pestíků v květech. Příznačný je i výskyt laločnatých listů u *M. obovata* a křížence. Lze doporučit rozšíření těchto exoticky vypadajících a odolných druhů. Počet pěstovaných druhů deštníkových magnolií může být rozšířen.

## Poděkování

Příspěvek prezentuje výsledky řešení projektu č. 43130/1421/4201 Ekonomická efektivnost šlechtění lesních dřevin.

## LITERATURA

- Azuma, H., García-Franco, J. G., Rico-Gray, V., Thien, L. B. (2001): Molecular phylogeny of the *Magnoliaceae*: the biogeography of tropical and temperate disjunctions. *American Journal of Botany*, vol. 88, p. 2275–2285.
- Bärtels, A. (2000): Bertelsmannův zahradní lexikon 5. Euromedia Group, Knižní klub Praha.
- Cover, S. (2004): Magnolias of the northeast, part 2. *Magnolia* vol. 39, (76), p. 1–19.
- Eiselt, M. G., Schröder, R. (1977): Laubgehölze. Neumann Verlag, Leipzig.
- Figlar, R. B., Nootboom, H. P. (2004): Notes on *Magnoliaceae* IV. *Blumea*, vol. 49, no. 1, p. 87–100.
- FNA (2008): Flora of North America - *Magnolia*; E-Floras [URL: [http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora\\_id=1&taxon\\_id=119452](http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=119452)].
- Hieke, K. (1984): České zámecké parky a jejich dřeviny. SZN, Praha.
- Hieke, K. (1984a): Dřeviny českých a moravských zámeckých parků. Aktuality VŠÚOZ v Průhonicích.
- Hieke, K. (1985): Moravské zámecké parky a dřeviny. SZN Praha.
- Hieke, K. (1994): Lexikon okrasných dřevin. Helma, Praha.
- Hieke, K. (1997): *Magnolia* L. In Zahradnický slovník naučný 3 (CH-M), ÚZPI, Praha, s. 402–404.
- Hurich, V. (1996): Okrasné dřeviny pro zahrady a parky. Květ, Praha.
- Kabelík, J. (1972): Antibiotika magnolií (*Magnoliaceae*). Vlastivědný ústav, Olomouc.
- Jakl, J. (2005): Tajemství magnoliových květů. *Živa*, č. 3, s. 110–111.
- Jakl, J. (2005a): Pěstované magnolie *Magnolia* sect. *Rytidospermum* Spach. – projevy hybridizace *Magnolia obovata* × *M. tripetala*. Diplomová práce PFF UK v Praze.
- Jakl, J. (2009): Pěstování a zmínky v literatuře o *Magnolia obovata* × *M. tripetala*. COYOUS 2009 – Konference mladých vědeckých pracovníků. FLD ČZU v Praze, s. 53–61.
- Kavka, B. (1995): Zhodnocení hlavních druhů listnáčů z hlediska jejich využití v zahradnické a krajinářské architektuře. *Acta Pruhoniciana*, č. 22; přepracované vydání z r. 1969 J. Kolaříkem. Eden.
- Kim, S., Mark, W. C., Parks, C. R. (2001): Phylogenetic relationships in family *Magnoliaceae* inferred from ndhF sequences. *American Journal of Botany*, vol. 88, p. 717–728.
- Koblížek, J. (2000): Jehličnaté a listnaté dřeviny našich zahrad a parků. Freedom DTP studio a nakl. Sursum, Tišnov.
- Krüssmann, G. (1977): Handbuch der Laubgehölze II. Verlag P. Parey, Berlin/Hamburg.

- MSI (2001): Checklist of Magnolia Cultivars; Magnolia Society International [URL: [http://www.magnoliasociety.org/checklist\\_ndx.html](http://www.magnoliasociety.org/checklist_ndx.html)].
- Nekolová, R. (2004): Listnaté dřeviny od A do Ž. – díl 2. Kumpánová, Praha.
- Pacáková-Hošťálková, B., Petru, J., Riedl, D., Svoboda, A. M. (1999): Zahrady a parky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku. Libri, Praha, 521 s.
- Pilát, A. (1953): Listnaté stromy a keře našich zahrad a parků. SZN Praha.
- Qiu, Y. L., Chase M. W., Parks C. R. (1995): A chloroplast DNA phylogenetic study of the eastern Asia-eastern North America disjunct section *Rytidospermum* of *Magnolia* (*Magnoliaceae*). American Journal of Botany, vol. 82, p. 1582–1588.
- Rehder, R. (1927): Manual of cultivated trees and shrubs. Arnold Arboretum of Harvard University, Jamaica Plain.
- Schneider, C. K. (1906): Illustriertes Handbuch der Laubholzkunde I. Jena.
- Vašák, V. (1973): *Magnolia hypoleuca* in nature and in cultivation. Magnolia, vol. 9, no. 1, p. 3–6.
- ZSN (1994–2001): Zahradnický slovník naučný 1–5. ÚZPI, Praha.

Rukopis doručen: 7. 1. 2009  
Přijat po recenzi: 29. 10. 2009

67



Obr. 1 Květ křížence *Magnolia obovata* × *M. tripetala* v samičí fázi s naježenými bliznami, na jednom z okvětních lístků brouk rodu *Meligethes* jako opylovač



Obr. 2 Květ křížence *Magnolia obovata* × *M. tripetala* v samičí fázi na letorostu s typicky „deštníkovité“ uspořádanými listy, jeden z listů výrazně laločnatý po *Magnolia obovata* jako rodičovském druhu



Obr. 3 Květ křížence *Magnolia obovata* × *M. tripetala* v přechodové fázi mezi samičí a samčí doplnění



Obr. 4 Mohutné rostliny křížence *Magnolia obovata* × *M. tripetala* v zámecké oboře v Průhonicích

Jakl J. (2013); *Magnolia* × *pruhoniciana*, a new hybrid umbrella magnolia in section *Rhytidospermum*; *Hanburyana* 7: 54-62

### ***Magnolia* × *pruhoniciana*, a new hybrid umbrella magnolia in section *Rhytidospermum***

JIŘÍ JAKL

*The Masaryk Democratic Academy, Hybernska 1033/7, CZ-110 00 Prague, Czech Republic*

**Abstract.** *Magnolia* × *pruhoniciana* is described as a new hybrid species of *Magnolia* raised in 1952 in Průhonice Park. It is the hybrid of *Magnolia obovata* Thunb. (*M. hypoleuca* Siebold & Zucc.) and *Magnolia tripetala* (L.) L. Hybrid origin of described plants was confirmed from morphological data as well as by isozyme analysis. The possibility of introgressive hybridisation of *Magnolia* species in cultivation is discussed.

#### **Introduction**

The first artificial hybridisation of *M. obovata* and *M. tripetala* was probably made in Průhonice Park by Viktor Keskevič before 1952. There are still over 120 hybrid plants in cultivation in Průhonice Park (some reaching 20m high), although the parent plants are probably no longer still growing there. Plants from this hybrid were also distributed to Lednice Castle Park in 1955 (in 2004 three F<sub>1</sub> hybrids were recorded here and two are still growing; also one F<sub>2</sub> seedling of Průhonice origin); seedlings of the second filial generation were also grown in the Prague Zoological Garden (three to eight cultivated plants between 1989 and 2005, newly cultivated four big-leaf umbrella magnolias). Spoelberch in Hunt (1998; see caption to Fig. 116) illustrates plants grown from seed collected in 1988 from Průhonice in the Belgian arboretum Herkenrode. The author confirmed four hybrid plants when he visited Herkenrode in 2007, and found that some of the seedlings were not hybrids.

*Magnolia* × *pruhoniciana* is an interspecific hybrid between the Japanese species *Magnolia obovata* (syn. *M. hypoleuca*) and North American *Magnolia tripetala*. Like its parents, the hybrid is hardy in the temperate zones of Europe. The hybrid was first described in Spongberg (1981) as cultivar named *Magnolia* 'Silver Parasol' from trees cultivated in the Arnold Arboretum, in Massachusetts, where the hybrid had arisen spontaneously from cultivated trees. The origin of the hybrid in Průhonice is well documented although the first report is probably in Vašák (1973) and earlier in Czech literature (e.g. Svoboda, 1967).

Both parent species of *Magnolia* × *pruhoniana* are members of section *Rhytidospermum* Spach. These magnolias are deciduous trees or large shrubs with leaves crowded into false whorls at the ends of branches, distinctly alternate on new shoots (flush-type leaf-emergence pattern). Leaf blades are large or very large. The type species of the section is *M. tripetala*. The section as defined by Dandy (1950) was divided into three series: *Macrophyllae* Dandy ex Tobe (group of *M. macrophylla*, American species); *Auriculatae* Tobe (group of *M. fraseri*, American species) (Tobe, 1993) and *Rhytidospermae* Figlar (Asian species with American *M. tripetala*) (Figlar, 1997). Based on molecular studies and stomata morphology, Figlar & Nootboom (2004) raised the series *Macrophyllae* and *Auriculatae* to separate sections (*Macrophylla* and *Auriculata*). In this treatment, section *Oyama* (group of *Magnolia sieboldii*) was reduced to a subsection within section *Rhytidospermum*. The vigour of the hybrid between *M. obovata* and *M. tripetala* supports the close relationship of the parent taxa, despite their occurrence on two different continents, as shown by molecular studies (Qui et al., 1995; Kim et al., 2001; Azuma et al., 2001).

### Results

Plants of *Magnolia* × *pruhoniana* and its parent species were measured and investigated, as reported in Jakl (2005) and Jakl & Bažant (2009). A morphometrical analysis of 203 fruits from both parent species and the hybrid (Fig. 1) showed that *M. obovata* has from 108 to 209 follicles with 130–163 as the quartile range, *M. × pruhoniana* (58–)91–107(–145) follicles and *M. tripetala* (24–)51–63(–79) follicles. The number of stamen scars, based on the examination of 88 fruits (Fig. 2), showed that *M. obovata* has (143–)169–194(–214), *M. × pruhoniana* (92–)113–148(–159) and *M. tripetala* (65–)76–89(–114) stamen scars. Numbers of tepals are in *M. × pruhoniana* 11, 12 to 15, whereas *M. obovata* has (6–)9–12 tepals and *M. tripetala* has 6–9(–12) tepals. Among the hybrids there are two tree forms: a solitary pyramidal tree, rarely multistemmed, and a broom-like tree, often with two or more stems (multistemmed is more common in *M. tripetala* than *M. obovata*, but this may depend on the environment).

Isozyme analysis was carried out on the hybrid and the two parent species using, for example, ADH, EST, LAP, PGDH enzyme systems as well as vertical electrophoresis PAGE. Two-unit enzymes were usually heterozygotic, and

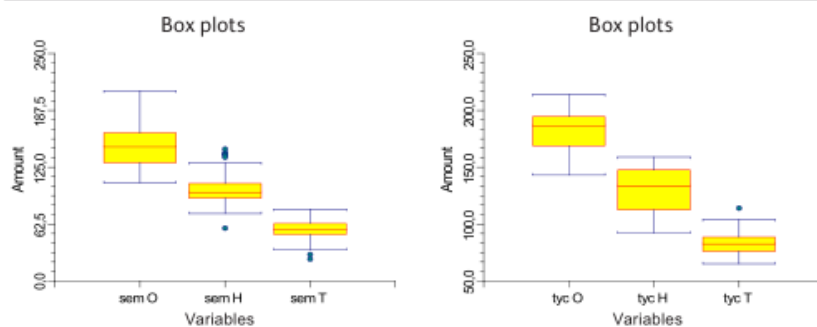


Fig. 1 (left). Numbers (amount) of follicles in *Magnolia obovata* (sem O), *M. × pruhoniana* (sem H) and *M. tripetala* (sem T). Fig. 2 (right). Numbers (amount) of stamen scars on fruit aggregates in *Magnolia obovata* (tyc O), *M. × pruhoniana* (tyc H) and *M. tripetala* (tyc T).

the single-unit enzyme (LAP) had two (the same) alleles. The analyses confirmed the hybrid nature of *M. × pruhoniana*.

To confirm the hybrid status of the plants raised by Keskevič, the author carried out 143 crossings of the parent species, hybrid and back-crosses. Seed viability of the progeny (based on germination tests of hundreds of seeds with germination often exceeding 60%) and follicetum (fruit aggregate) production (i.e. examination of the number of seeds, or follicles with seeds in fruit aggregates and the number of fruit aggregates on trees) were recorded. Caryological studies were undertaken to check for polyploidy.

Voucher specimens of *Magnolia × pruhoniana* are deposited in the herbarium of the Institute of Botany, Academy of Sciences of the Czech Republic, CZ-252 43 Průhonice, Czech Republic.

### Discussion

The studies failed to demonstrate whether *Magnolia tripetala* or *M. obovata* was the female parent of the Průhonice hybrid plants. Although the hybrid phenotype is intermediate between the two parents, it shows characteristics typical of *M. obovata*, which are not present in *M. tripetala*. However, if the plants are not in flower or bearing fruit aggregates it is very difficult to differentiate the hybrid from *M. obovata* as both have narrowly ovate and rarely bilobed leaves and a tree-like habit. The hybrid can only be distinguished

with certainty by determining the numbers of follicles and stamen scars. As demonstrated in Fig. 1 and Fig. 2, the hybrid is entirely intermediate between the parents and shows little overlap in these characters.

Natural hybridisation is only possible when both parent species grow close together and this only rarely occurs. No seedlings are found under cultivated plants of the hybrid and it is rare for the hybrid to be propagated by seed. The possibility that the hybrid has arisen as the result of a cross with other species of magnolias (for example, species of the section *Oyama* – *Magnolia sieboldii*) is ruled out as there are no other species of *Magnolia* growing nearby and the hybrid phenotype is consistent with the stated parentage.

While the hybrid plants are hardy and attractive (Jakl & Bažant, 2009), they are not as yet commercially available in horticulture. As it has not proved possible to propagate the hybrid by cuttings and it does not produce runners, the most reliable means of reproduction is by seed, as the plants fruit well naturally.

### Taxonomy

***Magnolia* × *pruhoniana* Jakl, *nothosp. nov.***

Parentage: *Magnolia obovata* Thunb. × *Magnolia tripetala* (L.) L.

**Description.** Arbor decidua, mediocris, interdum plus quam 20m alta, saepe bitruncata, corona ovoideo-conica vel late cylindrica. Gemmae glabrae. Folia lamina elliptica usque obovata, plerumque 20–45cm longa et 10–22cm lata, integerrima, apice fere acuminato, rare sinuato, pagina inferiore pubescenti, petiolo ad basin glabro vel pubescenti (saepe simul ab eadem arbore), initio vegetationis subaurantiaco. Flores erecti, albi, 16–25cm in diametro, tepala numero 11–12(–15), tria exteriora pagina abaxiali fusco- usque olivaceo-roseola, androeceum liberum polymerumque staminibus numero (92–)113–148(–159), filamenta staminum phoeniceo-carmesina, gynaeeum apocarpum carpellis roseis numero (58 –)91–107(–145).

Deciduous trees, often two-stemmed, with pyramidal or columnar crown (widest at the top). The highest trees are more than 20m high. Buds are

glabrous. Leaf blades are 20–45cm long and 10–22cm wide, elliptic to ovate, tapering to rounded or rarely bilobed, the margin entire. Flowers white, 16–25cm in diameter, held erect at the ends of branches, usually with 11, 12 (–15) tepals (outer 3 brownish-pink), reddish filaments and pink stigmas. Fruits have (58–)91–107(–145) follicles and (92–)113–148(–159) stamen scars.

Typus: Czech Republic, Central Bohemia, Praha, Průhonice: cultivated tree (tree identification no. 015/A-005/16) in NE part of the Průhonice Park at the village of Průhonice. Alt. ca. 300 m a. s. l.; 49° 59.9' N, 14° 33.4' E, June 2004, leg.: Jan Štěpánek & Jiří Jakl (holo **PRA**, iso **PRC**).

**Etymology.** The species epithet is derived from the name of Průhonice, the village near Praha (Prague City). In Průhonice Park the first hybridisation of *Magnolia obovata* and *M. tripetala* was realised and the hybrids are still growing there. The name *Magnolia × pruhoniana* was first suggested by Jiří Burda and is first mentioned in the literature by Jakl (2004).

#### Comparison with parent species

*Magnolia obovata*: A large, often impressive forest tree to 30m tall, with a narrow to broadly rounded crown. Leaves large (up to 60cm long), oblong-ovate, tapering to cuneate bases and acute apices, with whitish undersides. Flowers white, powerfully fragrant. Seed cones scarlet at dehiscence.

*Magnolia tripetala*: A small single or multi-stemmed tree to 10m tall. Leaves large (up to 60cm long), obovate-lanceolate, tapering to cuneate bases and acute apices, medium to dark green. Flowers with an unpleasant odour. Seed cones bright pink to rose-red.

Other characters, of value to distinguish the parent species, are: colour and pilosity of petiole of young leaf (*M. obovata* – often reddish, without trichomes, *M. tripetala* – green, often with trichomes); colour of adaxial leaf blade area (*M. obovata* – matt green, *M. tripetala* – light green, later pale between main nerves); seed characteristic (*M. tripetala* – conspicuous grooves on seeds and with shorter and wider seeds); length of stylar beaks on follicles (*M. obovata* – long, *M. tripetala* – reduced); size of fruit aggregates (*M. obovata* – longer and with a stout peduncle); length of leaves and petals (*M. tripetala* – elongated).



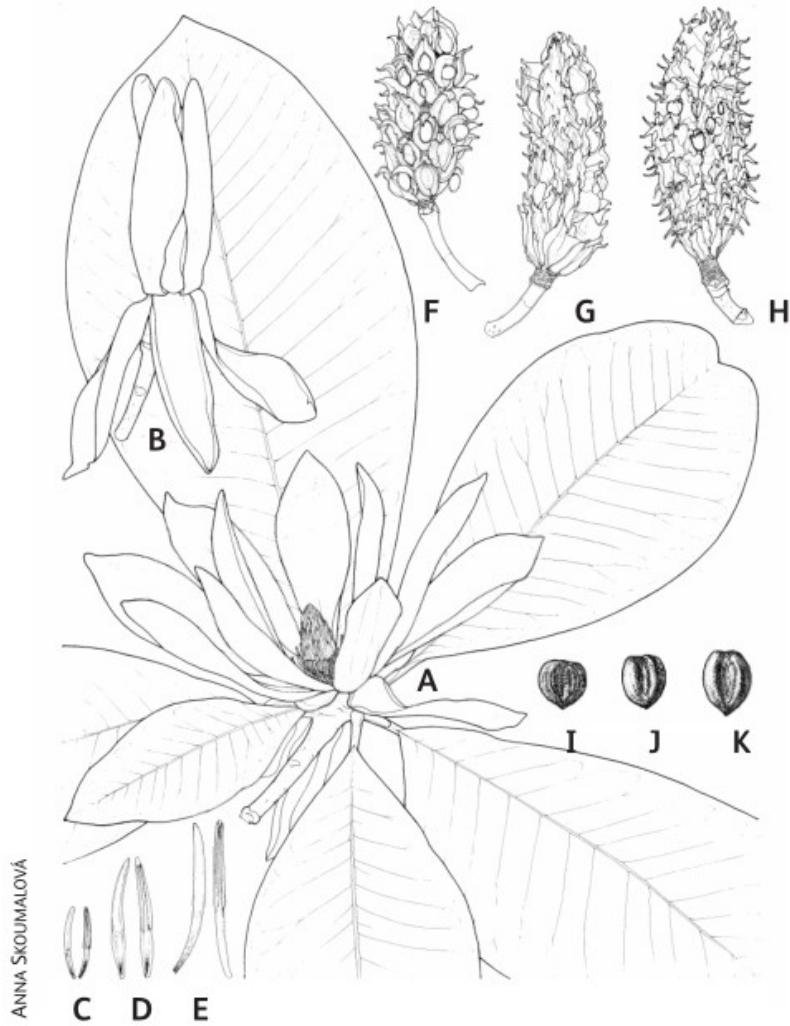


Fig. 3. *Magnolia* × *pruhoniana* (illustration by Anna Skoumalová) A. Habit with flower in male phase and leaves. B. Flower in transition stage. D. Stamens, ventral and profile view (C. *M. tripetala*, E. *M. obovata*). G. Fruits. (F. *M. tripetala*, G. *M. obovata*). J. Seeds. (I. *M. tripetala*, K. *M. obovata*).

**Key to species of section *Rhytidospermum*<sup>1</sup> (big-leaf umbrella magnolias)**

- 1a. Leaf blades cordate to auriculate at base ..... **2**  
 1b. Leaf blades cuneate to rounded at base..... **3**  
 2a. Lower surfaces of the blades, stipules, carpels and follicles pubescent  
 ..... **macrophylla** (incl. *M. ashei*, *M. dealbata*)  
 2b. Lower surfaces of the blades, stipules, carpels and follicles glabrous  
 ..... **fraseri** (incl. *M. pyramidata*)  
 3a. Ripe carpels with long beaks, up to 8mm long, buds and leaves with  
 reddish brown pubescence ..... **rostrata**  
 3b. Ripe carpels with short beaks, usually less than 5 mm long,  
 indumentum, if present, not reddish brown..... **4**  
 4a. Bilobed leaves absent; flowers with an offensive odour, carpels  
 whitish during anthesis, with (24–)51–63(–79) follicles and (65–)76–  
 89(–114) stamen scars in fruits, fruit aggregates to 10cm long; small  
 trees of open habit to 12m..... **tripetala**  
 4b. Bilobed leaves often present or rare, flowers pleasantly fragrant,  
 carpels purple or pink, fruit aggregates over 10cm long; with more  
 stamen scars and follicles; widely branching trees to 20(–30)m..... **5**  
 5a. Leaf blades mostly elliptic-obovate, sometimes deeply emarginate  
 at apex; young branches yellowish or yellowish grey; fruit aggregates  
 with the lowermost follicles convex, not decurrent along the floral  
 axis ..... **officinalis** (incl. *M. biloba*)  
 5b. Leaf blades mostly oblong-ovate, bilobed leaves present but  
 rare; young branches purplish or silvery; fruit aggregates with the  
 lowermost follicles concave, decurrent along the floral axis, or varied  
 according to seed content ..... **6**  
 6a. Leaf blades mostly oblong-obovate\*, with acute to rounded apices,  
 young branches purplish or silvery; with (108–)130–163(–209)  
 follicles and (143–)169–195(–214) stamen scars in fruits, fruit  
 aggregates with the lowermost follicles concave, decurrent along  
 the floral axis ..... **obovata**  
 6b. Leaf blades rarely bilobed at apex\*; carpels pink during anthesis, with  
 (58–)91–107(–145) follicles and (92–)113–148(–159) stamen scars  
 in fruits; fruit aggregates around 12.5cm long, shape of the lower  
 follicles dependent on the seed content of fruits ..... **x pruhoniana**

<sup>1</sup> *sensu* Dandy (1950), Spongberg (1974) and Spongberg in Hunt (1998).

\*Cultivated *M. obovata* and *M. × pruhoniana* in the Czech Republic sometimes also have bilobed leaves but this character is a feature of *M. officinalis* (even though there are no hybrids of *M. officinalis* and *M. obovata* in Central Europe).

#### ACKNOWLEDGEMENTS

I am grateful to Jan Štěpánek for his scientific management and Latin translation, to Jiří Burda and the Institute of Botany, Academy of Sciences of the Czech Republic, Průhonice for help with the study of plants in Průhonice Park.

#### REFERENCES

- Azuma, H., Garcia-Franco, J.G., Rico-Gray, V. & Thien, L.B.** (2001). Molecular phylogeny of the *Magnoliaceae*: the biogeography of tropical and temperate disjunctions. *American Journal of Botany* **88**: 2275–2285.
- Dandy, J.E.** (1950). A survey of the genus *Magnolia* together with *Manglietia* and *Michelia*. *Camellias & Magnolias. Report of The Conference held by the RHS April 4–5, 1950*: 64–77.
- Figlar, R.B.** (1997). New relationships defined for *Magnolia* species of section *Rhytidospermum*. *Journal of the Magnolia Society* **27**(1): 13–22.
- Figlar, R.B. & Nootboom, H.P.** (2004). Notes on *Magnoliaceae* IV. *Blumea* **49**: 87–100.
- Hunt, D.** (Ed.) (1998). *Magnolias and their allies*. Sherborne, UK: The International Dendrology Society and the Magnolia Society.
- Jakl, J.** (2004). Magnólie – nevinná a půvabná [Magnolia - innocent and gracious]. *Živa* **1**: 20–22.
- Jakl, J.** (2005). Pěstované magnólie *Magnolia* sect. *Rytidospermum* [sic] Spach. – projevy hybridizace *Magnolia obovata* × *M. tripetala* [Cultivated magnolias *Magnolia* sect. *Rytidospermum* Spach. – manifestation of hybridisation *Magnolia obovata* × *M. tripetala*]. Diploma thesis, Charles University, Prague.
- Jakl, J. & Bažant, V.** (2009). Introdukce a využití *Magnolia* sect. *Rytidospermum* [sic] Spach v sadovnictví [Introduction and utilisation of umbrella magnolias in ornamental gardening]. *Acta Pruhoniana* **93**: 63–67.
- Kim, S., Mark, W.C. & Parks C.R.** (2001). Phylogenetic relationships in family *Magnoliaceae* inferred from *ndhF* sequences. *American Journal of Botany* **88**: 717–728.

- Qiu, Y.-L., Chase, M.W. & Parks, C.R.** (1995). A chloroplast DNA phylogenetic study of the eastern Asia–eastern North America disjunct section *Rytidospermum* [sic] of *Magnolia* (Magnoliaceae). *American Journal of Botany* **82**: 1582–1588.
- Qiu, Y.-L., Parks, C.R. & Chase, M.W.** (1995). Molecular divergence in the eastern Asia–eastern North America disjunct section *Rytidospermum* [sic] of *Magnolia* (Magnoliaceae). *American Journal of Botany* **82**: 1589–1598.
- Spongberg, S.A.** (1974). A tentative key to the cultivated magnolias. *Arnoldia* **34**(1): 1–11.
- Spongberg, S.A.** (1976). Some old and new interspecific magnolia hybrids. *Arnoldia* **36**(4): 129–145.
- Spongberg, S.A. & Weaver R.W.** (1981). 'Silver Parasol': A new magnolia cultivar. *Arnoldia* **41**(2): 70–77.
- Svoboda, P.** (1967). Botanická zahrada ČSAV v Průhonicích – přehled dřevin pěstovaných v parku v letech 1885–1965 [Botanical Garden of ČSAV in Průhonice – survey of woody plants cultivated in the Průhonice Park between the years 1885 and 1965]. *Zprávy BZ ČSAV Průhonice* **3**: 138–140.
- Svoboda, A.M.** (1981). Introdukce okrasných listnatých dřevin [Introduction of ornamental leafy woody plants]. *Studie ČSAV* (12), Academia.
- Tobe, J.D.** (1993). A molecular systematic study of eastern North American species of *Magnolia* L. PhD dissertation Clemson University, Clemson, South Carolina: 38–40.
- Vašák, V.** (1973). *Magnolia hypoleuca* in nature and in cultivation. *Newsletter of the American Magnolia Society* **9**(1): 3–6.

## **5. Shrnutí publikací**

Přímo problematice pěstovaných magnólií *Magnolia* sect. *Rytidospermum* a projevům hybridizace *Magnolia obovata* × *M. tripetala* se věnují publikace v časopisech *Živa* (Jakl 2004, 2005), *Acta Pruhoniana* (Jakl et Bažant 2009), *Hanburyana* (Jakl 2013) a sborníkové příspěvky konference COYOUS (Jakl 2008, 2009). Tyto publikace jsou doplněny publikacemi se vztahem k obsahu farmaceuticky významných látek v časopisech *Psychiatrie* (Patočka, Strunecká, Jakl 2002) a *Journal of Applied Biomedicine* (Patočka, Jakl, Strunecká 2006). Dále jde o popularizaci v časopisu *Vesmír* (Patočka, Jakl, Strunecká 2007).

Za nejdůležitější považují publikaci Jakl (2013), která platně kodifikuje jméno *Magnolia ×pruhoniana*. Uvádí ale také morfologické znaky, podle kterých je možné křížence rozlišit od rodičovských druhů, ale také od dalších druhů velkolistých magnólií.

Hybridizace je úzce spojena s generativním rozmnožováním. Při něm hrají přirozenou roli opylovači a k jejich determinaci směřovala diplomová práce Jakl (2005a). Vývoj květů je dále podrobněji popsán v této rigorózní práci a nebyl blíže publikován s popularizační výjimkou Jakl (2005) v časopisu *Živa*. Experimentální studium významu atraktantů květů přinesla publikace Jakl (2008).

## **6. Kodifikace jména *Magnolia ×pruhoniana***

Botanické jmenosloví upravuje Mezinárodní kód botanické nomenklatury (mezinárodně označeného ICBN, dále "Kód"), schválený na posledním mezinárodním botanickém kongresu (organizace IAPT). Kodifikace proběhla v souladu s botanickým kódem z XVIII kongresu pořádaného v roce 2011 v Melbourne, IAPT (2012). Vedle obecných zásad a pravidel botanického jmenosloví, v člancích dodatku I Kód upravuje přímo způsob pojmenování kříženců. Podle ustanovení H.10.1. jména nothotaxonů v úrovni druhu nebo nižší musí vyhovovat ustanovením, které se v hlavní části Kódu vztahují na stejné hierarchické úrovni a ustanovením článku H.3. Jméno nového nothotaxonu v úrovni druhu lze kodifikovat na základě jeho platné publikace s popisem (latinským či anglickým podle článku 39 poznámka 2) a určením holotypu. Musí být zřejmé, o křížence kterých druhů jde.

V botanickém Kódu kapitola 3, článek 28, poznámka 2 uvádí, že jména kultivarů definuje Mezinárodní kód nomenklatury pěstovaných rostlin (mezinárodní zkratka ICNCP). Platný je ten z roku 2009 (Wageningen). Jelikož *Magnolia ×pruhoniana* nemá charakter kultivaru, ale hybridního druhu, její pojmenování se řídí botanickým Kódem. Podobně jako například nejrozšířenější pěstované magnólie *Magnolia ×soulangeana*, nebo také *Magnolia ×proctoriana*.

Jméno jako platné indexují databáze IPNI (URL: [www.ipni.org/ipni/](http://www.ipni.org/ipni/)) a RHS (URL: <https://www.rhs.org.uk/Plants/>) pod něj řadí i kultivar 'Silver Parasol'.

### **Popis druhu:**

*Magnolia ×pruhoniana* jsou opadavé stromy, často dvoukmenné, s pyramidální či sloupovitou korunou ("košťatovitou" ve stromovém zápoji). Nejvyšší stromy jsou vysoké přes 20 metrů. Zimní pupeny jsou lysé. Listové čepele bývají 20-45 cm dlouhé a 10-22 cm široké, eliptické až vejcovité, zašpičatělé až okrouhlé nebo zřídka dvoulaločné, okraj celokrajný. Květy bílé, 16-25 cm v průměru, vzpřímeně na koncích větví, obvykle s 11, 12 (-15) okvětních lístků (vnější 3 hnědorůžové), načervenalé nitky tyčinek a růžové blizny. Souplodí mají (58-) 91-107 (-145) měchýřků a (92-) 113-148 (-159) jizev po tyčinkách.

Další znaky, které mohou pomoci s rozlišením rodičovských druhů (kříženci se projevují intermediárně): barva a odění řapíků mladých listů (*M. obovata* – často načervenalé, bez chlupů, *M. tripetala* – zelené, často s chlupy), barva spodní části listu (*M. obovata* – matně zelená, *M. tripetala* – světle zelená, později blednoucí mezi hlavními žilkami), rýhovitost semen (*M. tripetala* – zřetelně rýhovitá semena), tvar semen (*M. tripetala* – kratší a širší semena), délka zobánků na měchýřcích souplodí (*M. obovata* – dlouhé, *M. tripetala* – redukované), velikost souplodí (*M. obovata* – šišky se semeny delší, stopka silná), délka listů a okvětních lístků (*M. tripetala* – podlouhlé).

Typové herbářové položky pocházejí z pěstovaného stromu rostoucího v Průhonickém parku s evidenčním číslem 015/A-005/16 (severovýchodní část parku). Nadmořská výška je odhadnuta na 300 m n. m a geografická poloha 49° 59.9' severní šířky a 14° 33.4' východní délky. Položky vytvořil J. Štěpánek a J. Jakl v roce 2004 a holotyp (položka navržená jako nomenklatorický typ dle ustanovení článku 9.1. botanického kódu) je uložen v průhonickém herbáři Botanického ústavu AVČR (PRA), isotyp (duplikát holotypu dle ustanovení článku 9.3. botanického kódu) v herbáři katedry botaniky pražské přírodovědecké fakulty (PRC).

Druhové epitetum "*pruhoniana*" je odvozeno od jména obce Průhonice (v blízkosti Prahy). První hybridizace *Magnolia obovata* a *M. tripetala* byla provedena v Průhonickém parku a kříženci jsou tu pěstováni doposud. Přímo jméno *Magnolia ×pruhoniana* bylo poprvé v literatuře zmíněno v článku Jakl (2004), s jeho návrhem přišel Jiří Burda coby dendrolog působící v Průhonickém parku. Kříženec *Magnolia obovata* × *M. tripetala* byl poprvé popsán v práci Spongberg (1981) jako kultivar *Magnolia* 'Silver Parasol'. Tento popis je spojen se stromy pěstovanými v Arnoldově arboretu v USA, s původem v přirozené hybridizaci pěstovaných stromů. Vegetativní rozmnožování se v praxi neuplatňuje, rozmnožování coby kultivaru tak není dále možné a jméno kultivaru není použitelné v botanickém jmenosloví. Původ tohoto druhu je v Průhonicích zdokumentován a hybridní původ prokazatelný. První významnější zmínku o této hybridizaci přinesl pravděpodobně Vašák (1973) a dříve se objevila v české literatuře (například Svoboda 1967). Zvolené druhové epitetum má latinskou koncovku, je jednoduché a dobře vyslovitelné, objevuje se i u dalších rodů (např. *Rosa*, *Primula*, *Heuchera*).

Doplňující perokresba vznikla v roce 2007, autorkou je Anna Skoumalová. Podkladem k jejímu vzniku byly herbářové položky, fotografie a ilustrace v jiných publikacích s rodičovskými druhy. Cílem byla ilustrace křížence a srovnání některých jeho orgánů s orgány rodičovských druhů. O zdařilosti ilustrace vypovídá, že zachycuje vše, s čím se lze při determinaci setkat. Základem je letorost křížence s květem a šesti listy, z nichž dva jsou zachyceny celé. Jeden z listů je ukázán jako variace s laločnatým vrcholem, laločnaté listy ale nenacházíme na všech letorostech. U zbylých listů je zachycena jen jejich báze. Na řapících nechybí "nehtík" (místo, kde původně při vývinu nesedaly palisty). Ze žilnatiny se jen hlavní žilky spojují u okraje čepele listu. Květ je rozkvetlý s "naježenými tyčinkami" (samčí fáze) a zvolen je pohled šikmo shora právě s detailem orgánů uvnitř květu. K největšímu listu na ilustraci je dále přiložen květ v přechodové fázi - laiky může být mylně považovaný za poupě. Zvolen je květ s kališními lístky nazpět ohnutými, ale v této fázi mohou být i postavené šikmo blíže vrcholu květu. Dále jsou zachyceny tyčinky, souplodí a semena všech tří druhů. Původní představu zachytit do ilustrace i zimní pupeny se nepodařilo naplnit, neboť ilustrace již nenabízí volný prostor pro jejich umístění a rozlišení druhů podle nich je poměrně nesnadné.



## **7. Projevy hybridizace *Magnolia obovata* × *M. tripetala***

*Magnolia obovata* a *M. tripetala* sdílejí řadu znaků, charakteristických pro "deštníkové magnólie" či pro rod *Magnolia* jako takový. Cílem vlastních analýz vycházejících z četných pozorování pěstovaných rostlin bylo nalezení zejména rozdílů mezi rodičovskými druhy a srovnání popisů s literaturou. Zde je kompletní shrnutí znaků - jejich číslování vychází z tabulky 7.2., která také uzavírá zjištěný význam znaků pro determinaci.

U kvantitativních znaků je těžší vysledovat rozdíly - zřejmé jsou spíše jen v délce souplodí, délce nejdelších tyčinek, případně velikosti gynecia. Sledovány byly nemikroskopické znaky, které lze buď naměřit, nebo hodnoty nějakého znaku spočítat. Stejný je počet chromosomů (38) a rozlišení vnějších okvětních lístků (3), obdobný počet okvětních lístků. Dobrým determinačním znakem jsou počty tyčinek v květu a počty měchýřků tvořících souplodí.

### Vzrůst a habitus:

Podle Spongberg (1998) je *M. tripetala* malý (do 12 m), otevřený strom, někdy keřovitý, *M. obovata* velký (až 30 m), široce větvený strom. Oba druhy jsou opadavé.

Podle vlastních pozorování je typicky *M. tripetala* spíše mnohokmenný keř, nebo strom (záleží zřejmě na způsobu pěstování), obvykle do 10 m vysoký, s větvemi pokroucenými, nezřídka se u *M. tripetala* vyskytují seschlé větve v korunách. *M. obovata* má obvykle jeden hlavní a jeden vedlejší kmen, v jednom případě však byla prokázána i mnohokmenost (Kostelec nad Černými lesy). Vzrůstové možnosti v našich podmínkách dokazují kříženci s výškou i přes 20 m (u *M. obovata* je v domovině udávána výška až 30 m).

/1,2/

### Borka:

Podle Coombes (1996) má *M. obovata* borku šedou a hladkou, *M. tripetala* borku světle šedou a hladkou. Spongberg (1998) rozlišuje šedou barvu borky u *M. tripetala* popelavou a *M. obovata* stříbřitou, borka obou druhů by měla být bradavičnatá.

Rozdíly ve vybarvení borky jsou minimální, u obou druhů jsou v ní patrné lenticely (výraznější u starších jedinců). Barva borky může být zakryta zelenavou vrstvou řas na kmeni.

/3,4/

### Větvičky:

Spongberg (1998) uvádí u obou rodičovských druhů křehké větvičky, s hlavními listovými jizvami uspořádanými ve skupinách. U větviček popisuje odlišně barevný odstín (až purpurová či nahnědlá), případně naráží na charakter dřene (průběžná), tvar listových jizev (příčně-eliptické nebo polokulovité) a periderm (odpadající ve velmi tenkých neprůsvitných plátech).

Mezi *M. obovata* a *M. tripetala* ve vybarvení a dalších vlastnostech větviček není zřejmý rozdíl.

/5,6/

### Zimní pupeny:

Dle Spongberg (1998) jsou zimní pupeny velké, smíšené (se základy budoucích květů a listů), terminální (na koncích větví).

Jde o základní charakteristiku, se kterou lze souhlasit.

/7,8/

Podle Cigánová et Červenka (1989) pupeny hnědavé nebo šedo-červené má *M. obovata*, modravě zelené má *M. tripetala*. Spongberg (1998) charakterizuje velké, smíšené, terminální zimní pupeny. U *M. tripetala* by měly být nachové a sivé, u *M. obovata* purpurově-zelené a lysé.

Vybarvení pupenů lze doporučit zjišťovat teprve v předjaří (pupeny se dovybarvují). Křížence podle tohoto znaku odlišit nelze, zbarvení pupenů je pro rodičovské druhy poměrně charakteristické. V zimě mají pupeny *M. tripetala* modravý nádech (s voskovou vrstvou), zatímco *M. obovata* nádech dohněda. Při rašení je u *M. obovata* zřetelnější purpurový nádech (resp. palistových útvarů).

/9,10/

Podle Cigánová et Červenka (1989) jsou u *M. tripetala* pupeny dlouze špičaté, u *M. obovata* špičaté a mírně zakřivené.

Podle vlastních pozorování má *M. tripetala* špičky pupenů často zahnuté a jakoby nasazené (největší objem pupenu je v jeho spodní části), žilnatina alespoň po otření voskovitého povlaku je zřetelnější. *M. obovata* má výraznější hrbolek pupenu, kde od srostlých palistů uzavírajících pupen odpadá redukovaný řapíček odpadávacího vlastního listu. Odlišování *M. obovata* a *M. tripetala* jen podle tvaru pupenů není možné, ale ke správné identifikaci rostlin v zimním období může přispívat.

/11/

### Listy:

Podle Spongberg (1998) jsou listy uspořádané v nepravých přeslenech na koncích větví, nebo střídavé na nových výhonech. U *M. obovata* uvádí, že listy jsou široce uspořádané na nových výhonech. Řapíky jsou tlusté, rozšířené u báze, s nápadnými palistovými jizvami na adaxiální části. Čepel listů je veliká, s celokrajným a často se vlnícím okrajem, svrchní plocha listu je zelená a lysá.

Jde o obecnou charakteristiku, mezi druhy takto nelze najít rozdíl. Nicméně pro *M. tripetala* je zhruba od začátku července zřetelné blednutí čepele na plochách mimo hlavních žilek. *Magnolia obovata* má svrchní stranu listu spíše matnou, *M. tripetala* světle zelenou (dobrý znak). Je těžké odlišit *M. obovata* a křížence s *M. tripetala* podle tvaru čepele listů, nicméně poměrně dobře lze podle tvaru listů (společně s vybarvením a dalšími dále diskutovanými znaky) určit *M. tripetala*. Celkově lze říci, že listy *M. obovata* jsou zaoblenějších tvarů.

/12,13,16,22,23,24/

Podle Spongberg (1974) má *M. obovata* mladé větve a řapíky listů purpurové (odlišnost od *M. officinalis*).

U *M. tripetala* jsem řapíky purpurové či oranžové nikdy nepozoroval, pro některé rostliny *M. obovata* jsou však u některých nově vyvinutých listů takové řapíky příznačné. Během vegetace se však vybarvení postupně vytrácí a řapíky začínou zelenat. Křížence podle tohoto znaku od *M. obovata* odlišit nelze, červené zbarvení řapíku zřejmě indikuje vlastnosti *M. obovata*.

/14/

Dobrym znakem pro identifikaci *M. tripetala* a jejího křížence je chlupatost zelené části letorostů a řapíků listů (u *M. obovata* nechlupaté). Ne všechny letorosty jedné rostliny musejí být chlupaté a pakliže jsou na letorostu chlupaté řapíky, nemusí nutně být chlupatá i zelená část letorostů.

/15/

Podle Spongberg (1998) mají rodičovské druhy čepel listu kožovitou, *M. tripetala* ale blanitou až kožovitou.

Vlastní pozorování potvrzují větší tuhost listů *M. obovata*.

/17/

Podle Spongberg (1998) má *M. tripetala* čepel listu obvejčitou-kopinatou, s vrcholem špičatým, zatímco *M. obovata* má čepel většinou protáhle obvejčitou, s vrcholem náhle ostrým, nebo občas zaobleným

Listy *M. tripetala* jsou více protáhlejší a vrchol je více volným pokračováním čepele, u *M. obovata* se může více projevovat obvejčitost a náhle ostrý vrchol připomíná jakoby nasazenou špičku. Pro rostliny pěstované v ČR je typická přítomnost laločnatých listů u tohoto druhu a křížence s *M. tripetala* (ta listy laločnaté na vrcholu nemá).

/18,20,21/

Báze čepele listů je podle Koblížek (2000) u *M. tripetala* dlouze klínovitě stažená, u *M. obovata* krátce klínovitě stažená. Podle Spongberg (1998) má *M. tripetala* čepel listu bázi zužující se klínovitou, *M. obovata* bázi zaoblenou, zkrácenou, nebo obvykle široce klínovitou. Musil (2003) rozlišuje u *M. tripetala* dlouze klínovitou bázi a u *M. obovata* krátce klínovitou bázi.

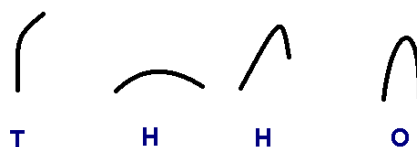
U *M. obovata* se proti *M. tripetala* projevuje kratší klínovité protažení báze čepele, někdy až její zaoblení.

/19/

Podle Koblížek (2000) má *M. obovata* listy na rubu sivozelené, *M. tripetala* pak listy na rubu světle zelené. Podle Spongberg (1998) je spodní plocha listu u *M. tripetala* šedo-zelená, hustě chlupatá (zvláště podél purpurově nebo žlutozelené střední žíly a vybíhajících bočních žilek), ve stáří někdy olysající, u *M. obovata* spodní plocha listu stříbřitá nebo šedo-zelená, nejprve hustě hedvábně-pýřitá, nebo ve stáří olysající. U obou druhů zmiňuje kadeřavé nebo přisedlé chlupy. Musil (2003) rozlišuje u *M. tripetala* list na spodu světle zelený a u *M. obovata* list na rubu namodralý.

Na první dojem jsou listy *M. obovata* na rubu sivější. Podrobnější zkoumání nepotvrdilo ani nevyvrátilo větší chlupatost (zvětšení a srovnání oscanovaných snímků), nicméně stříbřitý rub listu je u tohoto druhu zřejmý i u olysajících starých listů. Rozdíly byly nalezeny teprve ve tvaru chlupů - u *M. tripetala* chlupy bičovité, u *M. obovata* chlupy obráceného a protaženého písmena 'U', u křížence přechodné typy. Chlupy *M. tripetala* jsou nezřídka zakončeny červeně vybarvenou špičkou.

/25,26/



Obr. 7.1: Chlupy *M. tripetala* (vlevo), *M. obovata* (vpravo) a kříženci.

### Květy:

Podle Spongberg (1998) jsou květy u daných druhů vzpřímené na stopkách na koncích větví, jejich stopka je hladká, vyvíjí se na nepravém přeslenu listů na koncích větví, mají rozlišené vnější 3 okvětní lístky (kratší, se širokou bází, podlouhle lžícovité v obrysu), vnitřní okvětní lístky jsou masité, mají krémově bílou barvu, zužují se k bázím. Koblížek (2000) popisuje u *M. obovata* květy krémově bílé, u *M. tripetala* smetanově bílé.

Jde o obecnou charakteristiku, která platí a dané znaky nenabízejí možnost rozlišení daných druhů mezi sebou.

/29,31,32,33,35,36,38,/  
/27/

Spongberg (1998) rozlišuje u *M. tripetala* květy vázovité, u *M. obovata* květy pohárovité nebo miskovité.

Podoba květů souvisí s jejich ontogenetickým vývojem (otevřené v samičí a zejména samčí fázi, uzavřené ve fázi přechodové), výrazněji ji ovlivňuje tvar okvětních lístků. Ty jsou u *M. tripetala* protáhlejší a květy se tolik neotvírají v kritických fázích vývoje, proto její květy mají spíše vázovitý tvar a proti *M. obovata* vypadají poněkud odlišně.

/27/

Podle Spongberg (1998) má *M. tripetala* nepříjemné vůně, naopak *M. obovata* květy velmi vonící. Chemicky rodičovské druhy spojuje poměrně významný podíl methylbenzoátu ve složení vůně květů (52 a 55%), zásadně se však liší přítomností oxidovaného typu monoterpenů, Azuma et al. (1999).

*M. tripetala* má výraznou vůni, která není příliš příjemná (ostrá a mdlá). *M. obovata* voní sladce a příjemně. Kříženec voní poměrně výraznou a příjemnou vůní.

/28/

Podle Spongberg (1998) je květní stopka *M. obovata* silná, u *M. tripetala* tloušťku stopky necharakterizuje.

U *M. obovata* se objevuje spíše silnější květní stopka. Lépe udržuje květ a posléze souplodí ve vzpřímené poloze a souplodí tohoto druhu v době zralosti přes značný objem si vzpřímenou polohu na větvích udržují.

/30/

Podle Koblížek (2000) má *M. obovata* vnější okvětními lístky narůžovělé, *M. tripetala* má vnější okvětní lístky světle zelenavé. Podle Spongberg (1998) jsou u *M. tripetala* vnější okvětní lístky světle zelené až bílé, zatímco u *M. obovata* bledě snědo-zelené, někdy narůžovělé na abaxiální straně.

Zatímco v barvě vnitřních okvětních lístků nejsou znatelné rozdíly, barva vnějších okvětních lístků rozlišení druhů umožňuje. Křížence je těžké rozlišit od rodičovských druhů.

/34/

Podle Spongberg (1998) má *M. tripetala* vnitřní okvětní lístky v obrysu obvejčité až podlouhle eliptické, u *M. obovata* v obrysu eliptické až obvejčité.

*M. obovata* má vnitřní okvětní lístky prohnutější (lžícovitý tvar) než *M. tripetala*, *M. tripetala* má okvětní lístky protáhlejší než *M. obovata*.

/37/

Podle Spongberg (1998) má *M. tripetala* nitky tyčinek načervenalé a prašníky krémově bílé, *M. obovata* nitky tyčinek purpurově-červené a prašníky krémově žluté.

Podobně jako u barvy souplodí jsou červeným barvivem nejvíce zabarveny nitky *M. obovata*, nejméně *M. tripetala* a barva je pro všechny tři druhy poměrně charakteristická. Nitky tyčinek má *M. obovata* karmínové, *M. tripetala* růžovofialové a kříženec tmavě červené. U prašníků *M. obovata* se může objevit žlutavé zabarvení, zatímco u *M. tripetala* zachovávají krémově bílou barvu.

/39,40/

Podle Koblížek (2000) pestíky červené má *M. obovata*, pestíky bělavé má *M. tripetala*. Spongberg (1998) uvádí u *M. tripetala* gyneceum 2,5 cm dlouhé a při kvetení růžové, u *M. obovata* 3,0 cm dlouhé a čnělky do červena.

Vzhledem k většímu počtu pestíků může mít *M. obovata* větší gyneceum (cca o půl centimetru). Pokud jde o barvu pestíků, jde zejména o barvu jejich čnělky. U *M. tripetala* zůstávají bělavé, u *M. obovata* se barví až do červena (a křížence podle tohoto znaku příliš odlišit nelze).

/41,42/

#### Souplodí:

Spongberg (1998) uvádí souplodí u *M. tripetala* vejcovitá-válcovitá, zatímco u *M. obovata* souplodí podlouhlá-válcovitá.

Souplodí *M. tripetala* se jeví zavalitější proti *M. obovata* (její souplodí jsou protáhlejší).

/43/

V oblasti androforu má *M. obovata* jizvy po tyčinkách výrazně hlubší proti *M. tripetala* (u *M. tripetala* spíše tečky, u *M. obovata* jamky asi půl milimetru hluboké). Šířka jizev po tyčinkách u *M. tripetala* je asi půl milimetru, u *M. obovata* asi milimetr. Mnohem spolehlivějším znakem je ovšem počet jizev.

/44/

Podle Spongberg (1998) jsou souplodí u *M. tripetala* zelená, růžovějící při pukání, nakonec purpurově-hnědá, u *M. obovata* jsou souplodí šarlatová při pukání, nakonec světle snědá, nebo hnědá.

*M. obovata* má evidentně větší množství červeného barviva zbarvujícího souplodí než *M. tripetala*. *M. obovata* má souplodí šarlatově červené, *M. tripetala* má souplodí obvykle růžové a kříženec je často intermediární (tmavější červená). Vybarvení souplodí je pro všechny tři duhy poměrně charakteristické, i když ve vybarvení existuje velká variabilita (spíše nesouvisí se zastíněním souplodí). Při zrání jsou u daných druhů souplodí nejprve zelená, posléze červenají, dochází k pukání měchýřků, uvolnění semen, sesychání měchýřků a dřevnatění. V posloupnosti zrání není mezi druhy rozdílů.

/45/



Semena *M. tripetala* jsou u zralých souplodí častěji zavěšena na tenkých poutkách, u *M. obovata* semena zůstávají uvnitř souplodí a podobně u křížence.

/46/

U *M. obovata* je stopka s častými lenticelami, poměrně tlustá, málo ojíňená. Naproti tomu u *M. tripetala* jsou na stopce lenticely výjimečné, stopka je poměrně tenká, dlouhá a ojíňená. U křížence má stopka lenticely v malém množství a je slabě ojíňená.

/47/

Podle Spongberg (1998) u *M. obovata* měchýřky s rozšířenými zobánky nebo zobánky zakrnělé.

Dlouhými zobánky na měchýřcích se mezi "deštníkovými magnóliemi" vyznačuje především *M. rostrata*. Stále zřetelné zobánky u *M. obovata* literatura pravděpodobně neuvádí proto, aby nedocházelo k záměnám s tímto druhem. U *M. obovata* i křížence jsou zobánky na měchýřcích vyvinuty, u *M. tripetala* jsou zakrnělé (k popisu zanedbatelné).

/48/

Podle Spongberg (1998) jsou spodní měchýřky konkávní a sbíhající podél květní osy u *M. obovata*, tento znak u *M. tripetala* není zmíněný. Podle konkávnosti dolních měchýřků souplodí se má odlišit *M. obovata* a *M. officinalis*.

Podle vlastních analýz konkávnost dolních měchýřků souvisí spíše s obsahem semen v souplodích (měchýřcích) a žádné rozdíly v tomto znaku u *M. obovata*, *M. tripetala* a jejich křížence nalezeny nebyly.

/49/

#### Semena:

U *M. tripetala* je menší rozdíl mezi délkou a šířkou semen (viz měřené kvantitativní znaky), což se projevuje zaokrouhleným tvarem semen proti *M. obovata*, která má tvar semen bližší spíše kávovému zrnku. Tvar semen je dosti proměnlivý a jen může přispět ke správné determinaci plodících rostlin.

/50/

Podle Spongberg (1998) mají semena *M. tripetala* vnější povrch růžovo-červený, zatímco u *M. obovata* zářivě červený povrch.

Povrch sarkotesty *M. tripetala* může být světlejší a do růžova, zatímco u *M. obovata* má povrch zářivou barvu a do oranžova.

/51/

Podle Spongberg (1998) je u *M. tripetala* vnitřní povrch semen zvrásněný podélnými rýhami, zatímco u *M. obovata* podélně rýhovaný.

Semena *M. tripetala* jsou drsně rýhovaná, u *M. obovata* více hladká, ale také lze sledovat jejich podélné rýhování. Kříženec je intermediární (a může být těžké určit, zda nepatří některému rodičovskému druhu).

/52/

#### Spektrum opylovačů:

Pokud jde o spektra opylovačů v místech přirozeného výskytu, příspěvek k *M. tripetala* přináší Thien (1974), příspěvek k *M. obovata* přináší Yasukawa et al. (1992).

Z analýz k diplomové práci Jakl (2005a) vyšlo, že v introdukčních podmínkách v ČR nebyly nalezeny podstatné rozdíly v opylovačích magnólií. Jednak např. blýskáčkovití (na květech nejčastěji) nepatří mezi specializované opylovače, ani z hlediska morfologické atraktivity pro opylovače nenacházíme podstatné rozdíly např. ve velikosti a barvě květů. Pokud existují podstatné rozdíly ve spektrech opylovačů v místech přirozeného výskytu magnólií, pak rozdíly mohou odrážet i jen odlišnosti v nabídce potenciálních opylovačů v daném geografickém místě.

/53/

V kritických fázích z hlediska opylování (samičí a samčí fáze) nemá *M. tripetala* květy tolik otevřené jako *M. obovata*. Vývoj květů v hybridní formě je plně slučitelný s možností přirozeného opylení květů a pozdější plodností rostlin.

/54/

Vlastní pozorování ukazují neznatelný rozdíl v době rašení a opadu listů, naopak u *M. tripetala* se projevuje dřívější kvetení a vybarvování souplodí.

/55/

Počet tyčinek v květu:

/56/

Tento znak byl zjišťován počítáním jizev po nasedajících tyčinkách v oblasti androforu na obvykle zralých souplodích. Rozdíl v počtu tyčinek u *M. obovata* a *M. tripetala* je dost jednoznačný. U křížence hodnoty tohoto znaku mohou jen velmi vzácně dosahovat hodnot jednoho z rodičovských druhů a kříženec je jednoznačně intermediární. Pro bezpečnou determinaci druhů pomocí tohoto znaku lze doporučit spočítání jizev po tyčinkách u dvou souplodí.

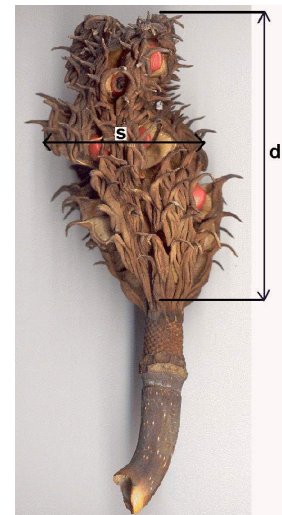
| druh | minim. | percentil<br>10% | medián | percentil<br>90% | maxim. | průměr | směrodat.<br>odchylka | počet<br>měření |
|------|--------|------------------|--------|------------------|--------|--------|-----------------------|-----------------|
| T    | 54     | 67,5             | 83     | 104              | 114    | 83,91  | 14,05                 | 44              |
| H    | 92     | 95               | 131,5  | 153,3            | 159    | 129,13 | 20,60                 | 48              |
| O    | 159    | 160              | 180    | 201              | 214    | 181,79 | 16,01                 | 38              |

Počet měchýřků tvořících souplodí:

/57/

Počet měchýřků souplodí odpovídá počtu pestíků v květu (měchýřky vznikají z pestíků). Rodičovské druhy se v tomto znaku jednoznačně liší, kříženec ovšem může častěji dosahovat hodnot *M. obovata*. Pro bezpečnou determinaci je vhodné spočítat alespoň dvě souplodí.

Obr. 7.2:  
Souplodí *M. obovata* a způsob jeho měření.



Délka plodní části souplodí:

/58/

Délka plodní části souplodí ('d' na obrázku 7.2.) byla měřena jako nejdelší rovnoběžný rozměr k podélné ose souplodí od nejspodnější části konvexní části dolních měchýřků k vrcholu plodní části souplodí.

U *M. tripetala* uvádí Spongberg (1974) délku souplodí do 10 cm, u *M. obovata* rozměry souplodí větší než 10 cm. U maximálních hodnot tohoto znaku podle vlastní analýzy skutečně tento závěr platí, minimální hodnoty však mohou být různé. Záleží totiž také na obsahu vyvíjejících se semen (bez semen i se semeny mohou být plodní části souplodí *M. obovata* dlouhé pod 10 cm). Spongberg (1998) uvádí délku plodní části souplodí 13,5-20 cm u *M. obovata* a 7-10 cm u *M. tripetala*.

Protože *M. obovata* má větší počet měchýřků než *M. tripetala*, je patrně logickým důsledkem, že zralé souplodí *M. obovata* s plně vyvinutými semeny dosahují i větších rozměrů a kříženec se chová intermediárně.

| druh | minim. | percentil 10% | medián | percentil 90% | maxim. | průměr | směrodat. odchylka | počet měření |
|------|--------|---------------|--------|---------------|--------|--------|--------------------|--------------|
| T    | 3,9    | 4,9           | 7,7    | 9,33          | 10,3   | 7,55   | 1,54               | 166          |
| H    | 4,0    | 5,72          | 8,9    | 12,34         | 13,8   | 8,98   | 2,49               | 191          |
| O    | 5,6    | 6,44          | 8,6    | 11,5          | 14,7   | 8,89   | 2,12               | 77           |

pozn.: hodnoty kvantilů a průměru jsou uvedeny v centimetrech

### Šířka plodní části souplodí:

/59/

Šířka plodní části souplodí ('s' na obrázku 7.2.) byla měřena jako nejdelší kolmý rozměr k podélné ose plodní části souplodí.

Mezi měřenými druhy jsou spíše malé rozdíly, nicméně spíše delší souplodí má *M. obovata*. Data mohou být zkrácena započítáním bezsemenných souplodí.

| druh | minim. | percentil 10% | medián | percentil 90% | maxim. | průměr | směrodat. odchylka | počet měření |
|------|--------|---------------|--------|---------------|--------|--------|--------------------|--------------|
| T    | 1,9    | 2,5           | 3,4    | 4,2           | 5,0    | 3,36   | 0,63               | 166          |
| H    | 1,9    | 2,9           | 3,7    | 4,66          | 5,8    | 3,75   | 0,73               | 191          |
| O    | 3,1    | 3,5           | 4,3    | 4,8           | 5,4    | 4,25   | 0,52               | 77           |

pozn.: hodnoty kvantilů a průměru jsou uvedeny v centimetrech

### Tloušťka stopek souplodí:

/60/

Tloušťka stopek souplodí byla měřena těsně pod jizvou po nasednutí poupěcí šupiny.

Mezi druhy jsou malé rozdíly (opět částečně mohou rozdíly stírat data ze započtených bezsemenných souplodí). Mezi měřenými druhy jsou spíše malé rozdíly, nicméně spíše tlustší stopku souplodí má *M. obovata*, jejíž souplodí ostatně mají také větší objem.

| druh | minim. | percentil 10% | medián | percentil 90% | maxim. | průměr | směrodat. odchylka | počet měření |
|------|--------|---------------|--------|---------------|--------|--------|--------------------|--------------|
| T    | 4      | 5             | 7      | 8             | 9      | 6,93   | 1,203              | 43           |
| H    | 6      | 6             | 8      | 9             | 10     | 7,78   | 1,121              | 40           |
| O    | 7      | 8             | 10     | 12            | 14     | 10,00  | 1,593              | 42           |

pozn.: hodnoty kvantilů a průměru jsou uvedeny v milimetrech

Délka zobánků (zakončení měchýřků souplodí):

/61/

U každého druhu byly měřeny vždy souplodí alespoň od dvou rostlin. Měření komplikovalo zakrnění zobánků u *M. tripetala* (drobný zčernalý koneček zobánků, na souplodí ne vždy zachovalý). Již na první pohled má *M. obovata* zobánky větší a vyvinutější. Mezi měřeními jednotlivých souplodí a rostlin existovala variabilita (např. nejčtenější délka zobánků jednotlivých souplodí se lišila o 1-2 mm), největší rozdíly byly ale mezi druhy. U *M. tripetala* se patrně projevilo omezenější množství měření (zobánky často nezachované), v grafu se potažmo projevilo méně rovnoměrným rozložením hodnot. Kříženec je intermediární (jeho zobánky jsou proti rodičovským druhům asi o jeden milimetr delší, resp. kratší).

| druh                | mm |   |     |      |      |      |      |      |      |     |     |    |     | ks   |
|---------------------|----|---|-----|------|------|------|------|------|------|-----|-----|----|-----|------|
|                     | 1  | 2 | 3   | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10  | 11  | 12 | 13  | suma |
| <i>M. tripetala</i> |    |   | 1,7 | 27,0 | 48,7 | 13,0 | 3,5  | 5,2  | 0,9  |     |     |    |     | 115  |
| kříženec            |    |   |     | 5,0  | 19,2 | 29,4 | 21,9 | 16,3 | 6,4  | 1,7 |     |    |     | 343  |
| <i>M. obovata</i>   |    |   |     |      | 6,1  | 18,3 | 30,6 | 21,9 | 13,9 | 6,9 | 1,9 |    | 0,3 | 360  |

pozn.: hodnoty podílu v procentech zobánků dané naměřené velikosti

### Počet korunovitých okvětních lístků:

/62/

V literatuře je možné narazit na problém, zda je u *M. tripetala* a *M. obovata* vyvinuto okvěti či koruna a kalich a zejména na problém uváděných různých počtů okvětních lístků. Thien (1974) u *M. tripetala* uvádí 6 nebo 9 korunových lístků, u křížence Spongberg et Weaver (1981) uvádí obvykle 9 někdy 12 okvětních lístků, Spongberg (1998) u *M. obovata* uvádí 9 až 12 okvětních lístků, u *M. tripetala* pak 9 nebo 12 květních lístků, Koblížek (2000) uvádí u *M. obovata* a *M. tripetala* 9 až 12 okvětních lístků.

Vlastní data ukazují, že se u *M. tripetala*, *M. obovata* a jejich křížence vyskytují počty 8 až 13 korunovitých okvětních lístků a vždy 3 kalichovité okvětní lístky (počítal jsem hlavně jizvy na stopkách souplodí). V počtech okvětních lístků nejsou mezi druhy podstatné rozdíly.

| druh/počet [ks]     | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | celkem |
|---------------------|----|----|----|----|----|----|--------|
| <i>M. tripetala</i> | 32 | 20 | 20 | 25 | 0  | 2  | 99     |
| hybrid              | 56 | 50 | 22 | 12 | 2  | 0  | 142    |
| <i>M. obovata</i>   | 19 | 18 | 8  | 4  | 2  | 0  | 51     |

| druh/počet [%]      | 8    | 9    | 10   | 11   | 12  | 13  |
|---------------------|------|------|------|------|-----|-----|
| <i>M. tripetala</i> | 32,3 | 20,2 | 20,2 | 25,3 | 0,0 | 2,0 |
| hybrid              | 39,4 | 35,2 | 15,5 | 8,5  | 1,4 | 0,0 |
| <i>M. obovata</i>   | 37,3 | 35,3 | 15,7 | 7,8  | 3,9 | 0,0 |

### Průměr květů:

/63/

Podle Coombes (1996) má *M. obovata* květy 20 cm široké, *M. tripetala* až 20 cm široké.

Podle vlastního zjištění má *M. obovata* menší květy než *M. tripetala*, což je znak viditelný již na první pohled. Průměr květů je u *M. tripetala* těžké změřit, neboť květy jsou obvykle přivřené. Průměr květu odpovídá zhruba dvojnásobku délky největšího okvětního lístku.

| druh | minim. | percentil 10% | medián | percentil 90% | maxim. | průměr | směrodat. odchylka | počet měření |
|------|--------|---------------|--------|---------------|--------|--------|--------------------|--------------|
| T    | 22     | 22,0          | 25,5   | 28,0          | 28     | 25,25  | 2,50               | 4            |
| H    | 16     | 18,5          | 21,0   | 24,0          | 25     | 21,31  | 2,04               | 36           |
| O    | 13     | 15,5          | 17,0   | 19,0          | 22     | 17,26  | 1,70               | 72           |

pozn.: hodnoty kvantilů a průměru jsou uvedeny v centimetrech

#### Délka největšího okvětního lístku:

/64/

Spongberg (1998) uvádí délku korunovitého okvětního lístku 8,5-12 cm u *M. obovata*, 8-12 cm u *M. tripetala*.

Potvrdil se předpoklad, že *M. obovata* má květy (okvětní lístky) menší než *M. tripetala*. Literární údaje uvádějí menší délku okvětních lístků ve srovnání s vlastními měřeními, nevztahují se ale k těm největším okvětním lístkům květu.

| druh | minim. | percentil 10% | medián | percentil 90% | maxim. | průměr | směrodat. odchylka | počet měření |
|------|--------|---------------|--------|---------------|--------|--------|--------------------|--------------|
| T    | 10,7   | 11,7          | 12,8   | 13,7          | 14,2   | 12,75  | 0,74               | 35           |
| H    | 8,3    | 9,3           | 10,5   | 12,0          | 12,0   | 10,56  | 0,94               | 36           |
| O    | 6,5    | 8,0           | 9,5    | 11,2          | 11,8   | 9,50   | 1,18               | 95           |

pozn.:pozn.: hodnoty kvantilů a průměru jsou uvedeny v centimetrech

#### Šířka největšího okvětního lístku:

/65/

Spongberg (1998) uvádí délku korunovitého okvětního lístku 1,5-4,5 cm u *M. obovata*, 2,6-4 cm u *M. tripetala*.

Podle vlastních dat má nejširší okvětní lístky kříženec (neplatí u maxima, které mohlo být u *M. obovata* dosaženo i jen díky většímu množství proměřených okvětních lístků). Tento jev ale není příliš průkazný a spíše vypovídá o malé hodnotě tohoto znaku pro determinaci studovaných druhů. Literární údaje uvádějí menší šířku okvětních lístků ve srovnání s vlastními měřeními, nevztahují se ale k těm největším okvětním lístkům květu.

| druh | minim. | percentil 10% | medián | percentil 90% | maxim. | průměr | směrodat. odchylka | počet měření |
|------|--------|---------------|--------|---------------|--------|--------|--------------------|--------------|
| T    | 3,8    | 4,1           | 4,7    | 5,5           | 5,5    | 4,74   | 0,48               | 35           |
| H    | 4,3    | 4,5           | 5,5    | 6,0           | 6,0    | 5,24   | 0,54               | 36           |
| O    | 3,4    | 4,0           | 4,8    | 5,5           | 6,3    | 4,76   | 0,60               | 95           |

pozn.:hodnoty kvantilů a průměru jsou uvedeny v centimetrech



### Počet listů na umbrele:

/66/

Počítány byly listy jedné umbrely (vějíře listů na konci letorostu). Nebyly započítávány letorosty bez květů (ryze vegetativní). Průměrné počty listů na umbrelách jednotlivých rostlin měly poměrně malý rozptyl (4,8-7,0) a skutečné počty listů na umbrele se pohybovaly od 4 do 9 kusů. Průměrné počty listů u všech druhů se lišily maximálně o zhruba jen jeden list, přesto kříženci (včetně omezeného množství zvláště započítávaných F2 kříženců) zaujaly průměrné hodnoty mezi rodičovskými druhy. Tento znak moc dobře použitelný pro rozlišení druhů není (minimální rozdíly, ani u řádově desítek měření nemusíme druhy správně identifikovat), ale ve své podstatě se jedná o znak patrně nezávislý na prostředí (listy mohou být různě vyvinuty, ale jejich počet je patrně náhodný).

| <b>druh</b>         | <b>průměr</b><br>[ks/umbrela] | <b>počet listů</b> |
|---------------------|-------------------------------|--------------------|
| <i>M. tripetala</i> | 5,245                         | 577                |
| kříženec            | 6,279                         | 1237               |
| kříženec F2         | 5,409                         | 119                |
| <i>M. obovata</i>   | 6,423                         | 668                |

### Délka čepele listu:

/67/

Spongberg (1998) uvádí délku čepele listu *M. obovata* (10-) 16-45 (-50) cm, *M. tripetala* (15-) 22-38 (-60) cm. Obecně se v literatuře uvádí větší rozměry listové čepele u *M. tripetala* proti *M. obovata*. Tento závěr vlastní data (měřeny jen plně vyvinuté listy umbrel) podporují. Kříženec má délku listové čepele intermediární. Protože rozdíl ve velikosti listové čepele mezi *M. obovata* a *M. tripetala* je v průměru jen asi 10 cm (1/3-1/4 délky listu), je možno jednotlivé druhy rozlišit až při velkém množství měření. Tento znak není vhodný pro jednoznačnou identifikaci studovaných druhů (listy mohou být různě vyvinuté i v závislosti na prostředí).

| druh | minim. | percentil<br>10% | medián | percentil<br>90% | maxim. | průměr | směrodat.<br>odchylka | počet<br>měření |
|------|--------|------------------|--------|------------------|--------|--------|-----------------------|-----------------|
| T    | 19,2   | 30,30            | 38,80  | 46,77            | 57,1   | 38,44  | 6,743                 | 212             |
| H    | 19,5   | 25,27            | 33,35  | 40,70            | 45,7   | 33,25  | 5,901                 | 276             |
| O    | 15,9   | 22,04            | 28,30  | 33,18            | 37,0   | 27,83  | 4,293                 | 143             |

pozn.: hodnoty kvantilů a průměru jsou uvedeny v centimetrech

### Šířka čepele listu:

/68/

Spongberg (1998) uvádí šířku čepele listu *M. obovata* (5,8-) 9-20 (-25) cm, *M. tripetala* (6-) 10-23,5 cm. Podle vlastního měření se šířka čepele listu nejeví jako dobrý determinační znak - hodnoty jednoho druhu prakticky odpovídají hodnotovému rozpětí zbylých druhů a intermediarita křížence není patrná.

| druh | minim. | percentil 10% | medián | percentil 90% | maxim. | průměr | směrodat. odchylka | počet měření |
|------|--------|---------------|--------|---------------|--------|--------|--------------------|--------------|
| T    | 6,3    | 12,59         | 16,65  | 20,6          | 24,3   | 16,57  | 3,354              | 212          |
| H    | 8,4    | 13,2          | 17,55  | 21,63         | 25,2   | 17,56  | 3,215              | 276          |
| O    | 8,7    | 12,54         | 14,9   | 17,62         | 20,3   | 14,97  | 2,065              | 143          |

pozn.: hodnoty kvantilů a průměru jsou uvedeny v centimetrech

### Délka řapíku listu:

/69/

Zdá se, že *M. obovata* má delší řapík než *M. tripetala* a kříženec je intermediární. Délka řapíku zřejmě souvisí i s délkou čepele - čím delší čepel, tím kratší řapík. Bohužel pro jednoznačnou determinaci druhů tento znak doporučit nelze (jen malé rozdíly mezi druhy, průměry rodičovských druhů křížence se liší pouze o 16%).

| druh | minim. | percentil 10% | medián | percentil 90% | maxim. | průměr | směrodat. odchylka | počet měření |
|------|--------|---------------|--------|---------------|--------|--------|--------------------|--------------|
| T    | 1,2    | 2,1           | 2,9    | 3,6           | 4,6    | 2,87   | 0,617              | 212          |
| H    | 1,9    | 2,4           | 3,0    | 3,8           | 4,4    | 3,05   | 0,527              | 276          |
| O    | 2,0    | 2,6           | 3,4    | 4,26          | 4,8    | 3,43   | 0,627              | 143          |

pozn.: hodnoty kvantilů a průměru jsou uvedeny v centimetrech

Frekvence laločnatých listů na umbrele:

/70/

Laločnaté listy u *M. tripetala* nikdy nebyly nalezeny. Tabulka shrnuje počty generativních letorostů s laločnatými a nelaločnatými listy. Meziročně se výsledky u jednotlivých rostlin mohou zásadně lišit. Výskyt laločnatých listů lze považovat za znak nezávislý na prostředí.

| <b>jedinec</b>  | <b>druh</b> | <b>laloč. listů</b> | <b>nelaloč. listů</b> |
|-----------------|-------------|---------------------|-----------------------|
| 63/1            | h           | 4                   | 56                    |
| 19/1            | h           | 4                   | 9                     |
| 5/15            | h           | 21                  | 6                     |
| 5/14            | h           | 0                   | 4                     |
| 1/1             | h           | 3                   | 12                    |
| 5/17            | h           | 1                   | 4                     |
| 5/16            | h           | 31                  | 6                     |
| 5/18            | h           | 3                   | 17                    |
| 1/9 (2003)      | h           | 3                   | 19                    |
| 1/9 (2004)      | h           | 0                   | 22                    |
| 1/10 (2003)     | h           | 7                   | 21                    |
| 1/10 (2004)     | h           | 9                   | 19                    |
| 1/11 (2003)     | h           | 17                  | 14                    |
| 1/11 (2004)     | h           | 9                   | 13                    |
| 1/12 (2003)     | h           | 8                   | 21                    |
| 1/12 (2004)     | h           | 3                   | 21                    |
| 1/15 (2003)     | h           | 6                   | 24                    |
| 1/15 (2004)     | h           | 1                   | 16                    |
| 7/4             | h           | 10                  | 23                    |
| Lednice kašna   | h2          | 7                   | 9                     |
| Lednice park    | h2          | 7                   | 14                    |
| 3/1             | o           | 7                   | 12                    |
| V. Březno       | o           | 4                   | 4                     |
| BZ              | o           | 23                  | 6                     |
| Kostelec vedle  | o           | 6                   | 8                     |
| Kostelec pod    | o           | 13                  | 9                     |
| Kostelec spodní | o           | 3                   | 12                    |

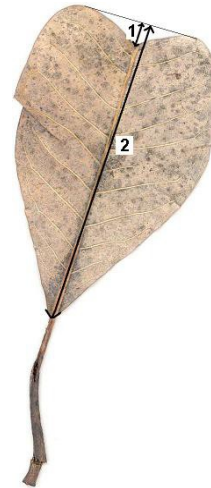
Stupeň laločnatosti laločnatého listu:

/71/

Stupeň laločnatosti byl vypočítán jako údaj, kolik procent délky čepele listu (rozměr 2 u obrázku 7.3.) zabírá vykrojení v apikální části listu (rozměr 1).

U žádné rostliny *M. tripetala* nebyl nalezen ločnatý list, proto tento druh v popisné tabulce chybí. U *M. obovata* byla zaznamenána délka vykrojení až do třetiny délky čepele listu (32,05%). U křížence laločnaté listy nebyly tolik laločnaté.

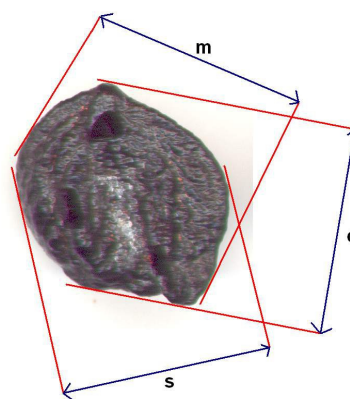
Obr. 7.3: Laločnatý list.



| druh | minim. | percentil<br>10% | medián | percentil<br>90% | maxim. | průměr | směrodat.<br>odchylka | počet<br>měření |
|------|--------|------------------|--------|------------------|--------|--------|-----------------------|-----------------|
| H    | 0,34   | 0,91             | 3,66   | 10,1             | 19,72  | 4,62   | 3,78                  | 119             |
| O    | 0,64   | 1,17             | 6,42   | 21,17            | 32,05  | 8,33   | 7,84                  | 48              |

pozn.: hodnoty kvantilů a průměru jsou uvedeny v procentech (délka

Obr. 7.4: semeno



Délka semen:

/72/

Semena kříženců jsou reprezentována dvěma souplodími kříženců opylovaných pylem kříženců (nešlo ale o geitonogamické opylení). Délka semene byla měřena jako vzdálenost apikální části semene od spodní hrany semene (rozměr 'd' na obrázku 7.4.).

Srovnání délek semen vypovídá o větších semenech *M. obovata* než *M. tripetala* a intermediaritě křížence. Rozdíl v délce semen u druhů není příliš velký (průměry rodičovských druhů křížence se liší pouze o 14%) a rovněž velikost semen může souviset s jejich množstvím v souplodích.

| druh | minim. | percentil 10% | medián | percentil 90% | maxim. | průměr | směrodat. odchylka | počet měření |
|------|--------|---------------|--------|---------------|--------|--------|--------------------|--------------|
| T    | 66     | 78            | 88     | 95            | 104    | 87,09  | 6,32               | 257          |
| H    | 70     | 84,9          | 93     | 100           | 107    | 93,14  | 6,06               | 108          |
| O    | 74     | 91            | 102    | 111,5         | 122    | 101,23 | 8,43               | 194          |

pozn.: hodnoty kvantilů a průměru jsou uvedeny v desetinách milimetru

Šířka semen:

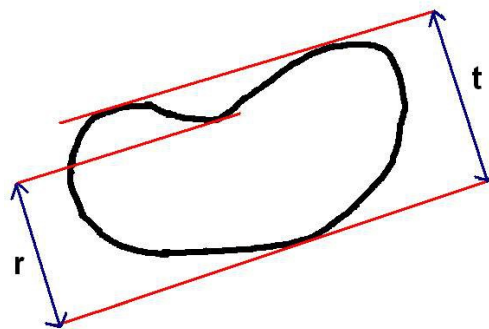
/73/

Šířka semene (rozměr 's' na obrázku 7.4.) byla měřena jako vzdálenost vymezená bočními hranami semene. Naměřená data naznačují větší šířku semen *M. tripetala*. Ta má semena ovšem celkově kratší. Rozdíly mezi druhy v šířce nejmenších semen jsou zcela minimální (několik až 0%).

| druh | minim. | percentil 10% | medián | percentil 90% | maxim. | průměr | směrodat. odchylka | počet měření |
|------|--------|---------------|--------|---------------|--------|--------|--------------------|--------------|
| T    | 62     | 72            | 83     | 104           | 119    | 86,21  | 12,30              | 257          |
| H    | 58     | 71            | 80     | 91,1          | 96     | 80,13  | 7,86               | 108          |
| O    | 58     | 68            | 78     | 86            | 95     | 77,66  | 7,08               | 194          |

pozn.: hodnoty kvantilů a průměru jsou uvedeny v desetinách milimetru

Obr. 7.5: Příčný řez semenem.



Tloušťka semen:

/74/

Tento znak ('t' na obrázku 7.5) druhy vidno zřetelně neodlišuje, tloušťka semen daných druhů je obdobná.

| druh | minim. | percentil 10% | medián | percentil 90% | maxim. | průměr | směrodat. odchylka | počet měření |
|------|--------|---------------|--------|---------------|--------|--------|--------------------|--------------|
| T    | 32     | 38            | 43     | 49            | 55     | 43,31  | 4,29               | 257          |
| H    | 28     | 36            | 40     | 45            | 51     | 40,57  | 3,75               | 108          |
| O    | 26     | 40            | 45     | 51            | 57     | 45,35  | 4,76               | 194          |

pozn.: hodnoty kvantilů a průměru jsou uvedeny v desetínách milimetru

Tloušťka semen v rýze:

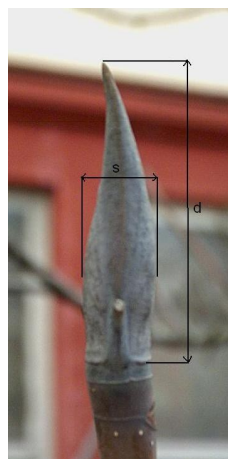
/75/

Tento znak ('r' na obrázku 7.5) zřejmě nijak druhy neodlišuje. Vlastní rýha semen je zhruba 1 mm.

| druh | minim. | percentil 10% | medián | percentil 90% | maxim. | průměr | směrodat. odchylka | počet měření |
|------|--------|---------------|--------|---------------|--------|--------|--------------------|--------------|
| T    | 24     | 29            | 33     | 38            | 43     | 32,93  | 3,66               | 257          |
| H    | 20     | 26            | 30     | 38            | 42     | 31,02  | 4,40               | 108          |
| O    | 20     | 31            | 37     | 43            | 47     | 36,93  | 4,71               | 194          |

pozn.: hodnoty kvantilů a průměru jsou uvedeny v centimetrech

Obr. 7.6: Zimní pupen.



Délka pupenů:

/76/

Měřeny byly jak pupeny z nichž se vyvíjely letorosty i s květy, tak letorosty bez květů (se 100%ní jistotou tyto pupeny v zimním období či předjaří odlišit nelze). Měření probíhala v období po shoení listů (podzim-zima), nejpozději v předjaří. Od každého druhu byly proměřeny alespoň 2 rostliny. Délka pupenu byla měřena jako rozměr 'd' na obrázku 7.6.

Vrcholový pupen *M. tripetala* je podle Cigánová (1989) 4-5 cm dlouhý, zatímco u *M. obovata* 2-3 cm dlouhý. Vlastní morfometrická analýza pupenů neprokazuje rozdíly v délce pupenů mezi druhy.

| druh | minim. | percentil 10% | medián | percentil 90% | maxim. | průměr | směrodat. odchylka | počet měření |
|------|--------|---------------|--------|---------------|--------|--------|--------------------|--------------|
| T    | 5      | 15            | 32     | 42            | 57     | 30,30  | 9,73               | 244          |
| H    | 6      | 17,9          | 33     | 43            | 56     | 32,01  | 9,80               | 268          |
| O    | 5      | 18            | 31     | 42            | 54     | 30,19  | 9,38               | 247          |

pozn.: hodnoty kvantilů a průměru jsou uvedeny v milimetrech

Šířka pupenů:

/77/

Délka pupenu byla měřena jako rozměr 's' na obrázku 7.6. Vrcholový pupen *M. tripetala* je podle Cigánová (1989) 0,6-1,2 cm v průměru, zatímco u *M. obovata* 0,7-1 cm v průměru. Vlastní morfometrická analýza pupenů neprokazuje rozdíly v šířce pupenů mezi druhy.

| druh | minim. | percentil 10% | medián | percentil 90% | maxim. | průměr | směrodat. odchylka | počet měření |
|------|--------|---------------|--------|---------------|--------|--------|--------------------|--------------|
| T    | 2      | 4             | 7      | 10            | 14     | 7,01   | 2,43               | 244          |
| H    | 3      | 5             | 9      | 13            | 17     | 9,01   | 2,91               | 268          |
| O    | 2      | 5             | 8      | 12            | 16     | 8,06   | 2,47               | 247          |

pozn.: hodnoty kvantilů a průměru jsou uvedeny v milimetrech

#### Délka nitky tyčinky:

/78/

Nitky tyčinek jsou větší směrem k *M. obovata*, která má také největší rozpětí naměřených hodnot. Kříženec vykazuje určitou intermediaritu. Délka nitek *M. obovata* a *M. tripetala* se jednoznačně liší (jen vzácné přesahy naměřených hodnot do rozpětí druhého botanického druhu). Tento znak lze doporučit pro odlišení *M. obovata* od *M. tripetala*, determinace kříženců však může činit potíže.

| druh | minim. | percentil 10% | medián | percentil 90% | maxim. | průměr | směrodat. odchylka | počet měření |
|------|--------|---------------|--------|---------------|--------|--------|--------------------|--------------|
| T    | 23     | 30,5          | 38     | 51,5          | 72     | 39,4   | 8,77               | 104          |
| H    | 17     | 32,7          | 59     | 71            | 86     | 55,3   | 14,29              | 176          |
| O    | 60     | 76            | 101    | 134,4         | 166    | 102,5  | 22,72              | 105          |

pozn.: hodnoty kvantilů a průměru jsou uvedeny v desetínách milimetru

#### Délka prašníku tyčinky:

/79/

Největší rozptyl naměřených hodnot má kříženec, nicméně tento rozptyl může být dán jen dostupností proměřeného materiálu. Opět je naznačen trend, že delší prašníky má *M. obovata* než *M. tripetala*.

| druh | minim. | percentil 10% | medián | percentil 90% | maxim. | průměr | směrodat. odchylka | počet měření |
|------|--------|---------------|--------|---------------|--------|--------|--------------------|--------------|
| T    | 54     | 62,5          | 68,5   | 82,5          | 125    | 70,9   | 10,62              | 104          |
| H    | 34     | 43            | 89,5   | 122,3         | 134    | 85,2   | 31,05              | 176          |
| O    | 102    | 110           | 139    | 150           | 162    | 135,2  | 13,74              | 105          |

pozn.: hodnoty kvantilů a průměru jsou uvedeny v desetínách milimetru

#### Počet chromosomů:

/80/

Spongberg (1998) uvádí u *M. obovata* a *M. tripetala* počet chromosomů  $2n=38$ . Tento počet byl potvrzen vlastními analýzami s roztlakovými preparáty jak u rodičovských druhů, tak u křížence. Průtokovou cytometrií byla vyloučena polyploidizace u většího počtu kříženců. V počtu chromosomů není mezi druhy rozdíl.



Všechny kvantitativní znaky uvedené ve Spongberg (1998) byly proměřeny a počítány - až na velikost gynecia. Zmínit lze i vlastní studium znaků odvozených ze znaků kvantitativních, mezi kterými byla předpokládána lineární závislost. Konkrétně šlo o tyto závislosti: šířka/délka největšího okvětního lístku; délka/šířka čepele listu; délka čepele/délka řapíku; délka výkroje čepele laločnatého listu/délka čepele listu; délka/šířka souplodí; šířka/délka semen; délka/tloušťka (šířka) pupenů; délka prašníku/délka nitky. Pro determinaci druhů se odvozené znaky neukázaly vhodné. Nicméně projevuje se určitá závislost mezi délkou čepele listu a délkou jeho řapíku, délkou a šířkou souplodí (souplodí větší šířky mohou mít také proměnlivější délku - záleží na obsahu vyvíjejících se semen), délkou a tloušťkou pupenů. Dále i poměrně malé listy *M. obovata* či křížence mají hodně velký výkroj na vrcholu listu, proto žádný vztah mezi délkou čepele a její laločnatostí prakticky neexistuje.

Pakliže jsou mezi rodičovskými druhy výrazné morfologické rozdíly, pak se křížencek projevuje obvykle intermediárně mezi rodičovskými druhy. Jen výjimečně existují znaky, pomocí kterých je možno studované druhy jednoznačně identifikovat na základě stanovení hodnot nějakého znaku z několika málo orgánů (tyto znaky jsou označeny '+++' v tabulce 7.1.). S pomocí dalších znaků lze odlišit jen rodičovské druhy a determinace kříženců je možná jen díky zjištění kombinací těchto znaků (viz '++' v tabulce 7.1.). Například kombinace chlupatých zelených částí letorostů (znak *M. tripetala* a křížence) a červených řapíků listů (znak *M. obovata* a křížence) je možná jen u rostlin kříženců.

Morfologická variabilita u některých neutrálních znaků (jež nemůže ovlivnit prostředí), jako je laločnatost listů či chlupatost řapíku, patrně přímo nesouvisí s genetickou variabilitou v rámci jednotlivých druhů a tyto znaky jsou meziročně proměnlivé. Nebylo prokázáno, že by jeden z rodičovských druhů vykazoval vždy větší hodnoty u všech měřených rozměrových znaků (jeden druh není pouhou zvětšeninou druhého druhu).

Byly objeveny i spolehlivé znaky, které se běžně nepoužívají v určovacích pomůckách (počty tyčinek a pestíků v květech). Vlastní morfologická data byla srovnána s literárními údaji. Na základě srovnání dostupných dat lze předpokládat, že vlastní data dostatečně reprezentují reálné morfologické vlastnosti studovaných rostlin (často byly naměřeny i maximální hodnoty udávané v literatuře).

Tabulka 7.1: Přehled studovaných znaků a jejich vhodnost pro determinaci druhů.

| Název znaku                                      | Č. zn. | Determinace |
|--|--------|-------------|
| vzrůst   | 1      | ++          |
| habitus  | 2      | +           |
| barva borky                                      | 3      | 0           |
| povrch borky                                     | 4      | 0           |
| větvení  | 5      | 0           |
| tvár a nahloučení listových jizev                | 6      | 0           |
| velikost zimních pupenů                          | 7      | 0           |
| druh a postavení zimních pupenů                  | 8      | 0           |
| barva zimních pupenů                             | 9      | +           |
| odění zimních pupenů                             | 10     | +           |
| tvár zimních pupenů                              | 11     | +           |
| uspořádání listů                                 | 12     | 0           |
| tvár řapíků                                      | 13     | 0           |
| barva řapíku                                     | 14     | ++          |
| chlupatost zelené části letorostů a řapíků listů | 15     | ++          |
| velikost čepele                                  | 16     | 0           |
| tuhost čepele                                    | 17     | +           |
| tvár listové čepele                              | 18     | +           |
| báze listové čepele                              | 19     | +           |
| špička listové čepele                            | 20     | +           |
| laločnatost listů                                | 21     | ++          |
| okraj listové čepele                             | 22     | 0           |
| barva svrchní plochy listu                       | 23     | 0           |
| odění svrchní plochy listu                       | 24     | 0           |
| barva spodní plochy listu                        | 25     | ++          |
| odění spodní plochy listu                        | 26     | ++          |
| tvár květů                                       | 27     | ++          |
| vůně květů                                       | 28     | ++          |
| odění květní stopky                              | 29     | 0           |
| tloušťka květní stopky                           | 30     | +           |
| rozlišení vnitřních a vnějších okvětních lístků  | 31     | +           |
| tvár báze vnějších okvětních lístků              | 32     | 0           |
| tvár vnějších okvětních lístků                   | 33     | 0           |
| barva vnějších okvětních lístků                  | 34     | +           |
| tloušťka vnitřních okvětních lístků              | 35     | 0           |
| barva vnitřních okvětních lístků                 | 36     | 0           |
| tvár korunovitých okvětních lístků               | 37     | +           |
| zúžení báze vnitřních okvětních lístků           | 38     | 0           |
| barva nitek tyčinek                              | 39     | +           |
| barva prašníků tyčinek                           | 40     | +           |
| velikost gynecea                                 | 41     | +           |
| barva pestíků                                    | 42     | ++          |
| tvár souplodí                                    | 43     | ++          |
| hloubka jizev po tyčinkách na stopce souplodí    | 44     | +           |
| barva souplodí                                   | 45     | +           |

|                                      |    |    |
|--------------------------------------|----|----|
| zřetelnost zobánků na měchýřcích     | 46 | ++ |
| zavěšení zralých semen na souplodích | 47 | +  |
| povrch a tvar stopky souplodí        | 47 | +  |
| tvar dolních měchýřků souplodí       | 49 | 0  |
| tvar semen                           | 50 | +  |
| barva vnějšího povrchu semen         | 51 | +  |
| rýhovitost semen                     | 52 | ++ |
| spektrum opylovačů                   | 53 | 0  |
| ontogeneze květů                     | 54 | +  |
| fenologický vývoj                    | 55 | +  |

### Analyzované kvantitativní znaky

| Název znaku                                 | Č. zn. | Determinace |
|---|--------|-------------|
| počet tyčinek v květu                       | 56     | +++         |
| počet měchýřků tvořících souplodí           | 57     | +++         |
| délka plodní části souplodí                 | 58     | +           |
| šířka plodní části souplodí                 | 59     | 0           |
| tloušťka stopek souplodí                    | 60     | +           |
| délka zobánků (zakončení měchýřků souplodí) | 61     | ++          |
| počet korunovitých okvětních lístků         | 62     | 0           |
| průměr květů                                | 63     | +           |
| délka největšího okvětního lístku           | 64     | +           |
| šířka největšího okvětního lístku           | 65     | +           |
| počet listů na umbrele                      | 66     | 0 až +      |
| délka čepele listu                          | 67     | +           |
| šířka čepele listu                          | 68     | 0           |
| délka řapíku listu                          | 69     | 0 až +      |
| frekvence laločnatých listů na umbrele      | 70     | ++          |
| stupeň laločnatosti laločnatého listu       | 71     | +           |
| délka semen                                 | 72     | +           |
| šířka semen                                 | 73     | 0 až +      |
| tloušťka semen                              | 74     | 0           |
| tloušťka semen v rýze                       | 75     | 0           |
| délka pupenů                                | 76     | 0           |
| šířka pupenů                                | 77     | 0           |
| délka nitky tyčinky                         | 78     | +           |
| délka prašníku tyčinky                      | 79     | 0           |
| počet chromosomů                            | 80     | 0           |

- 0 znak k determinaci prakticky nepoužitelný (shoda mezi druhy)
- + malý rozdíl mezi druhy, který se projevuje až při velkém množství měření
- ++ samotný znak může spolehlivě odlišit *M. tripetala* a *M. obovata*, ale nikoli křížence (podobnost s jedním rodičovským druhem)
- +++ znak pro bezpečnou determinaci rodičovských druhů i křížence

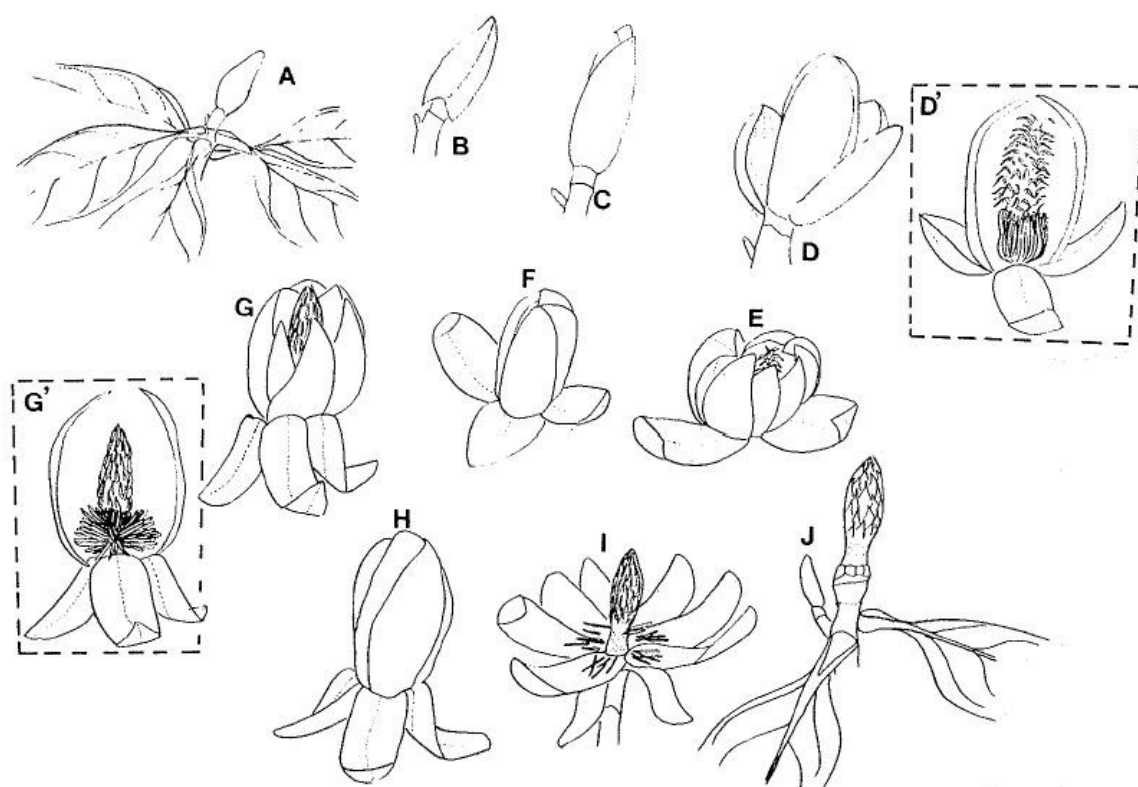
Vlastní testy vitality pylu podle Jakl (2005a) s využitím barvení TTC dokládají, že vitalita pylu se mezi druhy příliš neliší a všechny tvoří pyl vitální. To ostatně dokládá i plodnost nejen rodičovských druhů, ale i křížence. U pylu starších květů v samčí fázi bylo možno sledovat úbytek intenzivně se barvících pylových zrn (potažmo nižší enzymatickou aktivitu).

Semena rodičovských druhů i křížence mají při náležitě péči poměrně velkou klíčivost, někdy i přes 70% podle Jakl (2005a). Rozdíly v klíčivosti semen mezi druhy nejsou zřejmé. Pod dospělými jedinci v podmínkách ČR se nikdy nepodařilo nalézt semenáčky. Pokud tedy testujeme nulovou hypotézu, že zde žádné přirozené zmlazení není, nikdy se nepodařilo tuto hypotézu zamítnout (zmlazení prostřednictvím semenáček nelze vyloučit, dosud ale nikdy nebylo potvrzeno). Prakticky nedochází ani k vegetativnímu šíření rostlin. U spodních částí kmene ale může dojít ke zmlazení starých jedinců (v koruně již usychajících a rozpadajících, ve spodní části kmene ovšem kmenová výmladnost). S problematickým generativním i vegetativním rozmnožováním souvisí i fakt, že "deštníkové magnólie" se neprojevují invazním chováním (v Průhonickém parku naopak takový charakter mají jiné druhy - křídlatky, kolotočník ozdobný, vlčí bob aj.)

Hybridizace *Magnolia obovata* a *M. tripetala* v přírodě vzhledem k rozšíření těchto druhů na různých kontinentech není možná. Kde jsou tyto druhy pěstovány společně, ke vzniku hybridních semen může docházet. Takový příklad je doložen v Arnoldově arboretu, odkud přirozeně vzniklé křížence popisují Spongberg et Weaver (1981). Vlastní umělé hybridizace podle Jakl (2005a) dokládají vznik klíčivých semen při opylování květů téže rostliny (geitonogamie), při primárním křížení druhů, ale i pokud jde o křížení kříženců mezi sebou či o zpětná křížení s rodičovskými druhy. Úspěšnost hybridizačních pokusů byla spolehlivě vyšší než 50% a mezi druhy se projevuje v podstatě volná křížitelnost.

## 8. Vývoj květů a jejich atraktanty

Výsledky vlastního studia bylo možno srovnat s vývojem popsáním v práci Kikuzawa et Mizui (1990), ale i on-line videi odkázanými Jakl (2011) v sekci k vývoji květů - zrychlený vývoj květů zdokumentovaný kamerovým natáčením. Zavedeno je vlastní slovní označení (resp. označení malými písmeny) jednotlivých fází vývoje, proti dřívějšímu přístupu podle Jakl (2005a) zde však došlo k určitému zjednodušení. Květ "pasvíčkový" není řazen k fázi "svíčkové", neboť z funkčního hlediska (nikoli jen vzhledového) je to květ "mužský" (tedy nikoli v přechodové fázi, ale fázi samčí). Fáze vývoje jsou fotograficky zdokumentovány na elektronické příloze a vytvořena byla i animace s podrobným komentářem (komentovaná animace obvyklého vývoje květů a souplodí *Magnolia obovata* × *M. tripetala*).



Obr. 8.1: Vývoj květů *Magnolia obovata*, Kikuzawa et Mizui (1990).

1. "Juvenilní květní poupě" zprvu malých rozměrů a kryté zelenou šupinou (záhy opadávající; stupeň a, resp. A) a následně kryté druhou odpadávající hnědou šupinou (stupeň b, resp. B).
2. "Receptivní poupě" (resp. C) nekryté hnědou šupinou, v horizontu hodin až dnů panenský květ. Blizny jsou v poupatech naježeny a receptivní i několik dní před "panenskou" fází (možnost umělého opylení).
3. "Panenský květ" (resp. E, D') otevřený květ v samičí fázi s odstálými a exudáty pokrytými bliznami (pokud následuje 4b, pak tato fáze jakoby přeskočena - květ se neotevře). Tyčinky jsou přitisknuté k androforu, pyl je uzavřený v prašnicích. Fáze večerních a odpoledních hodin, kritická fáze z hlediska přirozeného opylení. Otevírání květu začíná odchlípením vnějších třech kalichovitých lístků (D).
4. "Svíčkový květ" (resp. F) je přechodová fáze mezi samčí a samičí fází. Příznačné jsou odstávající kalichovité lístky a květ pouzavírající korunovité lístky, uzavřené prašníky (stupeň a). Netypický svíčkový květ (stupeň b, "pseudosvíčkový") má "kalich" jen poodhrnutý, květ je celkem uzavřený a v době kdy měl být panenský se neotevřel.
5. "Mužský květ" neboli "ježek" (resp. G, G', I) s naježenými tyčinkami a vitální pyl vyprašujícími prašníky, fáze chronologicky začínající den po fázi panenské (stupeň a). Formace "pasvíčkový" květ (stupeň b) připomíná vnějším uspořádáním květních obalů květ svíčkový, nejde však o přechodovou fázi, protože tato formace vznikla uzavřením květu mužského (jde o samčí fázi, resp. H).
6. "Odkvétající květ" (resp. J) který splnil svou funkci (opylen, poskytl pyl či obojí), okvětní lístky začínají hnědnout, schnout a opadávat. Dostupný pyl ztrácí vitalitu a ztrácí atraktivitu pro pyložravé brouky (v květu i jiné skupiny členovců než sloužící primárně jako opylovači).
7. "Zrající a zralé souplodí" bez zbytků květních obalů a andrecea, zelené, zvětšující svůj objem (stupeň a), dužnaté, již nedorůstající a červenající (stupeň b), s alespoň dvěma otevírajícími se měchýřky, vyvinutými semeny, počínajícím dřevnatěním či zdřevnatěním a případně s na poutkách visícími semeny (stupeň c - "zralá souplodí").
8. "Bezsemenné souplodí" zjevně sesychající s hnědnoucími semeníky (neplatí obvykle u podrodu *Yulania*) a úbytkem objemu, brzy odpadající (stupeň a), někdy vývojově pokračující jakoby do fáze 7b (pakliže souplodí s nedovyvinutými semeny, avšak červená, dužnatá, pak stupeň 8b).



**1a-b-----2-----3-----4a-----5a-----6-----7a-b-c**

**\-----4b-----/ \5b/ \8a**

**\8b**

Schéma 8.2: Vývoj květů a souplodí *M. obovata* a *M. tripetala* (červeně fáze s možnými opylovači, na prvním řádku modelový průběh, na dolních jiné možné).

Zvolená terminologie jasně rozlišuje přeměnu poupěte na květ a souplodí. U květu rozlišuje pohlavní fáze, u souplodí vývoj dozrávání (resp. vývoj souplodí bez vyvíjejících se semen). Vývoj květů není jednotný a dochází zde k různému uzavírání či přímo neotvírání. Správné rozlišení fází květu je důležité pro potřeby realizace umělé hybridizace - zejména vyhnutí se opylování květů v přechodové fázi (může připomínat rozevírající se poupě), ale nutně květů v samičí fázi. Je nutné zdůraznit, že zde nemáme květy samčí a samičí (oddělené), ale květy v samčích a samičích fázích.

Samičí fázi (♀) představují v podstatě již poupata (jsou opylitelná), typicky "panenské květy" a začátek "pseudosvíčkové fáze". Přechodovou fázi (☀) představují fáze "svíčkové" a "pseudosvíčkové". Samčí fázi (♂) představují květy "mužské" a "pasvíčkové", a to do doby ztráty vitality pylu. Souplodí se dále vyvíjejí či nevyvíjejí podle obsahu vyvíjejících se semen. Obvykle se vyvíjejí zvětšováním objemu, červenáním, puknutím měchýřků a jejich sesycháním (zralá semena mohou viset na poutkách). Bezsemenná souplodí sesychají a spadají, nebo padají dužnatá nezralá s několika nedovyvinutými semeny.

Vlastní olfaktometrické analýzy shrnula publikace Jakl (2008). Analýzy se zabývaly otázkou preference vizuálních a chemických atraktantů opylovači a rozdíly v atraktivitě květů v jednotlivých fázích ontogeneze květů. Jejich cílem bylo zjištění, zda se jako atraktanty mohou uplatňovat chemické atraktanty v podobě vůně květů a methylbenzoátu, a zda brouci rodu *Meligethes* preferují květy v nějaké určité fázi vývoje květů (testování hypotézy automimiker a alternativní hypotézy vlastní).

Vlastní pokusy z hlediska atraktantů ukázaly mimořádnou citlivost brouků rodu *Meligethes* na světelné podmínky. Chemické atraktanty patrně nehrají hlavní roli u rodu *Magnolia* ani v možné preferenci samičí fáze květů před samčí (mohou však existovat rozdíly ve vizuálních atraktantech - např. viditelných v UV světle), hypotézu automimiker tak nelze na základě vlastních dosavadních testů zavrhnout.



## 9. Zjištěný výskyt zástupců "deštníkových magnólií"

Za dobu více než jednoho desetiletí sledování výskytu "deštníkových magnólií" bylo možné zaznamenat různé změny i v jejich výskytu - nové výsadby, ale i úhyny. Nad rámec publikací Jakl (2009) a Jakl (2009a) doplňuji několik aktuálních údajů.

Průhonický park: V letech 2015 a 2016 zde byly podle sdělení ředitele BÚ AV ČR Miroslava Vosátky pod vedením prof. Jany Hajšlové provedeny analýzy obsahových látek pěstovaných rostlin kříženců. Odstraněno zde bylo několik jedinců vzrostlých stromů.

K hybridizacím může docházet například v kyjevských botanických zahradách (Ukrajina). V národní botanické zahradě M.M. Gryška lze v roce 2011 potvrdit v části věnované magnóliím výskyt 6 +3 (vzrostlých a mladších) *M. obovata* a 2 + 1 *M. tripetala*. V univerzitní botanické zahradě A.V. Fomina lze potvrdit 4+4 rostliny *M. obovata* a *M. tripetala* a 3 mladé rostliny (nelze vyloučit křížence).

Následující přehled uvádí přehled fyzicky ověřených rostlin "deštníkových magnólií" v ČR od roku 2002.

### *Magnolia obovata*:

- Hradec Králové – Bohuslava Martinů 16 (1×)
- Kostelec nad Černými lesy – arboretum (2×)
- Praha 6 - Na Zátorce 2 - před velvyslanectvím SR (1×)
- Praha –botanická zahrada PřF UK (1×)
- Průhonice – Dendrologická zahrada (2×, jedna rostlina panašovaná)
- Průhonice – zámecká obora (1×)
- Velké Březno - zámecký park (1×)

### *Magnolia tripetala*:

- Bílá Lhota u Litovle – arboretum (2×, Kabelík zde r. 1972 vyšetřoval i antibiotické vlastnosti)
- Hluboká n. Vltavou – zámecký park (1×)
- Hronov - Žabokrky 26 (1×)
- Jaroměř – před ZŠ (3×)
- Konopiště –Růžová zahrada (2×)

- Kopidlno – zámecký park (1×)
- Kostelec nad Černými lesy – arboretum (3×)
- Nový Dvůr u Opavy –arboretum (2×)
- Písek – arboretum VOŠL a SLŠ (1×)
- Plzeň – Křížkové sady (5×)
- Plzeň – Šafaříkové sady (1×)
- Plzeň – ZOO (1×)
- Praha - Letňany, Beranových 130 - před budovou VZLU (3×)
- Praha – zastávka "Sídliště Malešice" (10×)
- Praha 6 - Na Zátorce 1 (1×)
- Praha 8 - U Větrolamu 20 (1×)
- Průhonice – areál VÚKOZ (1×)
- Průhonice – zámecký park a obora (2×)
- Ráby – před Perníkovou chaloupkou (1×)
- ZOO Praha (4×)

*Magnolia obovata* × *M. tripetala*

- Kostelec nad Černými lesy – arboretum (5×)
- Lednice na Moravě – zámecký park (2× a 1× F2 semenáč z Průhonic).
- Průhonice - Chotobuz 170 (1×)
- Průhonice – zámecký park a obora (121× do roku 2014)
- ZOO Praha (dřívější výskyty)

Novější údaje s lokalizací introdukovaných rostlin uvádí zejména ZSN (1994–2001) –"Zahradnický slovník naučný 1–5", internetové stránky Dendrologie.cz – lokalizace dřevin (P. Horáček), popř. Pacáková et al. (1999). Lokalizovaného křížence zde nenacházíme. Výskyty "deštníkových magnólií" v publikacích Hieke (1976, 1984, 1984a, 1985) byly všechny ověřeny.

Dle vlastních pozorování je *Magnolia tripetala* pěstována na nejvíce místech, častěji i na soukromých zahradách, *M. obovata* méně často (parky, botanické zahrady). České určovací klíče by z důvodů častějšího výskytu měly udávat znaky *M. tripetala*, např. v Kubát et al. (2002) tento druh chybí. Pěstování jsou již i kříženci *Magnolia obovata* × *M. tripetala* F2 generace. Pokud jde o počty jedinců, zcela unikátní jsou porosty křížence v Průhonicích, které ve světovém měřítku nemají obdoby (121 jedinců do roku 2015).

Rozšíření zmíněných druhů v současné době příliš nesouvisí se sadovnickou hodnotou. Kříženec je dosud málo rozšířený vzhledem k nedávné době jeho prvního vypěstování (i přes sadovnický významné vlastnosti). *M. obovata* je sadovnický hodnotnější než *M. tripetala*, zároveň ale méně vhodná pro místa s omezeným prostorem. Takových míst je ovšem více, pravděpodobně proto je *M. tripetala* pěstována častěji. Také nelze vyloučit, že *M. tripetala* se do našich zahrad a parků dostávala pod označením sadovnický hodnotnější *M. obovata* (a *M. tripetala* tak bývá přehlížena).

## **10. Diskuse**

"Deštníkové magnólie" v Evropě (ani jinde mimo oblasti původního výskytu) nepatří mezi často pěstované dřeviny. Kříženec japonské *Magnolia obovata* a americké *M. tripetala* je dosud velmi vzácně pěstovanou dřevinou, v přírodě se nevyskytující. Diskusi zasluhuje charakter pěstovaných rostlin, za jakých podmínek vlastně rostou a jakým vlastně mohou být zdrojem dat.

Porosty daného křížence v Průhonickém parku a oboře jsou mimořádné poměrně velkým počtem vlastních rostlin (cca 120 jedinců), stejnověkostí těchto rostlin a předpokládatelnými společnými rodičovskými rostlinami (kříženci mají vůči sobě "sourozenecký vztah"). Jedná se o již dospělé rostliny a možné je i studium již dospělých rostlin druhé filiální generace kříženců - dokonce již kvetoucí a plodící rostliny.

Kříženec se vyznačuje obvykle fenotypovou intermediaritou. Pokud jde o projevy rozdílů mezi rodičovskými druhy křížence, lze tento předpoklad do jisté míry využít. Neintermediární fenotyp křížence lze vysvětlit při stabilizační kultivaci, že mezi rodičovskými druhy nejsou v určitém znaku podstatné rozdíly a různých hodnot pak nabývá i kříženec. Může se tu ale projevovat také heterózní efekt (kříženec vykazuje vyšší hodnoty kvantitativních znaků než rodičovské druhy), nebo naopak nevitálnost křížence (u křížence menší hodnoty kvantitativních znaků než u rodičovských druhů). Heterózní efekt či snížená vitalita se však obvykle u křížence neprojevily a o rozdílech mezi rodičovskými druhy bylo možno rozhodovat s vyšší jistotou, než bez studia křížence.

Morfologická variabilita přirozených populací rodičovských druhů křížence se může lišit od výsledků, k nimž bylo dospěno v kultivačních podmínkách. "Pěstování" studovaných rostlin má nicméně ve skutečnosti blízko k jejich volnému růstu. Na jednu stranu sice jde o uměle vysazované rostliny v zahradách, parcích a městské zeleni, pro estetický dojem rostoucí v upravovaných porostech. Na druhou stranu ale odpadá většina chemických a agrotechnických zásahů používaných u hospodářských rostlin.

U dřevin v parcích se obvykle využívá řezu rostlin ve vyšším věku (zdravotní řez, prosvětlení porostů), řez samotných magnólií ovšem není doporučován. Postřiky proti chorobám a škůdcům magnólií připadají v úvahu až v době napadání nějakou chorobou či škůdcem. Z chorob u nás lze zaznamenat virus okurkové mozaiky, viz Polák (1999). Jinak rod *Magnolia* u nás škůdci a chorobami netrpí, není tedy důvod aplikace preventivních postřiků. Rostliny nejsou ani přihnojovány.

Můžeme také využít příměru s přesazovacími pokusy, které diskutuje např. Briggs (2001): 79-82, 260-262. Jde o ověření rozdílů, o srovnání naměřených hodnot rostlin v přírodě a kultuře. Pro determinaci různých uvažovaných druhů mohou nakonec být významné neutrální morfologické (fenotypové) znaky, které lze samotným pěstováním těžko ovlivnit - stavba generativních orgánů (počty tyčinek, pestíků - znaky využívané i v klasifikaci rostlin), přítomnost laločnatých listů, tvar orgánů (tvar listů, tvar chlupů ap.), případně vůně květů. Konkrétně např. jakkoli tedy rostliny v kultuře mohou vykazovat různé změny znaků (barevnost, hustota odění, velikost orgánů, množství vegetativních orgánů), nejde o problém problém v případě "deštníkových magnólií" s prověřením neutrálních znaků používaných právě k jejich determinaci. U některých znaků lze zpřesnit i na základě studia parkových rostlin některé literární údaje (kde se literatura rozchází). Platí to například u znaku "počet korunovitých okvětních lístků" /62/.

Další důležitou charakteristikou je nepůvodnost těchto rostlin, což nabídlo mimořádnou možnost ověřit platnost některých obecných jevů - opylování drobnými brouky, schopnost reprodukce (tvorba semen, přirozené rozmnožování), opylovací procesy (jak plodí izolované rostliny × rostliny v celých porostech) apod. Vzhledem k využití rostlin v sadovnictví biologické studium může předcházet zhodnocení rizik invazního chování.

Možnost vlastní záměny rodičovských druhů lze vyloučit, pokud jde o již kvetoucí rostliny. U některých kvantitativních znaků jsou relativně ostré rozdíly i mezi kříženci a rodičovskými druhy, hybridní průhonické rostliny F1 generace vykazují intermediární fenotyp proti rostlinám předpokládaných rodičovských druhů (hybridní původ u těchto rostlin podpořen i isoenzymovou analýzou). Možnosti záměn jsou také omezené, neboť zástupců magnólií sdílejících velké listy uspořádaných do vějířů na koncích letorostů není více než desítka na celém

Světě (a ne všichni se spolu dobře kříží, což lze vysvětlit i jejich evolučním původem - polyfyletická skupina).

S nesprávným označením druhů se lze ovšem setkat i v publikacích. Příkladem může být jednak publikace Kavka (1995), kde je v určovacím klíči u *M. hypoleuca* Sieb. et Zucc. uveden popis *M. liliiflora* Desrouss. in Lam. a v popisu *M. hypoleuca* Sieb. et Zucc. je uvedeno nesprávné synonymum *M. liliiflora* Desrouss. in Lam. K záměnám došlo při přepracování původního vydání publikace z roku 1969. Druhy mohou být špatně určeny, zejména u rostlin, u kterých nejde o prvointrodukcii. Vlastní determinace může potvrdit záměny např. rostlin označených jako *M. obovata* v Kórníku, botanické zahradě PřF UK v Praze (napraveno) a ZOO Plzeň. Nebo naopak ve Velkém Březně (byť jako sporný případ) uvádí Hieke (1984) jako *M. tripetala* ve skutečnosti *M. obovata*.

Na správné determinaci pěstovaných rostlin mohou být závislé i některé nebotanické práce a snad proto takových prací není mnoho. Přesto se např. studie Kabelík (1972) zabývala antibiotickými účinky u *M. tripetala* (rostliny v arboretu Bílá Lhota). Srovnání obsahu alkaloidů udělala Furmanowa et Jozefowicz (1980) - rovněž srovnávací chemotaxonomická studie mj. *M. obovata* a *M. tripetala* v introdukčních podmínkách. Daumann (1930) na introdukovaných magnóliích podává ve své době stále jako mezi prvními zprávu opylování rodu *Magnolia* brouky.

Zamítnout lze možnost introgrese u rostlin rodičovských druhů ve smyslu *M. tripetala* × asijské zástupce sekce. Kříženci se běžně nevyskytují, ať pro neúspěchy běžných šlechtitelů, tak pro omezení přirozené hybridizace. Umělá hybridizace totiž vyžaduje znalost specifické ontogeneze květů a v ČR se křížením "deštníkových magnólií" zabýval teprve Keskevič kolem roku 1950. Přirozená hybridizace vyžaduje pěstování rodičovských druhů blízko sebe (nepříliš časté) a ošetření potenciálních hybridních semen (semenáčky pod pěstovanými rostlinami nerostou - semena vyžadují alespoň předosevní péči).

Jde o dlouhověké rostliny a k introdukcii nedošlo nekonečně dávno. Nejstarší dochovanou písemnou zmínku o pěstování v ČR uvádí Svoboda (1981) u *M. obovata* v roce 1880, u *M. tripetala* pak v roce 1844 (tyto zmínky vycházejí zejména z údajů v historických katalogů botanických zahrad). Rostliny v té době se k nám dostávaly z jednotlivých zahraničních výprav (introdukční vlny).

I v případě historicky rané hybridizace (předpokládejme nejdříve rok 1844, kdy byl dle dokladů teoreticky možný kontakt obou rodičovských druhů) a při relativně krátké generační době (30 let) bychom dnes v případě možnosti spontánní hybridizace a opakujícího se generativního rozmnožování kříženců měli teprve pátou hybridní generaci kříženců. O existenci kříženců před r. 1950 záznamy nejsou a relativně dlouhá generační doba by ani teoreticky neumožnila vyštěpení hybridních fenotypů (vlivem segregace) blízkých a zaměnitelných s rodičovskými druhy. Reprodukce jedné generace může být obvykle 30 let, tzn. že od roku 1950 se teoreticky na našem území mohou pěstovat F2 kříženci schopní reprodukce. Takovéto rostliny byly skutečně potvrzeny v ZOO Praha.

Období prvních introdukcí např. do zámeckých parků také nebylo spojeno s uplatňováním dnešních přesných cílených postupů (osobní sdělení A.M. Svobody 2008). Tím narážíme i na otázku, jaký význam mohl mít výběr rostlin k introdukci a uplatnění tak již ve své podstatě umělého výběru/šlechtitelské metody.

V případě *M. obovata* je zaznamenána přímá introdukce rostliny pěstované v Průhonících. Vašák (1973) zmiňuje pěstovanou rostlinu původem ze Shirasawy (Tokya), pěstované původně v zahradnictví České dendrologické společnosti v letech 1910-1916. Může jít o rostlinu, která je vyfotografována jako ilustrace druhu v Pilát (1953), nebo jde o rostlinu, se kterou se lze dosud setkat v průhonické oboře. Dost možná to ale mohla být rodičovská rostlina využitá ke křížení s *M. tripetala*.

K introgresi je však nutno doplnit, že pro Anglii a Koreu uvádí McDaniel (1980) *M. officinalis* zkříženou s *M. obovata*. Ale i tato možnost (rostliny považované za *M. obovata* ve skutečnosti zkřížené s *M. officinalis*) je poměrně málo pravděpodobná u rostlin pěstovaných v ČR. Podezření na introgresi *M. obovata* velmi blízkým druhem *M. officinalis* vzbuzují laločnaté listy pěstovaných rostlin, které u *M. obovata* v určovacích klíčích nejsou uváděny. Druhovú příslušnost byla také ověřována jen morfologicky, na základě srovnání literárních popisů a zobrazení jednotlivých orgánů.

Z globálního hlediska, ale i v případě potvrzení tohoto podezření na introgresi, stále lze výsledky vlastního studia interpretovat jako srovnávací studii mezi materiálem asijského původu (*M. obovata*, popř. kříženec s *M. officinalis*, přičemž rozdíly mezi těmito druhy jsou spíše jen subjektivní) s americkou *M. tripetala*. *Magnolia obovata* je snadno zaměnitelná s *M. officinalis* var. *officinalis*, Spoelberch (1998). Podle Spongberg (1998) jsou rozdíly mezi těmito taxony subjektivní, *M. officinalis* var. *officinalis* je možno dokonce považovat v subspecifickém ranku pod *M. obovata*, nebo považovat za křížence s *M. officinalis* var. *biloba*.

Za dobu kultivace může již být ovlivněna genetická variabilita rostlin rodičovských druhů vlivem předpokládaného geitonogamického rozmnožování (které obecně snižuje podíl heterozygotnosti). Jde často o samostatně rostoucí rostliny a samoopylení (geitonogamie) v místech přirozeného výskytu bylo prostřednictvím isoenzymových analýz zjištěno běžné i u více než poloviny semen *M. obovata*, Ishida et al. (2003). Dále Isagi et al. (2004) prokazuje prostřednictvím analýz mikrosatelitů samoopylení u 71% semenáčků. Inbrední depresi u stromů *M. obovata* s vysokou mírou samoopylení se dále zabývá Ishida (2006) a Ishida (2008) popisuje i vliv inbrední deprese k evoluci.

Vlastní pokusy u studovaných druhů nevedly k nějakému zjištění zábrany samoopylení v rámci různých květů jedné rostliny (pylová inkompatibilita). Jelikož apomiktické rozmnožování u "deštníkových magnólií" nebylo prokázáno, lze předpokládat vznik semen spojený s opylováním květů v samičí fázi prostřednictvím opylovačů, kteří potřebný pyl přenášejí ve značené míře z květů v samčí fázi téže rostliny.

U dřevin jako je *Magnolia obovata* či *M. tripetala* se také předpokládá, že vzhledem k dlouhověkosti efekty příbuzenského křížení nejsou příliš důležité. Na druhou stranu i u zástupců rodu *Magnolia* je popsán vliv geitonogamie na životaschopnost a velikost semen, Hirayama et al. (2005), Ishida et al. (2003). Pro význam geitonogamie (opylení v rámci jedné rostliny) pak svědčí: 1.- jde často o samostatně rostoucí rostliny 2.- geitonogamie je běžná i u více než poloviny semen *M. obovata* v místech přirozeného výskytu 3.- u daných druhů nikdy nebyla zjištěna pylová inkompatibilita a vlastní hybridizační pokusy potvrzují pylovou autokompatibilitu.



Šveřepová (1969) uvádí, že nepřímým metodám je vytýkáno, že v experimentu nelze zachovat podmínky přirozených lokalit. V experimentu využíváme odlišné pěstitelské podmínky, není zde zápoj přirozených populací, možné je přílišné zevšeobecnování výsledků (potažmo je tu i otázka reprezentativnosti vybraného studovaného materiálu), experiment může být pracný či časově náročný. Vlastní studium hybridizace *Magnolia obovata* a *M. tripetala* bylo omezeno právě na tzv. nepřímé metody. Pochopitelně nebyly studovány hybridní rostliny rostoucí ve volné přírodě (vzhledem k přirozenému rozšíření rodičovských druhů nemožné), ale využit byl v podstatě druh nezamýšleného experimentu (rostliny původně uměle zkrížené a pěstované).

V ČR lze vnímat podmínky stabilizační kultivace i pokud jde o blízkorostoucí rostliny rodičovských druhů, kdy různá srovnání, případně odběry vzorků a jejich zpracování, není nutné provádět zvlášť na různých kontinentech (kde jsou tyto druhy přirozeně rozšířeny) a nabízí se i možnost opakovaných odběrů vzorků z konkrétních rostlin. Na druhou stranu lze srovnávat růst rostlin i za podmínek poněkud odlišných (rostliny v Lednickém parku - teplejší klima).

Biologický přístup staví na dobré znalosti studovaných druhů, popisuje jejich vzájemné interakce, případně vztahy s prostředím, ve kterém žijí. Využití i přímo pěstovaných rostlin takový přístup nevyklučuje, tímto se ovšem dostáváme na pomezí základního výzkumu a aplikovaných oborů. Míra pěstování či pomezí biologického studia mohou přinášet problémy s nejednoznačným chápáním i některých obecných pojmů a vnímáním charakteru studovaných rostlin.

Schwanitz (1969) popisuje přechod k pěstování - polokultuře takto: "Přechod od pouhého sklizení planě rostoucích rostlin k prvnímu pěstování mohlo tvořit pouhé vysévání nasbíraných semen nebo plodů nebo vysazení částí těchto rostlin, aniž se o jejich další růst lidé starali." Dále v ZSN (1994–2001) nenacházíme heslo "pěstování", jen "pěstování jedlých hub" ("Je jedním z odvětví rostlinné výroby." a popisuje i "pěstování v přírodních podmínkách"). V heslu "kulturní rostliny" ovšem Pekárková popisuje hlavní mechanismy, které člověk při formování kulturních rostlin využil. Zauvažovat lze i nad energií využívanou při pěstování.

**Pěstování** je činnost člověka, který na základě své vůle podněcuje (ovlivňuje) růst určitých rostlin a jejich vlastností na určitém místě. Konkrétními prostředky vůle využívanými člověkem jsou cílená výsadba či hubení rostlin, mechanické a chemické zásahy do prostředí v němž rostliny žijí, zásahy i přímo do rostlin samotných. Výsledkem je umělý výběr (genetické modifikace), vzhledové a užitkové modifikace (plynoucí z genetických modifikací, ale i přímé úpravy jedinců a potažmo negenetické modifikace) a nepřírozená společenstva rostlin. Tento stav se mění po ukončení uplatňování lidských zásahů, kdy dochází ke změnám opět směrem k přirozenému stavu - výhodnému z hlediska využití životního prostředí s vynaložením minima energie potřebné k prostému přežití a uplatnění v konkurenci s ostatními rostlinami, ve vytvořeném společenstvu se více rozvíjejí přirozené interakce mezi rostlinami.

U invazních druhů (šířící se nepůvodní druhy negativně ovlivňující biologickou rozmanitost) lze sledovat, že dodatková energie od člověka je zapotřebí k zabránění jejich nežádoucího šíření. I potlačování takových druhů je pěstitelským úkonem, nicméně k takovým druhům je přístupováno coby k plevelům a nelze v takovém případě hovořit o jejich pěstování (ačkoli původně pěstovány být mohly).

Už samotné vysazení druhu na nějakou lokalitu je krokem, kdy lze hovořit o pěstování (historicky tak vznikaly první polokultury). Na návrat či vysazení vzácného či užitečného druhu člověkem (včetně druhů invazních) pak lze nahlížet také jako na druh pěstování. Ani u vysazených rostlin v přírodě pak nelze mluvit o výskytu v přírodě, ale o pěstování v přírodě. Není podstatné, zda rostliny rostou v kultuře či ve volné přírodě, podstatné je uplatnění alespoň jednoho pracovního úkonu spojitelného s pěstováním a podporou výskytu pěstovaných rostlin.

**Šlechtění** Pekárková (ZSN 1994–2001) definuje takto: "Zlepšování pěstitelsky, technologicky a spotřebitelsky významných vlastností kulturních rostlin na základě genetickém. Dnes samostatný vědní obor, jehož základním cílem je řízení vývojového procesu kulturních rostlin."

Mezi nejzákladnější a nejdůležitější šlechtitelské metody patří výběr a křížení. I pokud pro účely introdukce byly vybrány rostliny prostřednictvím výběru náhodného, jde ve své podstatě o šlechtitelskou metodu spojenou s určitým genetickým zdrojem. Ve chvíli, kdy je umělá hybridizace využita za účelem vzniku rostlin nových pěstitelských vlastností, jde opět o šlechtitelskou metodu - s jejím využitím lze i jen rozšířit spektrum pěstovaných druhů či kultivarů.

**Biologii** ZSN (1994–2001) definuje takto: "Nauka o životě. Zabývá se vlastnostmi, projevy a zákonitostmi živých soustav." V rámci biologie je vědní disciplínou zabývající se rostlinami botanika. Ta ani v přírodovědném směru není omezena např. jen na studium rostlin v přírodě či na neokrasné ("nepěkné") druhy.

Biologie pěstovaných rostlin také může řešit problematiku reprodukční biologie, využití metod používaných v biosystematice či ekologii - nikoli ale za účelem zvýšení užitkovosti rostlin, ale za účelem využití specifické situace k získání dat pro biologické poznání (evoluce, opylovací teorie, záznam znaků rostlin, interakce rostlin v nepřírozených společenstvech).

ZSN (1994–2001) Mareček poznamenává k **okrasným rostlinám**: "Použití je z hlediska estetického dáno jednak jejich individuální a dále tzv. integrovanou působivostí." V případě deštníkových magnólií pěstovaných v Česku jde o rostliny pěstované za účelem okrasy kulturního prostředí, což ale nemusí být primární a jediná funkce.

K **introdukci** v ZSN (1994–2001) nacházíme dvě hesla. Pekárková k ní poznamenává: "Zavádění druhů nebo odrůd, které nejsou domácího původu, do nové oblasti. Na rozdíl od aklimatizace nejde o dlouhodobé přizpůsobení, nýbrž o pouhé přemístění." K introdukci dřevin Machovec poznamenává: "V obecném pojetí se introdukcí rozumí zavedení geograficky nepůvodního druhu do nového areálu. Podmínkou úspěšnosti introdukce je stupeň aklimatizace na novém stanovišti. Stupeň aklimatizace se nejčastěji vyjadřuje pětičtetnou škálou podle míry reprodukovatelnosti druhu na novém stanovišti takto: a) nekvete, b) kvete normálně, ale neplodí, c) plodí, ale nevytváří klíčivá semena, d) plodí a dává klíčivá semena, e) množí se spontánně. Kromě toho existuje celá řada hodnocení dalších, např. podle intenzity růstu, podle stupně mrazuvzdornosti atd."

Velmi dobře aklimatizovanými rostlinami jsou rostliny zplanělé či přímo invazní. Introdukovanými rostlinami tak nemusí být rostliny pěstované, ale i nepěstované (z hlediska aklimatizace vyjádřitelné nejvyšším stupněm - "množící se spontánně").

**V přírodě** - rostliny ne v kultuře. Mohou být pod přímým vlivem či alespoň ovlivňovány člověkem (záchranné programy, nezáměrný vliv v podobě imisí, kyselých dešťů, změn mikroklimatu ap.), ale nikoli za účelem využití, pro okrasu či pro prostou zábavu. Pokud jde o rozdělení rostlin v kultuře a v přírodě, lze považovat mezi rostoucí v přírodě i některé rostliny rostoucí v areálech lidských sídel - viz rumiště a ruderalní společenstva (kde není konkrétní záměr či hospodářsky cílený vliv člověka a více se tu rozvíjejí přirozené procesy).

Ke **kulturním rostlinám** Schwanitz (1969) poznamenává: "Kulturní rostliny jsou výsledkem vývojových procesů, které probíhají od předhistorické doby a historické doby až po naše dny, zčásti pod nepřímým, zčásti pod přímým vlivem člověka. Jakmile se do vzniku kulturních rostlin vložila ruka člověka, dá se zřetelně poznat stoupající intenzita tohoto procesu, a to na změnách rostlin: vlastnosti, které jsou již u planých rostlin pro člověka vhodné a užitečné, se zlepšovaly, jiné nově vznikaly. Na druhé straně se však ve svém vývinu oslabují nebo úplně mizí ty vlastnosti, které nejsou pro používání, pěstování a sklizení příslušné rostliny užitečné." Pekárková (ZSN 1994–2001) ke kulturním rostlinám poznamenává: "člověk pěstuje pro užitek, okrasu nebo zábavu. ... Vznik

kulturních rostlin je velmi dlouhý evoluční proces, probíhající po několik tisíciletí až do současné doby. Je to část evoluce, které dal člověk směr a kterou stále vědomě podporuje. ... Hlavními mechanismy, které člověk při formování kulturních rostlin nevědomky a později i cílevědomě využíval, byl sběr, přirozený i umělý výběr, izolace i křížení, později pak polyploidizace, výběr indukce mutací, vzdálená hybridizace, v poslední době pak genová technologie. Poznatky o vývoji kulturních rostlin jsou teoreticky velmi cenné pro pochopení obecných zákonitostí vývojového procesu, protože objasňují určitou část vývoje rostlin, která je historicky doložená a stává se tak modelem pro chápání obecných mechanismů evoluce v přírodě."

V kultuře jsou rostliny pod vlivem člověka cíleným na zlepšení a využití jejich vlastností. Rostliny v kultuře jsou vždy rostliny pěstované, ale ne všechny pěstované rostliny jsou pěstovány za účelem jejich zkulturnění (viz pěstování a záchrana ohrožených druhů v přírodě). Kulturní rostliny nijak neunikají evolučním procesům, ale více se přímo v nich uplatňuje vliv člověka.

Rostliny *Magnolia obovata*, *M. tripetala* a jejich kříženec studované v ČR v rámci vlastní práce jsou z hlediska vymezení výše rostlinami: pěstovanými, šlechtěnými, podrobenými biologickému studiu, rostlinami okrasnými, introdukovanými (s vysokým stupněm aklimatizace - plodí a dávají klíčivá semena) a také rostlinami kulturními.

Zejména výběr za účelem introdukce a umělá hybridizace jsou šlechtitelskými metodami, vysazení pěstebním úkonem. Proto má práce blízko ke šlechtitelství a pěstování. Kříženec *Magnolia ×pruhoniana* má charakter hybridního druhu, který by v přírodě přirozeně vzniknout nemohl a nabízí možnost poznání evolučních procesů, ale jistě najde větší uplatnění i k okrasným účelům.

## **11. Závěry**

*Magnolia ×pruhoniciana* byla popsána jako nový hybridní druh, který je pěstovaný v Průhonicích od roku 1952. Jde o křížence *Magnolia obovata* Thunb. (*M. hypoleuca* Siebold & Zucc.) a *Magnolia tripetala* (L.) L.

Hybridizace mezi *Magnolia obovata* a *M. tripetala* se projevuje morfologickou intermediaritou křížence, případně tento kříženec vykazuje znaky typické pro jeden či druhý rodičovský druh. K determinaci jsou nejvhodnější znaky generativních orgánů, zejména počty tyčinek a pestíků v květech. Příznačný je i výskyt laločnatých listů u *M. obovata* a křížence. Sledováno bylo 80 morfologických znaků. Mezi druhy se projevil alespoň nějaký rozdíl mezi rodičovskými druhy u 48 znaků a 16 z nich je k determinaci poměrně dobře použitelných alespoň k rozlišení rodičovských druhů.

*Magnolia obovata* a *M. tripetala* mají v introdukčních podmínkách ČR vysoký stupeň aklimatizace - kvetou, plodí a dávají klíčivá semena. Nikdy se ovšem nepodařilo nalézt semenáče, potažmo rozmnožování rostlin je plně závislé na lidské péči. Vegetativní rozmnožování se neuplatňuje v šíření rostlin, jde jen o možnost regenerace starých rostlin.

Květy jsou protogynické a z hlediska jejich funkce a podoby lze rozlišit několik fází - typicky poupě a panenská fáze (fáze samičí), svíčka (přechodová fáze), ježek a pozdní fáze (samčí fáze). Pokud jde o postavení vnějších květních obalů, sledovat lze určitou variabilitu vývoje - viz navržené schéma. Květy jsou zdokumentovány i při UV osvětlení. Znalost vývoje květů má význam pro možnost realizace umělých hybridizací, ale i pro sledování opylovačů.

Olfaktometrické analýzy sledovaly význam chemických atraktantů (vůně květů a methylbenzoát) a testovaly zda brouci (*Meligethes* sp.) preferují určitou fázi květů (testování hypotézy automimiker Kikuzawa et Mizui 1990 a vlastní alternativní hypotézy). Vlastní testování ukazují na funkčnost automimiker, dále že světelné podněty jsou při lákání spíše důležitější než podněty chemické. Samičí fáze květů napodobuje fázi samčí barvou (také přítomnost fluorescence v ultrafialovém světle) a vůní (ne tak důležitá).

Borka magnólií je cenný rostlinný materiál s obsahem biologicky aktivních sloučenin. Zejména pokud jde o fenolické látky magnolol a honokiol, současný výzkum ukazuje jejich protizánětlivé, antioxidační, antimikrobiální a protinádorové účinky.

## **12. Summary**

*Magnolia* ×*pruhoniana* is described as a new hybrid species cultivated in Průhonice from the year 1952. It is the hybrid of *Magnolia obovata* Thunb. (*M. hypoleuca* Siebold & Zucc.) and *Magnolia tripetala* (L.) L. For the description of the new species are in the work necessary documents.

Hybridization between *Magnolia obovata* and *M. tripetala* is manifested by morphological intermediarity of hybrid, or hybrid exhibits characteristics typical for one or the second parental species. The best features for determination are on generative organs, especially stamens and pistils numbers of flowers. Symptomatic is the incidence of bilobed leaves under *M. obovata* and hybrids. There were observed 80 morphological characters. At 48 characters is showed at least some difference between the parental species and 16 of them are fairly good for determination of applicable at least to distinguish the parental species.

*Magnolia obovata* and *M. tripetala* in introduction in Czech Republic have a high degree of acclimatization - flowers, fruits, and give germinating seeds. However there never failed to find seedlings, hence plant reproduction is entirely dependent on human care. Vegetative reproduction does not apply in the dissemination of plants, it is only the possibility of regeneration of old plants.

The flowers are protogynous and there is possible distinguish several phases of their functions and forms - typically bud stage and "virgin" (female phase), "candle" (transition phase), "hedgehog" and late phase (male phase). Concerning the role of external flower containers we can see some variation of development - see proposed scheme. Flowers are also documented in UV light. Knowledge of the development of flowers is important for the feasibility of artificial hybridization, but also for monitoring pollinators.



Y-tube olfactometer analyzes detect importance of chemical attractants (flower scents and methylbenzoate), and testing of beetle preference (*Meligethes* sp.) with the question, whether the beetles prefer a particular flower phase (testing of hypothesis of automimicry Kikuzawa et Mizui 1990 and own alternative hypothesis). The results indicates a utility of automimicry, and that the importance of light for attraction is rather greater than importance of chemical attractants. The female-phase flower mimics male-phase flower by their color (also presence of fluorescence in ultraviolet light) and by fragrance (likely not important).

Magnolia bark is a valuable herbal material with biologically active compounds. Specifically regarding phenol compounds, magnolol and honokiol, recent research has produced their anti-inflammatory, anti-oxidant, antimicrobial, and antitumour activities.

### **13. Seznam citovaných informačních zdrojů**

- ANONYMOUS (2008); Magnólie osvěží dech a pomůže odstranit zubní kaz; *Novinky.cz* [zpravodajství online], URL: <http://www.novinky.cz/zena/zdravi/140977-magnolie-osvezi-dech-a-pomuze-odstranit-zubni-kaz.html>. (2010-06-30)
- AZUMA H., TOYOTA M., ASAKAWA Y., YAMAOKA R., GARCIA-FRANCO J.G., DIERINGER G., THIEN L.B., KAWANO S. (1997); Chemical divergence in floral scents of *Magnolia* and allied genera (*Magnoliaceae*); *Pl. Spec. Biol.* 12: 69-83.
- AZUMA H., THIEN L.B., KAWANO S. (1999); Molecular phylogeny of *Magnolia* (*Magnoliaceae*) inferred from cpDNA sequences and evolutionary divergence of the floral scents; *J. Plant. Res.* 112: 291-306.
- AZUMA H., THIEN L.B., KAWANO S. (1999a); Floral scents, leaf volatiles and thermogenic flowers in *Magnoliaceae*; *Pl. Spec. Biol.* 14: 121-127.
- AZUMA H., GARCIA-FRANCO J.G., RICO-GRAY V., THIEN L.B. (2001); Molecular phylogeny of the *Magnoliaceae*: the biogeography of tropical and temperate disjunctions; *Amer. J. Bot.* 88: 2275-2285.
- BERNHARDT P. (2000); Convergent evolution and adaptive radiation of beetle-pollinated angiosperms; *Plant Syst. Evol.* 222: 293-320.
- BLIGHT M.M., LESLEY E., SMART L.E. (1999); Influence of visual cues and isothiocyanate lures on capture of the pollen beetle *Meligethes aeneus* in field traps; *J. Chem. Ecol.* 25 (7): 1501-1516.
- BRIGGS D., WALTERS S.M. (2001); *Proměnlivost a evoluce rostlin*; Univerzita Palackého v Olomouci. (český překlad z anglického originálu)
- BULIGIN N., FIRSOV G. (1998); Magnolias in the arboreta of St. Petersburg, Russia; *In. Hunt* (1998): 289-290.
- CICUZZA D., NEWTON A., OLDFIELD S. (2007); The Red List od *Magnoliaceae*; Fauna and Flora International, Cambridge.
- CIGÁNOVÁ K., ČERVENKA M. (1989); *Klíč k určování dřevin podle pupenů a větviček*; SPN, Praha.
- COOK S.M., BARTLET E., DARREN A. MURRAY D.A., WILLIAMS I.H. (2002); The role of pollen odour in the attraction of pollen beetles to oilseed rape flowers; *Entomologia Experimentalis et Applicata* 104: 43–50.

- COOMBES A.J. (1996); *Stromy* (edice Pouhým okem); Osveta, Martin. (překlad z britského originálu)
- DANDY J.E. (1973); *Magnolia hypoleuca*; *Baileya* 19 (1): 44.
- DAUMANN E. (1930); *Das Blütennektarium von Magnolia und die Futterkörper in der Blüte von Calycanthus*; Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin.
- DHARMANANDA S. (2005); *Magnolia bark*; Institute for Traditional Medicine, Portland, Oregon; [online], URL: <http://www.itmonline.org/arts/magnolia.htm>. (2005-02-18)
- DIERINGER G., CABRERA L.R., LARA M., LOYA L., REYES-CASTILLO P. (1999); Beetle pollination and floral thermogenicity in *Magnolia tamaulipana* (Magnoliaceae); *Int. J. Plant Sci.* 160 (1): 64–71.
- ĎURINA V. (2010); Nebojte se rakoviny!; *Sféra* 7: 22-23.
- EISELT M.G., SCHRÖDER R. (1977); *Laubgehölze*; Neumann Verlag, Leipzig.
- ERDTMAN H., RONEBERG J. (1957); Phenol dehydrogenations: dehydrogenation of chavicol to magnolol; *Acta Chem. Scand.* 11: 1060.
- FAMOUS (2007); Na nepříjemný dech pomůže kůra z magnolie; Novinky.cz [zpravodajství online], URL: <http://www.novinky.cz/zena/zdravi/127226-na-neprijemny-dech-pomuze-kura-z-magnolie.html>. (2010-06-30)
- FIGLAR R.B. (1997); Molecular analysis: A new look at umbrella magnolias; *Arnoldia* 57 (4): 22-29.
- FIGLAR R.B., NOOTEBOOM H.P. (2004); Notes on *Magnoliaceae* IV; *Blumea* 49 (1): 87-100.
- FURMANOWA M., JOZEFOWICZ J. (1980); Alkaloids as taxonomic markers in some species of *Magnolia* and *Liriodendron*; *Acta Soc. Bot. Poloniae* 49: 527-535.
- GREENBERG M., URNEZIS P., TIAN M. (2007); Compressed Mints and Chewing Gum Containing Magnolia Bark Extract Are Effective against Bacteria Responsible for Oral Malodor; *J. Agric. Food Chem.* 55 (23): 9465–9469.
- HIEKE K. (1976); Dřeviny zámeckých parků Jihomoravského kraje; *Aktuality VŠÚOZ v Průhonicích*.
- HIEKE K. (1978); *Praktická dendrologie 2*; SZN Praha.
- HIEKE K. (1984); *České zámecké parky a jejich dřeviny*; SZN Praha.
- HIEKE K. (1984a); Dřeviny českých a moravských zámeckých parků; *Aktuality VŠÚOZ v Průhonicích*.

- HIEKE K. (1985); *Moravské zámecké parky a dřeviny*; SZN Praha.
- HIEKE K. (1994); *Lexikon okrasných dřevin*; Helma.
- HIRAYAMA K., ISHIDA K., TOMARU T. (2005); Effects of pollen shortage and self-pollination on seed production of an endangered tree, *Magnolia stellata*; *Ann. Bot.* 95: 1009-1015.
- HUNT D. (1998); *Magnolias and their allies*; The International Dendrology Society and the Magnolia Society, Milborne Port.
- HUNT D. (1998a); Not so dandy after all - no one has the last word in taxonomy; *In. Hunt (1998)*: 9-20.
- HURYCH V. (1996); *Okrasné dřeviny pro zahrady a parky*; Květ.
- IAPT (2012); *International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Melbourne Code)*. [online], URL: [www.iapt-taxon.org/nomen/](http://www.iapt-taxon.org/nomen/) (2017-01-30).
- ISAGI Y., KANAZASHI T., SUZUKI W., TANAKA H., ABE T. (2004); Highly variable pollination patterns in *Magnolia obovata* revealed by microsatellite paternity analysis; *Int. J. Plant Sci.* 165 (6):1047–1053.
- ISHIDA K. (1996); Beetle pollination of *Magnolia praecocissima* var. *borealis*; *Plant Species Biol.* 11: 199-206.
- ISHIDA K., YOSHIMARU H., ITO H. (2003); Effects of geitonogamy on the seed set of *Magnolia obovata* Thunb. (*Magnoliaceae*); *Int. J. Plant Sci.* 164 (5): 729–735.
- ISHIDA K. (2006); Maintenance of inbreeding depression in a highly self-fertilizing tree, *Magnolia obovata* Thunb.; *Evolutionary Ecology* 20: 173-191
- ISHIDA K. (2008); Effects of inbreeding on the magnitude of inbreeding depression in a highly self-fertilizing tree, *Magnolia obovata*; *Ecol. Res.* 23: 995-1003.
- JAKL J. (2004); Magnólie - nevinná a půvabná; *Živa* 1: 20-22.
- JAKL J. (2005); Tajemství magnoliových květů; *Živa* 3: 110-111.
- JAKL J. (2005a); Pěstované magnólie *Magnolia* sect. *Rytidospermum* Spach. - projevy hybridizace *Magnolia obovata* x *M. tripetala*; diplomová práce PřF UK v Praze.
- JAKL J. (2008); Hypotéza automimiker u rodu *Magnolia* a její testování z pohledu chemických atraktantů. COYOUS 2008, ČZU v Praze: 171–182.

- JAKL J., BAŽANT V. (2009); Introdukce a využití *Magnolia* sect. *Rytidospermum* Spach v sadovnictví; *Acta Pruhon.* 93: 63–67.
- JAKL J. (2009a); Pěstování a zmínky v literatuře o *Magnolia obovata* x *M. tripetala*; COYOUS 2009, ČZU v Praze: 53–61.
- JAKL J. (2011); Doplnky k disertační práci [aplikace online], URL: <http://ebotanika.net/magnolia/>. (2017-02-06)
- KABELÍK J. (1972); *Antibiotika magnólií (Magnoliaceae)*; Vlastivědný ústav Olomouc.
- KAVKA B. (1995); Zhodnocení hlavních druhů listnáčů z hlediska jejich využití v zahradnické a krajinářské architektuře; *Acta Pruhon.* 22; přepracované vydání z r. 1969 J. Kolaříkem; Eden.
- KIKUZAWA K., MIZUI N. (1990); Flowering and fruiting phenology of *Magnolia hypoleuca*; *Pl. Spec. Biol.* 5: 255-261.
- KIM S., MARK W.C., PARKS C.R. (2001); Phylogenetic relationships in family *Magnoliaceae* inferred from NDHF sequences; *Amer. J. Bot.* 88: 717-728.
- KOBLÍZEK J. (2000); *Jehličnaté a listnaté dřeviny našich zahrad a parků*; Freedom DTP studio a nakl. Sursum.
- KUBÁT K., HROUDA L., CHRTEK J. JUN, KAPLAN Z., KIRSCHNER J., ŠTĚPÁNEK J. (2002); Klíč ke květeně České republiky; Academia, Praha.
- LORENTZON K. (1998); Growing magnolias in Sweden; *In. Hunt (1998)*: 231-238.
- MCDANIEL J.C. (1980); Wilson's magnolias in America; *Magnolia* 16 (2): 27-30.
- MSI (2001); *Checklist of Magnolia Cultivars*; Magnolia Society International [online], URL: <https://www.magnoliasociety.org/CultivarChecklist> (2017-02-07)
- MUSIL I. (2003); Dendrologické srovnávací tabulky (Lesnická dendrologie 4); FLE ČZU v Praze.
- NOOTEBOOM H.P. (1985); Notes on *Magnoliaceae*; *Blumea* 31: 65-121.
- OHBA H. (1998); The taxonomic and conservation status of *magnolia* species in Japan; *In. Hunt (1998)*: 152-160.
- PACÁKOVÁ-HOŠŤÁLKOVÁ B., PETRŮ J., RIEDL D., SVOBODA A. M. (1999); *Zahrady a parky v Čechách, na Moravě a ve Slezku*; Libri.

- PATOČKA J., STRUNECKÁ A., JAKL J. (2002); Magnolie mohou být nejen krásné, ale i užitečné; *Psychiatrie* 6 (4): 247-251.
- PATOČKA J., JAKL J., STRUNECKÁ A. (2006); Expectations of biologically active compounds of the genus *Magnolia* in biomedicine; *J. Appl. Biomed.*
- PATOČKA J., JAKL J., STRUNECKÁ A. (2008); Magnolie v zahradě i v lékárně; *Vesmír* 87: 108-109.
- PATOČKA J. (2008a); Najdou magnolie uplatnění v medicíně?; *Kontakt* 10 (1): 226-228.
- PATOČKA J., JAKL J. (2010); Magnolie pro krásu i zdraví; *Sféra* 6: 20-21.
- PILÁT A. (1953); *Listnaté stromy a keře našich zahrad a parků*; SZN, Praha.
- POLÁK Z. (1999); Mild mosaic of cucumber and tulip trees caused by cucumber mosaic virus; *Zahradnictví* 26 (1): 25-26.
- QIU Y.L., CHASE M.W., PARKS C. R. (1995); A chloroplast DNA phylogenetic study of the eastern Asia-eastern North America disjunct section *Rytidospermum* of *Magnolia* (*Magnoliaceae*); *Amer. J. Bot.* 82: 1582-1588.
- QIU Y.L., PARKS C.R., CHASE M.W. (1995a); Molecular divergence in the eastern Asia-eastern North America disjunct section *Rytidospermum* of *Magnolia* (*Magnoliaceae*); *Amer. J. Bot.* 82: 1589-1598.
- RUTHER J., THIEMANN K. (1997); Response of the pollen beetle *Meligethes aeneus* to volatiles emitted by intact plants and conspecifics; *Entomologia Experimentalis et Applicata* 84: 183–188.
- SCHWANITZ F. (1969); *Vývoj kulturních rostlin*; SZN, Praha.
- SMART L.E., BLIGHT M.M. (2000); Response of the pollen beetle, *Meligethes aeneus*, to traps baited with volatiles from oilseed rape, *Brassica napus*; *J. Chem. Ecol.* 26 (4): 1051-1064.
- SPOELBERCH P. (1998); Growing magnolias in Belgium; *In. Hunt* (1998): 201-230.
- SPONGBERG S.A. (1974); A tentative key to the cultivated magnolias; *Arnoldia* 34 (1): 1-11.
- SPONGBERG S.A. (1976); Some old and new interspecific magnolia hybrids; *Arnoldia* 36 (4): 129-145.
- SPONGBERG S.A., WEAVER R. W. (1981); 'Silver Parasol': A new magnolia cultivar; *Arnoldia* 41 (2): 70-77.

- SPONGBERG S.A. (1998); *Magnoliaceae* hardy in cooler temperate regions; *In. Hunt* (1998): 81-144.
- SVOBODA A.M. (1981); *Introdukce okrasných listnatých dřevin*; Studie ČSAV č. 12; Academia.
- SVOBODA P. (1967); Botanická zahrada ČSAV v Průhonicích - přehled dřevin pěstovaných v parku v letech 1885-1965; *Zprávy BZ ČSAV Průhonice* 3: 138-140.
- ŠVEŘEPOVÁ G. (1969); Průvodní jevy mezidruhovému hybridizace; *Preslia* 41: 380-397.
- THIEN L.B. (1974); Floral biology of *Magnolia*; *Amer. J. Bot.* 61 (10): 1037-1045.
- Ueda K. (1984); *Vascular systems in Magnoliaceae*; Fac. Sc. Kyoto.
- VAŠÁK V. (1973); *Magnolia hypoleuca* in nature and in cultivation; *Magnolia* 9 (1): 3-6.
- WALTER V. (1997); *Rozmnožování okrasných stromů a keřů*; Brázda s.r.o.
- WANG X., WANG Y., GENG Y., LI F., ZHENG CH. (2004); Isolation and purification of honokiol and magnolol from cortex *Magnoliae officinalis* by high-speed counter-current chromatography; *J. Chromatogr. A* 1036: 171-175.
- YASUKAWA S., KATO H., YAMAOKA R., TANAKA H., ARAI H., KAWANO S. (1992); Reproductive and polination biology of *Magnolia* and its allied genera (*Magnoliaceae*)- I. Floral volatiles of several *Magnolia* and *Michelia* species and their roles in attracting insects; *Plant Species Biol.* 7: 121-140.
- ZSN (1994-2001); *Zahradnický slovník naučný* 1-5; ÚZPI, Praha.