

ACTA PRUHONICIANA

94

2010

Výzkumný ústav SILVA TAROUČY
pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i.



Průhonice 2010

Kolektiv autorů

Bc. Jaroslav Bubeník

Ing. Martin Dubský, Ph.D.

Ing. Šárka Chaloupková

Ing. Kateřina Kloudová

Ing. Josef Mertelík, CSc.

Ing. Jiřina Růžičková

Mgr. Michal Severa

RNDr. František Šrámek, CSc.

RNDr. Hana Vejsadová, CSc.

Ing. Jan Weger, Ph.D.

Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., Květnové nám. 391, 252 43 Průhonice

Mgr. Marek Havlíček

Mgr. Zdeněk Chrudina

Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., Lidická 25/27, 602 00 Brno

Mgr. Ivo Dostál

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., Divize dopravní infrastruktury a životního prostředí, Líšeňská 33a, 636 00 Brno

Prof. Doc. RNDr. Tibor Baranec, CSc.

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko

Ing. Vladimír Klíč

Ing. Vladimíra Kunštárová

Správa Pieninského národného parku, ŠOP SR, 059 06 Červený Kláštor 73, Slovensko

RNDr. Andrej Kormuťák, DrSc.

RNDr. Božena Vooková, CSc.

RNDr. Terézia Salaj, CSc.

Ústav genetiky a biotechnológií rastlín SAV, Akademická 2, 950 07 Nitra 1, Slovensko

Mgr. Martin Galgoci

Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Trieda A. Hlinku 1, 949 74 Nitra, Slovensko

Doc. Ing. Dušan Gömöry, CSc.

Technická Univerzita vo Zvolene, Lesnícká fakulta, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovensko

Ing. Josef Stejskal

Lesy ČR s. p., Lesní závod Židlochovice, Tyršova 1, 667 01 Židlochovice

Ing. Petr Dědič, CSc.

Ing. Jiří Ptáček, Ph.D.

Výzkumný ústav bramborářský, Dobrovského 1, 580 01 Havlíčkův Brod

Ing. Jarmila Neugebauerová, Ph.D.

Ing. Jindřiška Vábková

Mendelova zemědělská a lesnická universita v Brně, Zahradnická fakulta, Ústav zelinářství a květinářství, 691 44 Lednice

Foto na titulní straně: *Mentha longifolia*

Photo on the front cover: *Mentha longifolia*

Copyright © Kolektiv autorů, 2010

ISBN 978-80-85116-74-8 (VÚKOZ, v.v.i. Průhonice)

ISBN 978-80-7415-032-6 (Nová Tiskárna Pelhřimov, s.r.o. Pelhřimov)

ISSN 0374-5651

OBSAH

Výsledky průzkumu Potato spindle tuber viroid (PSTVd) v okrasných rostlinách v České republice v letech 2007–2009	5
J. Mertelík, K. Kloudová, P. Dědič, J. Ptáček	
Problematika uplatnění klonu jírovce maďalu M06 s rezistentním chováním ke klíněnce jírovcové jako plodonosného stromu v oborách s intenzivním chovem spárkaté zvěře	9
J. Mertelík, K. Kloudová, J. Stejskal	
Hodnocení vlivu hnojení na růst a výnos klonů vrb a topolů v prvních čtyřech letech pěstování	13
J. Weger, J. Bubeník, M. Dubský	
Substráty s minerálními komponenty pro předpěstování dřevin	21
M. Dubský, F. Šrámek, Š. Chaloupková	
Využití mikropropagace k uchování ohrožených druhů <i>Amygdalaceae</i> (mandloňovité)	29
H. Vejsadová	
Longevity of <i>Abies</i> pollen under deep-freeze storage	35
A. Kormuťák, M. Galgoci, B. Vooková, T. Salaj, D. Gömöry	
Reprodukčná biológia jedno a viacsemenných taxónov rodu <i>Crataegus</i> L. na vybraných lokalitách východného Slovenska	39
V. Klíč, V. Kunštárová, T. Baranec	
Potenciálna tvorba plodov a semien taxónov rodu <i>Crataegus</i> L. z aspektu taxonomickej praxe ...	45
V. Klíč, V. Kunštárová, T. Baranec	
Obsah sílice a fenolických látok v okrasných taxonech <i>Mentha</i> L.	49
J. Neugebauerová, J. Vábková	
Změny na vybraných vodních tocích v povodí řeky Jevišovky od druhé poloviny 18. století po současnost (1763–2006) na základě studia starých map	55
Z. Chrudina	
Projevy suburbanizace ve využití krajiny v jihomoravském kraji a zázemí města Brna	65
M. Havlíček, I. Dostál	
Dvě nové odrůdy rododendronů – ‘Bouzov’ a ‘Loket’	77
M. Severa, J. Růžičková	

VÝSLEDKY PRŮZKUMU POTATO SPINDLE TUBER VIROID (PSTVD) V OKRASNÝCH ROSTLINÁCH V ČESKÉ REPUBLICE V LETECH 2007–2009

RESULTS OF SURVEY OF POTATO SPINDLE TUBER VIROID (PSTVD) IN ORNAMENTAL PLANTS IN THE CZECH REPUBLIC IN THE PERIOD 2007 TO 2009

Josef Mertelík¹, Kateřina Kloudová¹, Petr Dědič², Jiří Ptáček²

¹Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., Květnové nám. 391, 252 43 Průhonice, mertelik@vukoz.cz

²Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s. r. o., Dobrovského 1, 580 01 Havlíčkův Brod

Abstrakt

Průzkum Potato spindle tuber viroid (PSTVd) v okrasných rostlinách v ČR byl zaměřen na čeleď *Solanaceae* v produkčních zahradnických podnicích, u soukromých hobby pěstitelů i v prodejnách rostlin. V období 2007–2009 bylo testováno více než 600 vzorků ze sedmdesáti čtyř lokalit, PSTVd byl prokázán na dvaceti dvou lokalitách v druzích *Solanum jasminoides*, *S. muricatum*, *Brugmansia* spp. a *Petunia × hybrida*. Jednoznačně nejčastějším hostitel byl *S. jasminoides*, u kterého byl výskyt PSTVd zjištěn na dvaceti dvou lokalitách. U venkovních *Brugmansia* spp. pěstovaných způsobem tzv. letnění nebyl PSTVd prokázán na žádné z padesáti lokalit. Testy byly provedeny metodou Real Time PCR s využitím SybrGreen a TaqMan značených sond. Devatenáct izolátů PSTVd v rostlinách *S. jasminoides*, jeden izolát v *S. muricatum*, dva izoláty v *Brugmansia* spp. jsou uchovávány ve sbírce VÚKOZ, v. v. i., Průhonice.

Klíčová slova: viroid vřetenovitosti brambor, sbírka izolátů PSTVd, *Solanum jasminoides*, *Solanum muricatum*, *Brugmansia* spp., *Petunia × hybrida*

Abstract

The survey of PSTVd aimed at ornamental plants from the family *Solanaceae* was carried out in the Czech Republic in 2007 to 2009. More than 600 samples taken from 74 localities were tested; the infection was detected in 22 of those localities. PSTVd was proved in *Solanum jasminoides* in all 22, *Brugmansia* spp. in 3, *Petunia × hybrida* in 2 and *S. muricatum* in 1 locality. PSTVd was detected by Real Time PCR with SybrGreen or TaqMan. Selected isolates of PSTVd are kept in collection in Pruhonice.

Key words: *Solanum jasminoides*, *Solanum muricatum*, *Brugmansia* spp., *Petunia × hybrida*, collection of isolates

ÚVOD

Potato spindle tuber viroid (PSTVd) z čeledi *Pospiviroidae* je ve státech EU karanténní organismus (Annex I A sekce I), který je původcem závažného onemocnění brambor (*Solanum tuberosum*), které jsou z hospodářského hlediska jeho hlavní hostitelskou rostlinou a napadení PSTVd u nich způsobuje tzv. „vřetenovitost“. Výskyt PSTVd v systému pěstování brambor v ČR však nebyl zjištěn již cca 20 let, jak prokazovaly pravidelné testy výchozích šlechtitelských materiálů a genových zdrojů bramboru (Horáčková et al., 2003 a 2004). PSTVd je přenosný osivem, pylem, mechanicky, vegetativní cestou a u brambor také mšicemi pomocí heteroenkapsidace s virem svinutky brambor (Potato leafroll virus – PLRV). Výskyt PSTVd v Evropě je uváděn v devadesátých letech v Nizozemí na dvou lokalitách ve vazbě na dovoz osiva zeleniny „pepino“ (*Solanum muricatum*). Současně byl PSTVd na stejných lokalitách detekován také v rajčatech (*Lycopersicon esculentum*), jak uvádějí Verhoeven and Rhoenhorst (1995). Způsob přenosu PSTVd do rajčat nebyl objasněn. Z epidemiologického hlediska PSTVd nastala významná změna v souvislosti se zjištěním infekce v okrasných rostlinách. V roce 2006 byl v Nizozemí PSTVd poprvé detekován

v *Solanum jasminoides* a v *Brugmansia* spp. (Verhoeven et al., 2007a). Průzkum zdrojů infekce byl iniciován několika vlnami vysokého výskytu PSTVd v produkci rajčat v předchozích letech. Následný průzkum výskytu PSTVd v okrasných rostlinách se zaměřením na tyto dva rody byl v roce 2007 zahájen v dalších státech EU. Výskyt PSTVd ve vazbě na *S. jasminoides*, *Brugmansia* spp. a *Datura* spp. byl prokázán v Německu, Belgii, Velké Británii, Francii a Polsku, přičemž se jednalo o rostlinný materiál původem z Nizozemí. Postupně byla přirozená infekce PSTVd prokázána také v dalších druzích okrasných rostlin, v Itálii v *S. rantonnetii* (Di Serio, 2007), v Nizozemí v *Streptosolen jamesonii* (Verhoeven et al., 2007b). V ČR byl PSTVd detekován v roce 2007 v *S. jasminoides* původem z Německa (Mertelík et al., 2009). Z hlediska nových hostitelských druhů byl PSTVd v ČR prokázán v *Petunia × hybrida* (Červená et al., 2010).

Z hlediska epidemiologie PSTVd ve vazbě na okrasné rostliny měly všeobecně největší význam *S. jasminoides* a *Brugmansia* spp., které byly v Evropě prokázány jako nejčastější hostitelské druhy, které jsou dlouhodobými kulturami a jsou množeny vegetativně. Právě v důsledku opakovaného přemnožování bezpříznakového materiálu těchto druhů a jeho plošné distribuce do zahradnických produkčních podniků byly vytvořeny

skryté zdroje PSTVd, a tím se obecně zvýšilo riziko pro brambory jako hlavní hostitelskou rostlinu.

Cílem práce bylo zjistit rozšíření PSTVd v reálných podmínkách pěstitelských systémů v ČR ve vazbě na okrasné rostliny jako podklad pro preventivní ochranná opatření.

MATERIÁL A METODY

Rostlinný materiál

Průzkum byl zaměřen na okrasné rostliny čeledi *Solanaceae* – především *Solanum jasminoides*, *S. rantonnetii*, *S. muricatum*, *Datura* spp., *Brugmansia* spp. a *Petunia × hybrida*. V některých případech byly vzorky odebírány z taxonů letniček a také z rajčete a papriky. Průzkum rozšíření PSTVd v produkčních zahradnických podnicích byl prováděn v součinnosti se Státní rostlinolékařskou správou (SRS). Kromě toho byly vzorkovány také rostliny u soukromých „hoby pěstitelů“ a v prodejnách rostlin se zaměřením na různé provenience výchozího materiálu. U rostlin *Datura* spp. a *Brugmansia* spp. byly vzorkovány převážně venkovní rostliny rostoucí v soukromých zahradách, protože tento typ letního půdního i kontejnerového pěstování v ČR jednoznačně převažuje a také množení těchto rostlin převážně probíhá formou výměny mezi pěstiteli.

Vybrané rostliny s prokázanou infekcí PSTVd jsou zařazeny do sbírky izolátů, která je udržována v izolační kóji fytopatologického skleníku VÚKOZ, v. v. i., pro účely výzkumu. Rostliny jsou průběžně upravovány řezem a vegetativně množovány řízkováním a ošetřovány proti škůdcům. Kandidátní rostlinný materiál pro zařazení do sbírky je po převezení do VÚKOZ, v. v. i., umístěn do příjmové izolace, ošetřen proti vektorům a otestován na infekce z rodu *Tospovirus* (INSV a TSWV).

Testovací metody

Izolace RNA byla prováděna s použitím komerčních kitů RNeasy Plant Total RNA Kit (QIAGEN), Total RNA Extraction Kit (Plant) (Real Genomics) a s využitím programovatelného izolátoru KingFisher a kitu MagExtractor-RNA Kit (Toyobo).

Pro detekci PSTVd byla využívána především Real Time PCR s použitím fluorescenčně značených specifických sond (TaqMan), a také se značením nukleových kyselin pomocí SybrGreen I. Pro detekci PSTVd s využitím Real Time PCR byly použity primery a TaqMan sonda navržené podle Boonhama et al. (2004) a také primery navržené podle Matouška et al. (2007). TaqMan sonda byla značena fluorescenčním barvivem FAM (6 – carboxyfluorescein), jako zhášec byla použita TAMRA (tetra-methylcarboxyrhodamine). Primery i fluorescenční sonda byly od firmy Geneti Biotech.

Pro Real Time PCR byly používány Master Mixy Brilliant II QPCR Master Mix 600804 a Brilliant II SYBR Green QPCR Master Mix 600828 od firmy Stratagene a Fast SYBR Green Master Mix od firmy Applied Biosystems.

VÝSLEDKY

V období 2007–2009 bylo testováno více než 600 vzorků odebraných na sedmdesáti čtyřech lokalitách, PSTVd byl prokázán na dvaceti dvou lokalitách.

Z hlediska hostitelských druhů rostlin byl PSTVd prokázán v *S. muricatum*, *Brugmansia* spp. a *Petunia × hybrida*, přičemž jednoznačně nejčastějším hostitelem bylo *S. jasminoides*, u kterého byl výskyt PSTVd zjištěn na všech dvaceti dvou lokalitách. Ve všech případech prokázaného výskytu PSTVd se jednalo o rostliny celoročně pěstované, nebo alespoň předpěstované ve skleníkových komplexech. U venkovních *Brugmansia* spp. pěstovaných způsobem tzv. letnění nebyl PSTVd prokázán, ačkoliv byly testovány rostliny na více než padesáti lokalitách.

Všechny druhy pozitivně testovaných okrasných rostlin byly bezpříznakovými hostiteli PSTVd.

Uvedené postupy detekce PSTVd pomocí Real Time PCR byly spolehlivé pro zachycení infekce v rostlinách *S. jasminoides*, *S. muricatum*, *Brugmansia* spp. a *Petunia × hybrida* a s kontrolními rostlinami stejných druhů (prostými PSTVd) nevykazovaly nespecifické reakce. Shodné výsledky (hodnoceno Ct tj. prahový počet cyklů) byly získány u PSTVd pozitivních rostlin při využití všech tří postupů izolace RNA. Z hlediska možnosti použití kompozitních vzorků *S. jasminoides* a *Brugmansia* spp. s ohledem na mezní hodnoty detekce PSTVd byl jako spolehlivý prokázán objemový poměr pozitivního a negativního vzorku 1:10 i 1:15. Tyto poměry jsou dostatečné pro terénní vzorkování v rámci průzkumu výskytu infekce v zahradnických podnicích.

Z hlediska tvorby dlouhodobých zdrojů infekce PSTVd v okrasných rostlinách byla prokázána perzistence PSTVd v *S. jasminoides*, *S. muricatum* a *Brugmansia* spp. po dobu tří vegetací jak v matečných rostlinách, tak ve vegetativně množeném potomstvu. V průběhu růstu a vývoje rostlin nebyl zjištěn projev specifických příznaků PSTVd. Z hlediska reálnosti perzistence PSTVd ve skleníkových komplexech zahradnických produkčních podniků byl PSTVd v roce 2009 opakovaně prokázán v sedmi podnicích z patnácti kontrolovaných podniků s infekcí PSTVd zjištěnou v roce 2008. V šesti případech se jednalo o rostliny *S. jasminoides* a ve dvou případech *Brugmansia* spp.

V současné době je ve sbírce uchováváno 19 izolátů PSTVd v rostlinách *S. jasminoides*, 1 izolát v *S. muricatum*, 2 izoláty v *Brugmansia* spp. (tab. 1). Velmi obtížně vizuálně rozlišitelné jsou rody *Datura* a *Brugmansia* spp., proto byly v době kvetení znovu překlasifikovány tyto PSTVd pozitivní hostitelské rostliny ve sbírce VÚKOZ, v. v. i., a v obou případech jsou dále evidovány jako *Brugmansia* spp. Rostliny *Petunia × hybrida* pozitivní na PSTVd postupně uhynuly, spojení úhybnu s infekcí však nebylo prokázáno.

Tab. 1 Přehled izolátů PSTVd ve sbírce VÚKOZ, v. v. i.

Číslo	Lokalita	Druh rostliny	Datum získání izolátu
1	Průhonice	<i>S. jasminoides</i>	28. 5. 2007
2	Boskovice	<i>S. jasminoides</i>	20. 6. 2007
3	Blansko	<i>S. jasminoides</i>	20. 6. 2007
4	Velká Lhota	<i>S. jasminoides</i>	2. 7. 2007
5	Vodochody	<i>S. jasminoides</i>	18. 7. 2007
6	Senožaty	<i>S. jasminoides</i>	30. 7. 2007
7	Líbeznice	<i>S. jasminoides</i>	19. 9. 2007
8	Mělník	<i>S. jasminoides</i>	19. 9. 2007
9	Nový Šaldorf	<i>S. jasminoides</i>	25. 9. 2007
10	Strážnice	<i>S. jasminoides</i>	25. 9. 2007
11	Kopřivnice	<i>S. jasminoides</i>	26. 9. 2007
12	Val. Meziříčí I	<i>S. jasminoides</i>	26. 9. 2007
13	Val. Meziříčí II	<i>S. jasminoides</i>	26. 9. 2007
14	Trávčice	<i>S. jasminoides</i>	3. 10. 2007
15	Opava I	<i>S. jasminoides</i>	10. 10. 2007
16	Opava II	<i>S. jasminoides</i>	10. 10. 2007
17	Štítina	<i>S. jasminoides</i>	10. 10. 2007
18	Štítina	<i>S. muricatum</i>	12. 12. 2007
19	Semetín	<i>S. jasminoides</i>	28. 5. 2008
20	Semetín	<i>Brugmansia</i> sp.	21. 4. 2009
21	Kelč	<i>S. jasminoides</i>	22. 4. 2009
22	Boskovice	<i>Brugmansia</i> sp.	30. 7. 2009

DISKUSE A ZÁVĚR

Průzkum prokázal význam doposud popsaných hostitelských druhů PSTVd v konkrétních podmínkách zahradnické produkce ČR. Z hlediska četnosti výskytu v družících okrasných rostlin v ČR jednoznačně převažuje *Solanum jasminoides* (zeleňolistá forma), přičemž je velmi pravděpodobné, že důvodem bylo postupné vegetativní přemnožování PSTVd infikovaných rostlin a jejich šíření obchodem na další lokality. V méně často pěstované žlutě panašované formě *S. jasminoides* nebyl PSTVd prokázán. První zachycení infekce PSTVd v *S. jasminoides* v ČR bylo v roce 2007 v rostlinném materiálu původem z Německa, který byl dlouhodobě udržován ve VÚKOZ, v. v. i., Průhonice v rámci výzkumu nových druhů tzv. balkónových rostlin. Tento materiál byl udržován cca deset let v matečnici společně s dalšími více než šedesáti taxony vegetativně množených letniček. Opakované testy celého tohoto sortimentu letniček infekci PSTVd v jiných družících neprokázaly, i když mezi nimi byly zastoupeny i *S. rantonnetii* a *Petunia × hybrida*, které patří mezi hostitelské druhy (Di Serio F., 2007, Mertelík et al., 2009). Z epidemiologického hlediska je také významné, že PSTVd nebyl v žádném případě prokázán u rostlin *Brugmansia* spp. pěstovaných v soukromých zahradách, ale pouze u rostlin množených, nebo pěstovaných ve skleníku, kde byly ve všech případech souběžně pěstovány také PSTVd pozitivní rostliny *S. jasminoides*. Stejná situace byla i u infekce prokázané v *S. muricatum*. Lze

proto předpokládat, že zdrojem infekce pro *Brugmansia* spp. mohly být rostliny *S. jasminoides* a k přenosu došlo mechanickým způsobem při procesu množení a manipulace s rostlinami ve společném skleníku. Oba druhy jsou množeny také generativně a zdroj infekce mohl být původně v osivu, jak u *S. muricatum* uvádějí Verhoeven and Rhoenhorst (1995), a další šíření pak mohlo probíhat už vegetativním přemnožováním těchto rostlin. Šíření PSTVd do různých hostitelů je složitý problém, experimentálně byl prokázán přenos do různých druhů rostlin a také plevelů (Matoušek et al., 2007). I když ochrana brambor a potenciálně i rajčat v ČR spočívá zejména v prevenci, je objasnění epidemiologických vazeb z pohledu různých druhů okrasných hostitelských rostlin a také různých izolátů PSTVd velmi důležitou částí dalšího výzkumu. Perzistence PSTVd v některých zahradnických podnicích souvisela s vysokou pravděpodobností s opakovaným přemnožením infikovaného materiálu. V jednom případě byl PSTVd prokázán ve stejných rostlinách *S. jasminoides*, které byly v předchozí vegetaci testovány SRS s negativním výsledkem, v jiných družících rostlin v tomto podniku už PSTVd prokázán nebyl. V tomto případě se mohlo jednat o nezachycení infekce PSTVd při testování. Protože laboratorní metody dosahují velmi vysoké a stabilní spolehlivosti, je z pohledu terénní diagnostiky velmi důležitý systém odběru a zpracování vzorků. Prokázání perzistence PSTVd ve vazbě na okrasné rostliny v reálných pěstebních systémech zahradnických podniků v ČR je významnou informací z pohledu možnosti šíření infekce na různé lokality pomocí vegetativně množeného rostlinného materiálu. Šíření PSTVd jinou cestou než vegetačním množением nebylo v našich podmínkách prokázáno.

Používání testovaného rostlinného materiálu pro základní stupně vegetativně množených hostitelských druhů okrasných rostlin je proto nejdůležitějším krokem k eliminaci PSTVd.

Poděkování

Práce byly provedeny v rámci řešení výzkumného projektu, smlouva č. QH81262 v Programu výzkumu v agrárním sektoru 2007–2012 NAZV. Za praktickou součinnost v rámci průzkumu PSTVd v některých zahradnických podnicích v ČR děkujeme pracovníkům Státní rostlinolékařské správy.

LITERATURA

- Červená, G., Nečekalová, J., Mikulková, H., Levkaničová, Z., Mertelík, J., Kloudová, K., Dědič, P., Ptáček, J. (2010): Viroids on *Petunia* and other Solanaceous Crops in the Czech Republic. *Acta Horticulturae* (in press).
- Di Serio, F. (2007): Identification and characterization of *potato spindle tuber viroid* infecting *Solanum jasminoides* and *S. rantonnetii* in Italy. *Journal of Plant Pathology*, vol. 89, no. 2, p. 297–300.
- Horáčková, V., Dědič, P., Domkářová, J., Ptáček, J. (2003): Revitalizace a valorizace genové banky bramboru. *Bramborářství*, roč. XI, č. 3, s. 8–10.

- Horáčková, V., Dědič, P., Ptáček, J., Domkářová, J. (2004): Zvýšení kvalitativní úrovně genové banky bramboru *in vitro*. *Bramborářství*, roč. XII., č. 4, s. 12–14.
- Matoušek, J., Orctová, L., Ptáček, J., Patzak, J., Dědič, P., Steger, G., Riesner, D. (2007): Experimental Transmission of Pospiviroid Populations to Weed Species Characteristic of Potato and Hop Fields. *Journal of Virology*, vol. 81, no. 21, p. 11891–11899.
- Mertelík, J., Kloudová, K., Červená, G., Nečekalová, J., Mikulková, H., Levkaničová, Z., Dědič, P. and Ptáček, J. (2009): First report of *Potato spindle tuber viroid* (PSTVd) in *Brugmansia* spp., *Solanum jasminoides*, *Solanum muricatum* and *Petunia* spp. in the Czech Republic. [<http://www.bspp.org.uk/publications/new-disease-reports/ndr.php?id=019027>] Volume 19.
- Verhoeven, J. Th. J., Roenhorst, J. W. (1995): Virological risks accompanying the increased interest in pepino (*Solanum muricatum*). Proceedings of the 8th Conference on Virus Diseases of Vegetables. Prague, July 9.–15. 1995, p. 109–112.
- Verhoeven, J. Th. J., Jansen, C., Roenhorst, J. W. (2007a): First report of pospiviroids infecting ornamentals in the Netherlands: *Citrus exocortis viroid* in *Verbena* sp., *Potato spindle tuber viroid* in *Brugmansia suaveolens* and *Solanum jasminoides*, and *Tomato apical stunt viroid* in *Cestrum* sp. *New Disease Reports* [<http://www.bspp.org.uk/ndr/july2007/2007-13.asp>] Volume 15.
- Verhoeven, J. Th. J., Jansen, C., Roenhorst, J. W. (2007b): *Streptosolen jamesonii* 'Yellow', a new host plant of *Potato spindle tuber viroid*. [<http://www.bspp.org.uk/publications/new-disease-reports/july2007/2007-46.asp>].

Rukopis doručen: 31. 8. 2009

Přijat po recenzi: 3. 9. 2009

PROBLEMATIKA UPLATNĚNÍ KLONU JÍROVCE MAĎALU M06 S REZISTENTNÍM CHOVÁNÍM KE KLÍNĚNCE JÍROVCOVÉ JAKO PLODONOSNÉHO STROMU V OBORÁCH S INTENZIVNÍM CHOVEM SPÁRKATÉ ZVĚŘE

UTILIZATION OF HORSE CHESTNUT CLONE M06 WITH RESISTANT BEHAVIOUR TO HORSE CHESTNUT LEAF MINER FOR SEED PRODUCTION AS A SOURCE OF FOOD IN GAME PRESERVES

Josef Mertelík¹, Kateřina Kloudová¹, Josef Stejskal²

¹Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., Květnové nám. 391, 252 43 Průhonice, mertelik@vukoz.cz

²Lesy ČR, s. p., Lesní závod Židlochovice, Tyršova 1, 667 01 Židlochovice

Abstrakt

Je diskutováno snížení výnosů semen u jírovce maďalu, který je využíván v oborách s intenzivním chovem spárkaté zvěře jako plodonosný strom, v důsledku poškození klíněnkou jírovcovou. Jako perspektivní řešení je navrženo využití *Aesculus hippocastanum* klon M06 s rezistentním chováním ke klíněnce jírovcové. Jsou uvedeny metody a výsledky vegetativního množení klonu M06 roubováním na 2–4 leté semenáčky a roubováním do korunky sedmi- až osmiletých semenáčů. Experimentálně bylo zkoušeno vegetativní množení klonu M06 metodou očkováním na 2leté semenáčky v letním období, výsledky ujmání budou vyhodnoceny v roce 2010. Dále jsou uvedena kritéria použitá při výběru semenných stromů pro tvorbu podnoží, seznam vybraných semenných stromů z různých oblastí ČR, údaje o semenech z nich sklizených a metodika výsevu.

Klíčová slova: *Aesculus hippocastanum*, koňský kaštan, množení, *Cameraria ohridella*, plodnost, krmivo

Abstract

Due to damage done by horse chestnut leaf miner the yield of horse chestnuts is decreasing, which causes economical loss mainly in game preserves in the Czech Republic, where horse chestnut is used as source of food for the game. Proposed solution to this problem is a clone of M06 with resistant behaviour to horse chestnut leaf miner. Methods of vegetative propagation by grafting are discussed and present results show good establishment of grafts. Propagation by budding was tried in August, results will be evaluated in 2010. Standards for choosing donor trees for rootstocks and list of those trees are presented as well as data about gathered seeds and methods used for sowing.

Key words: *Aesculus hippocastanum*, propagation, *Cameraria ohridella*, fruitfulness, feed

ÚVOD

Jírovec maďal, (*Aesculus hippocastanum*) lidově nazývaný „koňský kaštan“, je pro svá semena, tzv. kaštany, dlouhodobě a ve velké míře využíván v lesním hospodářství jako významný tradiční zdroj potravy spárkaté zvěře. Byl a je proto vysazován jako „plodonosný strom“ do lesních celků a nepostradatelný z tohoto hlediska je zejména v rozsáhlých oborách s intenzivním chovem jelenů, daňků a muflonů, které představují ekologicky i ekonomicky významnou část lesního hospodářství v ČR.

V roce 1984 byl v Makedonii (Deschka & Dimic, 1986) poprvé zjištěn výskyt klíněnkou jírovcové (*Cameraria ohridella*), která se velmi rychle šířila po Evropě (Skuhravý, 1999) a v ČR byla zaznamenána v roce 1993 (Liška, 1997).

Poškození listů klíněnkou jírovcovou v interakci s abiotickými vlivy (stres suchem a teplem) způsobuje intenzivní nekrózu, svinování listů a předčasnou defoliaci (Mertelík et al., 2004), což z různých hledisek významně narušuje užité vlastnosti těchto stromů. Z pohledu lesního hospodářství a myslivosti je nejvýznamnějším negativním dopadem sníže-

ní výnosu semen. Ačkoliv je plodnost stromů obecně ovlivňována mnoha faktory, výsledky výzkumu v Evropě prokazují, že redukce výnosu semen u jírovců napadených klíněnkou může být v některých případech velmi výrazná. V Německu Thalmann et al. (2003) uvádí, že u stromů s listovou plochou poškozenou v důsledku napadení klíněnkou v rozsahu 75 % a více byl výnos plodů a semen v sušině nižší až o 50 % ve srovnání se stromy, u nichž byl rozsah poškození listové plochy menší než 25 %. Redukci výnosu sušiny semen vlivem poškození klíněnkou uvádějí také Salles et al. (2003) v Itálii. Znaky kvetení a tvorby plodů však nevykazují výrazné změny a vizuálně tak lze snížení výnosu semen jírovce zaznamenat v dané vegetaci pouze velmi orientačně, a to v podobě poněkud menší velikosti semen. Z obecného hlediska byl snížený výnos semen jírovců v praktické podobě zaznamenán v posledních letech v konkrétních podmínkách čtyř obor s intenzivním chovem spárkaté zvěře patřících pod Lesy ČR, s. p., obhospodařovaných Lesním závodem Židlochovice. Celková výměra obor Soutok, Moravský Krumlov, Bulhary a Klentice je 8 291 ha, z toho plocha, kterou zabírá výsad-

ba jírovců různých věkových stupňů, je 216 ha. Při této rozloze je odhad hospodářských ztrát vzniklých přímou redukcí výnosu semen jírovců a nákladů spojených s nutností dokrmování zvěře značný. Chemická eliminace klíněnky jírovcové pomocí každoroční aplikace pesticidních látek je sice technicky proveditelná a účinná (Kloudová et al., 2002), ale z hlediska ekologického rizika nejsou dostatečně prozkoumány vedlejší účinky na ostatní hmyz a další návazné organismy vázané na tyto biotopy. Tato problematika proto vyžaduje provedení intenzivního výzkumu v uvedených oblastech. Pro koncepční řešení lze využít přirozené rezistence ke klíněnce jírovcové zjištěné u *Aesculus hippocastanum* v ČR (Mertelík et al., 2004) a vytvořeného klonu M06 (Mertelík, Kloudová, 2006), u něhož bylo zachování rezistentního chování potvrzeno v období 2001–2008 (Mertelík, Kloudová, 2009).

Cílem tohoto příspěvku je prezentovat metodický přístup a dílčí výsledky získané v rámci projektu NAZV QI92A245, který řeší problematiku využití klonu M06 jako plodových stromů jírovice maďalu v oboře Moravský Krumlov.

MATERIÁL A METODY

Semena pro produkci podnožového materiálu byla získána z kandidátních stromů jírovců, které byly vytipovány v průběhu několika předchozích let jako perspektivní zdroje. Hlavními kritérii výběru semenných stromů byl jejich celkový habitus, dobrý zdravotní stav a vitalita z pohledu aktuální vegetace (olistění, letorosty, plodnost) i z pohledu dlouhodobých parametrů (proschnutí větví, hojení ran). Do výběru byly zahrnuti také jedinci s různými výraznými, vizuálně odlišnými morfologickými znaky (vysoký rovný kmen, netypické zavěvení koruny, tvar a zabarvení listů a plodů) jako varianty pro posouzení vlivu podnože na růst, vývoj a rezistentní chování klonu M06. Z hlediska věku byly vybrány převážně staré až velmi staré stromy, které svým dobrým stavem ukazovaly na dlouhodobou stabilitu dobrého růstu a vývoje. Z hlediska lokalit zahrnoval výběr různá tradiční stanoviště jírovců v celé ČR, přičemž důležitým kritériem byl předpoklad možnosti sběru (získání) semen. Riziko ztráty semen spočívalo ve sběru semen jinými lidmi (děti, myslivci), v provedení úklidu spadaných semen společně s listím a také v načasování sběru semen v závislosti na počasí (biologická zralost, opad vlivem silného větru apod.). Sbírána byla podle možností pouze nepoškozená semena, která byla spočítána a zvážena, čímž byla získána data pro porovnání vlastností jednotlivých sběrů z hlediska klíčivosti, vzházivosti, růstu vývoje. Výsevy v roce 2008 byly postupně prováděny v září až říjnu, v roce 2009 v září až listopadu. Použity byly plastové přepravky na ovoce, na vrstvu cca 15–20 cm rašelinového substrátu smíchaného s perlitem v poměru cca 3:1 byla semena položena jizvou dolů a zasypana cca 1 cm vrstvou uvedeného substrátu. Přepravky byly označeny, obaleny králičím pletivem proti žíru myši a umístěny do otevřených pařenišť. Stimulace ani chemické ošetření nebylo provedeno.

V dubnu 2009 byly vyrašené rostliny přesazeny do quickpotů 8 × 8 × 15 cm a umístěny do pařenišť pod stínoviště, kde byly ponechány až do následujícího roku. Parametry semenáčků

z výsevů provedených ze sběrů v roce 2009 budou vyhodnoceny v dubnu 2010.

Rouby a očka pro vegetativní množení byly odebírány z matečnice dvaceti pěti stromků jírovice maďalu klonu M06, která byla pro tyto účely vytvořena naroubováním klonu M06 na semenáčky jírovice maďalu v roce 2000 (Mertelík et al., 2004).

Roubování bylo prováděno kopulací do výšky podnože 5–10 cm, jako podnože byly použity 2–4leté semenáčky z Průhonického parku. Experimentální roubování metodou kopulace vždy pouze jednoho roubu na terminální výhon sedmi- až osmiletých semenáčků jírovců maďalu bylo provedeno v březnu 2006 a 2007. Celkem bylo použito 10 roubů M06 a 10 roubů semenáčků jírovice maďalu. Ve dvou termínech, 17. a 31. srpna 2009, bylo provedeno také experimentální očkování klonu M06 na dvouleté podnože jírovice maďalu.

VÝSLEDKY

Do roku 2009 bylo vybráno 30 kandidátních stromů. V letech 2008 a 2009 byla sebrána a vyseta semena ze třinácti stromů. Přehled jednotlivých stromů a sběrů je uveden v tab. 1. Charakteristika jednotlivých stromů, databáze digitální fotodokumentace včetně některých, pro daný strom typických znaků u plodů a semen, jsou uvedeny v pracovních protokolech a nejsou součástí tohoto příspěvku.

Klíčivost a vzházivost semen z výsevů provedených ze sběrů v roce 2008 byla převážně dobrá. Mladé rostlinky jírovců, u kterých prorostl křivý kořen skrze perforované dno plastové přepravky a došlo při přesazování k jeho poškození nebo odlomení, nevykazovaly v porovnání s nepoškozenými semenáčky ve vegetaci 2009 žádné znaky narušeného růstu a vývoje. U všech semenáčků nedošlo v průběhu vegetace k žádným úhynům a rostlinky vykazovaly dobrý růst a vývoj. Metodou roubování bylo doposud vytvořeno několik desítek klonových rostlin M06 ve stáří jeden až deset let. U metody roubování do korunky sedmi- až osmiletých semenáčků jírovců maďalu se ujalo sedm roubů M06 a 5 roubů semenáčků jírovice maďalu, po čtyři doposud hodnocené vegetace vykazovaly vytvořené výhony dobrý růst a vývoj. Srůsty podnože s roubem u obou metod jsou kvalitní, k vylomení roubů nedošlo a rostliny vykazují dobrý růst a vývoj. Výsledky očkování klonu M06 na podnože jírovice maďalu budou vyhodnoceny ve vegetaci 2010.

DISKUSE A ZÁVĚR

Vývoj klimatických podmínek se sebou přináší změny patosystému rostlin, které často vznikají v důsledku zavlečení nového, invazivního organismu. Klíněnka jírovcová (*C. ohridel-la*) je toho významným příkladem, přičemž v případě tohoto škůdce nebyl doposud objasněn skutečný původ (Kenis et al., 2004; Lakatos et al., 2004) a nejsou také jasné ani okolnosti jejího prvního výskytu v oblasti Ohridského jezera v Makedonii, popsaného Deschkou & Dimicem, (1986).

Reakce jírovice maďalu v důsledku napadení klíněnkou při-

Tab. 1 Přehled jednotlivých stromů a sběrů

Druh	Lokalita	Datum sběru	Počet sebraných semen	Celková hmotnost semen (g)	Průměrná hmotnost semen (g)	Vyseto
AH	Františkovy Lázně	16. 9. 2008	77	N	N	77
AH	Mikulášovice	25. 9. 2008	33	N	N	33
AC	Zlatníky	2. 10. 2008	50	N	N	50
AC	Radotín	27. 10. 2008	17	N	N	17
AH	Zámorsk	9. 9. 2009	51	870	17,05882	51
AH	Bezděkov	6. 10. 2009	78	1364	17,48718	78
AH	Mikulášovice	7. 10. 2009	98	1453	14,82653	98
AH	Teplice	7. 10. 2009	56	1174	20,96429	56
AH	Struhařov, Nechyba	20. 10. 2009	44	596	13,54545	44
AH	Pravonín	20. 10. 2009	24	441	18,375	24
AH	Kratušín	21. 10. 2009	96	1546	16,10417	96
AH	Sklené	13. 10. 2009	156	2285	14,64744	135
AP	Průhonický park	24. 10. 2009	77	710	9,220779	71
AH	Dolní Houžovec	8. 11. 2009	42	700	16,66667	42

Poznámky: AC = *Aesculus × carnea*; AH = *Aesculus hippocastanum*; AP = *Aesculus pavia*; N = nebylo hodnoceno

naší řadu výrazných změn z hlediska vizuálních projevů růstu a vývoje (Mertelík et al., 2002) i z hlediska tradičních užitných vlastností těchto stromů. Z hlediska funkce jírovce jako plodonosného stromu je nejvýraznějším negativem redukce výnosu semen jako krmiva pro spárkatou zvěř. Vizuálně zjistitelné znaky indikující snížení plodnosti však nejsou v průběhu vegetace nijak výrazné. Jak uvádějí Thalman et al. (2003), počet semen v plodech, počet plodů na květenství a počet květenství na strom nebyl v jejich sledováních vlivem poškození klíněnkou ovlivněn. To potvrzují také výsledky sedmiletého hodnocení těchto znaků na dvou lokalitách v ČR (Mertelík et al., 2005, nepublikováno). Naopak výsledky Thalmana et al. (2003) ukázaly, že u jírovců poškozených klíněnkou a změněným vodním režimem došlo k významnému snížení hmotnosti dozrálých semen, a tudíž celkového výnosu. Kromě kvantity má menší hmotnost semen vliv na jejich kvalitu a může negativně ovlivnit parametry růstu a vitality semenáčků jírovců, jak prokázali Takos et al. (2007). Větší přírůstky a vyšší vitalita semenáčků jsou přínosné při produkci podnožového materiálu pro roubování. Z hlediska dlouhodobého růstu a vývoje jírovců je příznivé zjištění, že v experimentech v Itálii vykazovaly jírovce poškozené klíněnkou ve srovnání s nepoškozenými stromy větší přírůstek dřeva v kmenech (Salleo et al., 2003). Autoři vyslovují hypotézu, že k tomuto jevu došlo v důsledku zvýšené dodávky vody a živin do listů jako reakce na jejich poškození klíněnkou. Obecně ale platí, že zkrácené období fotosyntézy negativně ovlivňuje vitalitu stromů. U jírovců je také uvažováno, že zkrácení fotosyntézy může zvyšovat jejich náchylnost k velmi významné chorobě „bleeding canker“, která se poprvé objevila kolem roku 2000 v Nizozemí (Dijkshoorn-Dekker, 2005), vzniká v souvislosti s výskytem bakterie *Pseudomonas syringae* pv. *aesculi* (Webber et al., 2007) a která se postupně rozšířila do dalších států západní Evropy, kde zahubila již desítky tisíc stromů jí-

rovce (http://www.kastanjeziekte.wur.nl/uk/index_uk.htm). Ačkoliv klíněnka napadá jírovce v Evropě již více než 20 let, vliv poškození listové plochy minováním na celkový zdravotní stav jírovců a na parametry jejich růstu a vývoje nejsou jednoznačně objasněny a vyžadují další výzkum. Také další vývoj patosystému klíněnky a jírovců lze při současných klimatických změnách jen stěží odhadnout. Proto je nutné uplatnit nejen všechny operativní krátkodobá ochranná a regulační opatření, ale také perspektivní dlouhodobé řešení s využitím přirozené rezistence jírovce maďalu ke klíněnce jírovcové (Mertelík, Kloudová, 2009). Toto koncepční řešení problému, prováděné v rámci projektu NAZV QI92A245 s využitím klonu M06 (Mertelík, Kloudová, 2006) jako plodových stromů jírovce maďalu přímo v cílené lokalitě obory Moravský Krumlov, je velmi přínosné z časového hlediska. Období plodnosti u jírovce maďalu obecně začíná ve věku kolem patnácti let stromu (Kavka, 1969), přičemž u roubovanců se toto období může zkracovat, což potvrzuje také chování klonu M06, kdy u několika jedinců došlo k dozrání plodů již za 8 let po naroubování na podnože semenáčků jírovce maďalu. Relativně dobré výsledky dosažené u metody roubování do korunky šestiletých jírovců maďalu ukazují na použití této varianty jako jedné z možností při praktickém uplatňování klonu M06. Efektivita tohoto postupu a biologické vlastnosti takto vytvořených stromků musí být ale ještě dále vyhodnoceny u většího počtu jedinců, v různých podmínkách. Výhodou tohoto postupu by ale bylo, že pro uplatnění klonu M06 v oborách by mohly být využity i již realizované a aklimatizované výsadby semenáčků jírovců na cílových lokalitách. Možnost odběru roubov M06 z matečnice je omezena, protože současně slouží jako zdroj pupenů výzkumu v oblasti tkáňového množení (Vejsadová et al., 2009) a zjišťování podstaty rezistence (Mertelík, Kloudová, 2009). Postupně bude pro množení M06 roubováním (případně očkováním) využíván mate-

riál získaný při výchovném řezu již vyprodukovaných stromků. Metodickým přínosem by mohla být také ověřovaná metoda očkování klonu M06 na podnože jírovce maďalu. Potvrzené zachování rezistentního chování klonu M06 u všech roubovanců různého stáří je významné zjištění a ukazuje na perspektivnost zvoleného postupu množení. Lze předpokládat, že získaný materiál semen umožní přesněji posoudit vliv podnože na sledované užité vlastnosti klonu M06 a napomůže tak k určení další strategie v této části vegetativního množení. Na potencionální plodnost klonu M06 v systému vegetativního množení lze usuzovat na základě prvního kvetení a dozrání plodů u matečných rostlin již za devět let po přemnožení. Vliv různých proveniencí (genotypů) podnoží jírovců, vliv jednotlivých metod roubování a výsadby na zdravotní stav, růst, vývoj a plodnost klonu M06 na cílových lokalitách bude hodnocen dlouhodobě.

Cílem současných prací prováděných v rámci řešení projektu NAZV QI92A245 je vypracovat metodiku efektivního vegetativního množení klonu M06 s využitím semenáčků jírovců a optimalizovat postup jejich výsadby a aklimatizace na cílových lokalitách obory Moravský Krumlov.

Poděkování

Práce byly provedeny v rámci řešení výzkumného projektu, smlouva č. QI 92A245 v Programu výzkumu v agrárním komplexu, VAK s počátkem řešení projektů v roce 2009.

LITERATURA

- Deschka, G., Dimic, N. (1986): *Cameraria ohridella* sp. n. (Lepidoptera, Lithocolletidae) aus Mazedonien, Jugoslawien. Acta Ent. Jugosl., vol. 22, no. 1–2, p. 11–23.
- Dijkshoorn-Dekker, M. W. C. (2005): Eindrapport onderzoeksprogramma “Red de kastanje voor Nederland”. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Wageningen: Werkgroep Aesculaap, Boskoop, 48 p.
- Kafka, B. (1969): Zhodnocení hlavních druhů listnáčů z hlediska jejich využití v zahradní a krajinářské architektuře. Acta Pruhoniciana, č. 22, s. 20–21.
- Kenis, M., Avtzis, N., Freise, J., Girardoz, S., Grabenweger, G., Heitland, W., Lakatos, F., Lopez Vamonde, C., Svatoš, A., Domov, R. (2004): Finding the area of origin of horse-chestnut leaf miner. Where are you today? Abstract of papers of 1st International Cameraria Symposium – *Cameraria ohridella* and other invasive leaf-miners in Europe. March 24. –27., 2004, p. 19.
- Lakatos, F., Kovács, Z., Kenis, M., Stauffer, C. (2004): Looking for the origin of *Cameraria ohridella* – genetic analysis of *Cameraria* species. Abstract of papers of 1st International Cameraria Symposium – *Cameraria ohridella* and other invasive leaf-miners in Europe. March 24. –27., 2004, p. 24.
- Liška, J. (1997): Verbreitung der Rosskastanienminiermotte in der

Tschechischen Republik. Forstschutz Aktuell, Juli, no. 21, p. 5.

- Mertelík, J., Kloudová, K., Vanc, P., Svatoš, A. (2002): Řešení problematiky zdravotního stavu jírovce maďalu – podstata problému a použití diflubenzuronu. Rostlinolékař, roč. 13, č. 6, s. 19–20.
- Kloudová, K., Mertelík, J., Vanc, P. (2002): Použití diflubenzuronu na eliminaci klíněnky jírovcové (*Cameraria ohridella*) u jírovce koňského (*Aesculus hippocastanum*). In Zborník z konferencie k 50. výročiu založenia Ústavu experimentálnej fytopatológie a entomológie SAV „Ochrana rastlín v III. miléniu“, Ivanka pri Dunaji, s. 101–103.
- Mertelík, J., Kloudová, K., Vanc, P. (2004): Occurrence of *Aesculus hippocastanum* with high degree of resistance to *Cameraria ohridella* in the Czech Republic. Acta fytotechnica et zootechnica, Special number, Proceedings of XVI. Slovak and Czech Plant Protection Conference, vol. 7, p. 204.
- Mertelík, J., Kloudová, K. (2006): Klon *Aesculus hippocastanum* Mertelik06 s rezistentním chováním ke *Cameraria ohridella*. Patent č. 296896. Věstník č. 7/2006 Úřadu průmyslového vlastnictví v Praze.
- Mertelík, J., Kloudová, K. (2009): Výsledky sledování rezistentních projevů *Aesculus hippocastanum* (klon M06) ve vztahu k infestaci klíněnkou (*Cameraria ohridella*) v období 2001–2008. Acta Pruhoniciana, č. 93, s.11–14.
- Salleo S., Nardini, A., Raimondo, F., Lo Gullo, M. A., Pace, F. and Giacomich, P. (2003): Effects of defoliation caused by the leaf miner *Cameraria ohridella* on wood production and efficiency in *Aesculus hippocastanum* growing in north-eastern Italy. Trees, vol. 17, p. 367–375.
- Skuhřavý, V. (1999): Zusammenfassende Betrachtung der Kenntnisse über die Rosskastanien-miniermotte, *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic (Lep., Gracillariidae). Anz. Schädlingsknd, vol. 72, no. 4, p. 95–99.
- Takos, I., Varsamis, G., Avtzis, D., Galatsidas, Sp., Merou, Th. and Avtzis, N. (2008): The effect of defoliation by *Cameraria ohridella* Deschka and Dimic (Lepidoptera: Gracillariidae) on seed germination and seedling vitality in *Aesculus hippocastanum* L. Forest Ecology and Management, vol. 255, no. 3–4, p. 830–835.
- Vejsadová, H., Šedivá, J., Vlašínová, H., Havel, V., Mertelík, J., Kloudová, K. (2009): Indukce organogeneze u jírovce maďalu (*Aesculus hippocastanum* L.). [Organogenesis induction in horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.).] Zprávy lesnického výzkumu, roč. 54, č. 4, s. 286–292.
- Webber J., Parkinson, N., Rose J., Stanford, H., Cook, R. T. A., Elphinstone, J. (2007): Isolation and identification of *P. syringae* pv. *aesculi* causing bleeding canker of horse hestnut in the UK. Plant Pathol. New Dis. Rep, vol. 15, p. 1.

Rukopis doručen: 31. 8. 2009

Přijat po recenzi: 3. 9. 2009

HODNOCENÍ VLIVU HNOJENÍ NA RŮST A VÝNOS KLONŮ VRB A TOPOLŮ V PRVNÍCH ČTYŘECH LETECH PĚSTOVÁNÍ

EVALUATION OF INFLUENCE OF FERTILIZATION ON GROWTH AND YIELD OF WILLOW AND POPLAR CLONES IN FIRST FOUR YEARS

Jan Weger, Jaroslav Bubeník, Martin Dubský

Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., Květnové nám. 391, 252 43 Průhonice, weger@vukoz.cz

Abstrakt

Článek shrnuje první výsledky polního pokusu s hnojením 2 klonů topolů a 2 klonů vrb pěstovaných výmladkovým způsobem na zemědělské půdě na lokalitě Michovka v Průhonících. Byly provedeny a hodnoceny 4 varianty hnojení: kontrola, hnojení kompostem, hnojení základní a zvýšenou dávkou průmyslového NPK hnojiva. Po dvou a čtyřech letech byly u testovaných klonů hodnoceny růstové parametry a po dvou letech byla provedena sklizeň nadzemní biomasy pro odhad výnosu v jednotlivých klonů ve variantách pokusu. Nejlepšího výnosu dosáhl při první sklizni po dvou letech růstu klon vrb S-337 (3,69–4,07 t(suš.)/ha/rok dle varianty hnojení). Statisticky průkazné byly pouze rozdíly ve výnosu mezi klony, rozdíly mezi variantami hnojení průkazné nebyly. V druhém dvouletém hodnocení zvýšily varianty hnojení statisticky prokazatelně tloušťku kmene (+8–17%) u vrbových klonů a snížily počet kmenů jedince (–10 až –52%) u vrb i topolů. Výsledků pokusu jsou diskutovány a jsou formulována doporučení pro pokračování pokusu.

Klíčová slova: topol, vrba, výmladková plantáž, hnojení

Abstract

The article summarizes first results of field experiment with fertilisation of two poplar and two willow clones which have been coppiced on agricultural soil of locality Michovka in Pruhonice. There were four variants for fertilisation: control (no fertilisation), compost application, basic and double dose of NPK fertilizer. Growth parameters were measured of tested clones after second and fourth year. Harvest of above ground biomass was carried out after second year for calculation of yield of tested clones under variants of fertilisation. Best yield had willow clone S-337 (3,69–4,07 o.d.t./ha/year depending on variants of fertilisation). Statistically different were only differences between clones, not between variants of fertilisation. Regarding growth parameters there were found significantly bigger stem diameters (+8 to 17%) of willow clones and smaller number of stems per tree (–10 to –52%) of both willows and poplar clones in fertilised variant (double NPK) in comparison to control. Results of experiment are discussed and recommendations are formulated for continuation of the field experiment.

Key words: poplar, willow, short rotation coppice, fertilisation

ÚVOD

Pěstování výmladkových plantáží rychle rostoucích dřevin (RRD) na zemědělské půdě – v našich podmínkách zejména na vybraných klonů a odrůd topolů a vrb – je považováno za perspektivní způsob produkce biomasy pro energetické využití. Podle platné Státní energetické politiky by se výmladkové plantáže RRD měly pěstovat na přibližně 60 000 hektarech, aby mohly být splněny mezinárodní závazky ČR v podílu obnovitelných zdrojů na energetické bilanci. Současná rozloha výmladkových plantáží je však jen asi 250 ha. V nejbližších letech je však možno očekávat nárůst zájmu o zakládání výmladkových plantáží, protože postupně dochází k odstraňování některých z bariér pěstování a současně je připravován dotační program na podporu zakládání plantáží, který by měl začít platit v roce 2011.

Z výsledků praxe i výzkumu je zřejmé, že růst výmladkové plantáže závisí zejména na vhodnosti stanoviště pro pěstované odrůdy a klony vrb a topolů (Weger, Havlíčková, 2007; Weger, 2008). Hlavními faktory vhodnosti stanoviště jsou množství dostupné vody a množství živin, jaké je schopna rostlina využít. Ve Švédsku, kde se nejvíce rozšířilo pěstování vr-

bových výmladkových plantáží, je pro dosažení požadovaného výnosu doporučováno pravidelné hnojení průmyslovými hnojivy (Danfors et al., 1998). Rostliny výmladkových plantáží je doporučováno hnojit během prvního roku po výsadbě, hnojit však není doporučeno v létě před sklizní u plantáží starších čtyři a více let, nejvyšší dávka 100–150 kg N/ha je doporučena ve třetím roce (Danfors et al., 1998). Speciální a velmi efektivní variantou hnojení je závlaha plantáží terciárním effluentem z čistíren odpadních vod (Hasselgern, 1998), kterou však neumožňuje naše legislativa. Například v podmínkách Finska vedlo nepoužití hnojiva při založení topolové plantáže z řízků k vysoké úmrtnosti stromků a řízků (Ferm et al., 1989). V Polsku v pokusu s vrbovou výmladkovou plantáží pěstovanou v jednoletém obmytí hnojili každý rok dávkou 90 kg N/ha těsně před obrážením prýtů (Szczkowski, et al., 2005). Také v povodí řeky Pádu v severní Itálii, kde se tradičně pěstují intenzivní topolové plantáže na zemědělské půdě, je pro dosažení vysokých výnosů (až 40 t(suš.)/ha/rok) doporučováno jejich hnojení spojené s pravidelnou závlahou (Moscatelli et al., 2008). V práci autorů Scholze, Krügera, Höhna jsou publikovány výsledky umožňující nalézt spojitost mezi

hnojením a obsahem dusíku v rostlinách. V závislosti na rostlině způsobila aplikace 150 kg N/ha průměrně navýšení obsahu N_t ve spalínách o 0,1–0,3 % (Scholz et al., 2001).

V pěstitelské praxi zemí střední Evropy, kde je pěstování výmladkových plantáží rozšířeno zatím méně (např. Rakousko, Německo, Česká republika) se hnojení téměř nepoužívá. Převládá zde spíše extenzivní (low-input) způsob pěstování výmladkových plantáží s minimálními agrotechnickými vstupy hnojení nebo závlahy. Převládá zde názor, že využívané půdy jsou pro dřeviny dostatečně zásobeny živinami a že část živin je vrácena do půdy v listovém opadu. Hnojení, resp. dohnojování výmladkových plantáží je považováno za důležité spíše z důvodu zachování půdní úrodnosti, resp. zachování dostatečné zásoby živin pro konvenční rostlinou výrobu.

Cílem pokusu je zhodnotit význam různých forem a dávek hnojení pro výnos výmladkových plantáží a pro udržení půdní úrodnosti (zásobu hlavních živin) při dlouhodobém pěstování topolů a vrb na zemědělské půdě.

METODIKA

Pokus byl založen jako dvoufaktorový – jedním faktorem je hnojení a druhým sortiment dřevin. Je proveden ve 4 opakováních se schematickým střídáním variant hnojení a klonů dřevin tak, aby byly zajištěny podmínky polního pokusu. Pro výsadbu bylo zvoleno jednořádkové schéma ve sponu 0,4 × 1,7 m, což odpovídá hustotě výsadby 14 706 ks/ha. Mezi jednotlivými variantami pokusu (dávkami hnojení a klony) byly vysazeny izolační řádky. V základní pokusné parcelce (tzn. klon dřeviny a varianta hnojení) je vysazeno celkem 15 jedinců klonu do tří řádků. Celková rozloha pokusného porostu s izolačními řádky je 1 066 m².

Podmínky a založení pokusu

Zemědělská půda na pokusné lokalitě Michovka (Průhonice; 49°59'28"N, 14°34'39"E) byla dříve intenzivně obhospodařována jako orná půda, ale v roce 1995 byla zatravněna a sekáním udržována jako trvalý travní porost. Pozemek leží v rovinném terénu se všesměrnou expozicí v nadmořské výšce

zhruba 310 m. Klimaticky území náleží do teplého, mírně suchého klimatického regionu (KR 2), který je charakteristický teplotní sumou nad 10 °C v intervalu 2600–2800, průměrným úhrnem srážek 500–600 mm a průměrnou roční teplotou 8–9 °C. Na lokalitě pokusu se vyskytuje modální hnědozem na spraších (dle VÚMOP, v. v. i.). Bonitačně půdně ekologická jednotka (BPEJ) je 21100. Pro charakteristiku živinové zásoby byly provedeny odběry půdních vzorků půdní sondou ve dvou horizontech v hloubce 5–15 cm a 50–60 cm. Lokalitu je možno charakterizovat jako průměrně vhodnou pro pěstování testovaných klonů vrb a topolů podle rámcové typologie půd (Weger, Havlíčková, 2007). Očekávaný výnos na tomto stanovišti (7,5 t(suš.)/ha/rok) by byl rentabilní jen v případě využití dotací na založení, které se připravují na rok 2011. Další možností zvýšení výnosu je intenzifikace agrotechniky pěstování (např. hnojení a/ nebo závlahy).

Pro výsadbu byl pozemek připraven hlubokou orbou a následně srovnán. Výsadba pokusu – topolových a vrbových řízků o délce 20 cm – byla provedena ručně 15. 5. 2006 (izolační řádky následující dva dny). Porost byl v prvním roce i dalších letech dosti zaplevelen, a proto byl pravidelně (1–2× ročně) mechanizovaně odplevelován v meziřádcích před aplikací hnojiva. Pokus byl oplocen proti poškození zvěří.

Hnojení pokusu

Byly provedeny a hodnoceny 4 varianty hnojení (tab. 1), H_0 – kontrola bez hnojení, H_K – hnojení kompostem před výsadbou, H_1 – základní a H_2 – zvýšená dávka průmyslového NPK hnojiva (15 % N, 15 % P_2O_5 a 15 % K_2O).

Kompost byl zapraven do půdy v dávce 10 kg/1 m² pět dní před výsadbou. U kompostu byl stanoven obsah přijatelných živin ve vyluhovacím činidle CAT (EN 13 651), 1 kg kompostu obsahoval v průměru 300 mg N, 30 mg P a 1 500 mg K. Z tohoto obsahu byla odvozena dávka živin v kg/ha. V rámci dlouhodobého plánu pokusu je u varianty H_K plánován 4–5letý cyklus aplikace organických hnojiv.

U variant H_1 a H_2 byla v prvním roce, dva měsíce po výsadbě, aplikována startovací dávka 20, resp. 40 kg/ha N a odpovídající dávky P a K. V dalších letech byly u těchto variant apliko-

Tab. 1 Přehled variant hnojení, aplikace hnojiv po výsadbě v roce 2006 a v období 2007–2009

Varianta	Hnojivo	Dávka hnojiva	Dávka v čistých živinách v kg/ha			Termín
			N	P	K	
období 2006						
H0		–	–	–	–	–
HK	kompost	10 t/ha	30*	3,0*	150,0*	V
H1	NPK 15:15:15	135 kg/ha	20	8,9	16,6	VII
H2	NPK 15:15:15	135 kg/ha	40	17,8	33,2	VII
období 2007–2009						
H1	NPK 15:15:15	400	60	26,4	49,8	V
H2	NPK 15:15:15	400+ 400	120	52,8	99,6	V a VII

Pozn.: * dávka živiny vypočítána z obsahu přijatelných živin v kompostu

vány dávky 60, resp. 120 kg/ha N a odpovídající dávky P a K. Zvýšená dávka živin byla rozdělena do dvou dílčích. Plánované termíny hnojení byly IV. a VI. měsíc, vzhledem k jarnímu odplevelování byly reálné aplikace hnojiv přibližně o měsíc posunuty. Dávky živin byly odvozeny z švédských metodik pro pěstitele vrbových výmladkových plantáží (Danfors, Ledin, Rosenquist, 1998).

Sortiment dřevin

Pro sledování vlivu hnojení na jejich růst a výnos byly do pokusu vybrány dva topolové a dva vrbové klony (tab. 2), které jsou doporučovány pro použití ve výmladkových plantážích rychle rostoucích dřevin na zemědělské půdě (Věstník MZe č. 1/2004). Do izolačních rádků mezi variantami a do opláštění pokusu byly vysazeny 3 vrbové klony *S. viminalis* s podobným růstem.

Tab. 2 Sortiment vrb a topolů v pokusu s hnojením

Klon č.	Kód klonu	Taxonomické zařazení (P – topol; S – vrba)	Původ (originální)	Počet vysaz.
P-150	P-Jap105_050	<i>P. nigra</i> L. × <i>P. maximowiczii</i> Henry	Japonsko (křížení)	240
P-468	P-trikor-468	<i>P. trichocarpa</i> Torr. et Gray × <i>P. koreana</i> Rehd.	Anglie (křížení)	240
S-218	S-smiBrn-218	<i>S.</i> × <i>smithiana</i> Willd.	Česká republika (výběr)	240
S-337	S-vimKun-337	<i>S. viminalis</i> L.	Česká republika (výběr)	240

zeň byla prováděna křovinořezem. Kmeny byly podřezány cca 20 cm nad povrchem půdy. Kmeny a větve z jedné pokusné parcelky byly následně svázané do snopků stahovacími popruhy. Čerstvá hmotnost snopků [W_w; kg (sur.)] byla vážena digitálními mincířmi (HS-30, HS-50, od firmy Voltcraft) s přesností na 0,01 kg. Současně byl odebrán vzorek kmenů a větví o hmotnosti 1–2 kg pro zjištění obsahu vody, resp. podílu sušiny ve dřevě. Sušení vzorku bylo prováděno v sušičce při maximální teplotě 95 °C až do konstantní hmotnosti. Podíl sušiny v surové biomase v okamžiku sklizně [v %] byl vypočten jako podíl hmotnosti absolutně suchého vzorku a čerstvé hmotnosti vzorku.

Druhá sklizeň plánovaná na březen 2010, ve 4. roce existence plantáže, byla odložena, neboť se ukázalo, že dvouleté obmýtí není zcela vhodné pro cíl pokusu. Proto bylo rozhodnuto o prodloužení obmýtí na nejméně 3 roky.

Hektarový výnos sušiny se z údajů polního vážení počítal dle vzorce:

$$Y_d = (W_w * D / N_p) / N_{yr} / C$$

Kde:

Y _d	výnos na hektar za rok v sušině [t(suš.)/ha/rok]
W _w	čerstvá hmotnost živých jedinců v pokusné parcelce [kg (sur.)]
D	podíl sušiny v surové hmotnosti vzorku [%]
N _p	počet jedinců vysazených na parcelku [ks]
N _{yr}	počet roků v obmýtí [v pokusu = 2]
C	koeficient přepočtu hmotnostních jednotek [= 1000]

Hodnocení růstových a výnosových parametrů

Růst klonů v pokusu byl hodnocen na konci vegetace po dvou a po čtyřech letech (2007, 2009). U každého jedince v pokusu byly změřeny následující růstové parametry: V_{max} (m) – výška jedince (nejvyššího kmene), D_{1,0} (mm) – tloušťka každého kmene ve výšce 1 metru a Km (ks) – počet kmenů u jedince a počet živých jedinců na parcelce byl použit k výpočtu procenta přežívání (%). Tloušťka kmenů byla měřena digitální průměrkou (Mantax Digitech, firmy Haglöf) s přesností na 1 mm a výška jedince měřícími latěmi, nebo teleskopickou měřicí tyčí (Nestle – firmy Telefix) s přesností na 5 cm.

Z měřených tlouštěk byla vypočítána výčetní plocha kmene SA (mm²) dle vzorce SA = π D_{1,0}²/4 a následně výčetní plocha jedince jako součet výčetních ploch kmenů (Σ SA, mm²). Z počtu živých jedinců na parcelce bylo dělením počtem vysazených jedinců (15 ks) vypočteno procento přežívání (%).

Porost byl sklizen po dvou letech růstu v březnu 2008. Skli-

udávaný hektarový výnos slouží především k porovnání pokusných variant (aplikací, klonů) mezi sebou. Z hlediska dalšího praktického využití takto vypočteného výnosu je nutno uvést, že může být zatížen některými nepřesnostmi (přepočet z malého počtu jedinců, nahodilé vlivy atd.) a je proto možné očekávat, že se výnosy v reálných podmínkách budou odlišovat např. podle kvality pěstební péče, volby stanoviště nebo průběhu počasí.

Naměřená a vypočtená data z hodnocení byla zpracována statisticky parametrickými a neparametrickými metodami analýzy rozptylu (ANOVA, Kruskal-Wallisova analýza) s využitím programu Unistat 5.5 a Statistica 7.1.

VÝSLEDKY

Průběh počasí

Průměrná denní teplota a roční suma srážek byla v období pokusu (2006–2009) v Průhonicích teplotně mírně nadprůměrná a srážkově průměrná s žádnými výraznějšími ročními výkyvy při srovnání průměrem měření za posledních 16 let (Dendrologická zahrada VÚKOZ, v. v. i., Průhonice). Rok 2006 byl pro založení pokusu dřevin klimaticky poměrně příznivý. V dubnu, měsíc před založením pokusu, byly srážky na úrovni dlouhodobého normálu a květen byl srážkově výrazně nadprůměrný. I přes velmi suchý a teplý červenec (jen 12 mm srážek; teplota 22,2 °C) nedošlo k výraznějším ztrátám rostlin v založeném porostu. Naměřená průměrná roční teplota

za rok 2006 byla 9,2 °C, suma srážek v tomto roce 474,5 mm. Rok 2007 byl za dobu trvání pokusu nejteplejší, 10,2 °C, srážkově průměrný (517,4 mm). V letech 2008–2009 byly naměřeny hodnoty průměrné roční teploty 9,8 °C, respektive 9,4 °C a u srážek 501,7 mm, respektive 599,2 mm. Podle růstu a výnosu se zdá, že pro klony dřevin v pokusu nebyly klimatické a zejména srážkové podmínky ve sledovaném období na lokalitě Michovka výrazně limitující nad rámec daný podmínkami stanoviště.

Vliv hnojení na zásobu živin v půdě

Pro stanovení obsahu přijatelných živin ve vyluhovacím činidle Mehlich III (Mehlich, 1984) a výměnné hodnoty pH (ISO/DIS 10390) byly provedeny odběry půdních vzorků půdní sondýrkou ve dvou horizontech v hloubce 5–15 cm a 50–60 cm. Výsledky analýz jsou uvedeny v tab. 3.

Při založení pokusu měl orniční horizont kyselou půdní reakci, vyhovující obsah P a dobrý obsah K a Mg. Podorniční horizont měl slabě kyselou půdní reakci, nízký obsah P a dobrý obsah K a Mg. Obsah Ca a Mg byl vyšší než v orničním horizontu.

Obdobné hodnoty pH a obsahu Ca a Mg byly v obou půdních horizontech stanoveny na konci druhého roku vegetace. V orničním horizontu byl ve všech variantách stanoven vyhovující obsah P a vyhovující až dobrý obsah K. Hnojení NPK hnojivem nemělo vliv na obsah těchto dvou živin v orničním horizontu. V nehnojené kontrole byl stanoven mírně vyšší obsah K než u hnojených variant H₁ a H₂. Mírně vyšší obsah K byl stanoven ve variantě H_K. V podorniční vrstvě byl u všech variant nízký obsah P a dobrý až vysoký obsah K, který byl vyšší než v orniční vrstvě. Hnojení nemělo vliv na obsahy přijatelného fosforu a draslíku, obsah těchto živin v orniční vrstvě byl dobrý již při založení pokusu.

Hodnocení výnosu biomasy

Ve sledovaném období byla provedena jedna sklizeň porostu, a to v předjaří (III.) 2008, tzn. po dvou letech růstu od založení. Z výsledků uvedených v grafu 1 a tab. 4 je zřejmé, že statisticky průkazné rozdíly ve výnosu byly nalezeny pouze mezi klony. Rozdíly mezi variantami hnojení nebyly statisticky průkazné u žádného klonu. Nejlepších výnosů dosahovaly za příslušné období obmýti vrby S-337 (3,69–4,07 t(suš.)/ha/rok dle varianty hnojení) a následně S-218 (2,95–3,35 t(suš.)/ha/rok). Zhruba polovičních výnosů oproti klonu vrby S-337 dosáhl topolový klon P-105 (1,76–2,33 t(suš.)/ha/rok) a klon P-468 se v prvních dvou letech ukázal jako nejhůře rostoucí (výnos 1,02–1,32 t(suš.)/ha/rok).

Je možno konstatovat, že zjištěné výnosy odpovídají očekávanému výnosu při první sklizni pro příslušnou kategorii rámcové typologie půd (Weger, Havlíčková, 2007), který je pro 3leté obmýti udáván na úrovni 4 t(suš.)/ha/rok. Výnos testovaných klonů na ploše Michovky je nižší oproti výsledkům zjištěným ve srážkově bohatších a hydrologicky příznivějších lokalitách (Trnka et al., 2008; Weger, 2008).

K horším výnosům topolů oproti vrbám v prvním dvouletem obmýti je možno uvést, že topoly dosahují vyšších objemových přírůstků obvykle později než vrby, a proto dosahují i vyšších výnosů při delším, např. pětiletém obmýti (Weihs, 2004; Weger, 2009). Zdá se tedy, že z hlediska záměru pokusu by bylo vhodné prodloužit délku druhého obmýti v pokusu, aby se mohly lépe projevit růstové schopnosti klonů a také vliv hnojení na ně, zejména u topolů a případně i u některých vrb.

Hodnocení růstových parametrů

První měření růstových parametrů (V_{max} , $D_{1,0}$, Km, počet živých jedinců) proběhlo po dvou letech růstu (XII./2007) před

Tab. 3 Obsah přijatelných živin ve vyluhovacím činidle Mehlich III a hodnoty pH (CaCl₂)

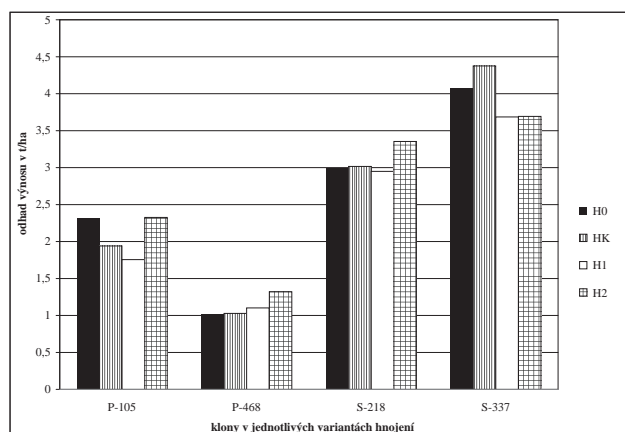
Odběr vzorků	Varianta	Horizont	pH	P	K	Mg	Ca
V/2006 ¹⁾	celková plocha	5–15	5,1	59	186	181	2357
	celková plocha	50–60	6,2	18	184	313	3865
IX/2007 ²⁾	H ₀	5–15	5,1	70	194	178	2469
	H ₀	50–60	6,2	17	209	300	4078
	H _K	5–15	5,0	82	239	194	2422
	H _K	50–60	6,2	22	193	265	3615
	H ₁	5–15	4,8	77	158	170	2332
	H ₁	50–60	6,3	28	191	282	3876
	H ₂	5–15	4,8	65	163	174	2343
	H ₂	50–60	6,3	26	194	285	3912
Dobrý obsah živin ³⁾				81–115	171–310	161–265	

Pozn.:

¹⁾ odběr při založení pokusu (průměr vzorků ze 4 opakování)

²⁾ odběr na konci druhého vegetačního období (průměrný vzorek variant hnojení u klonu P-105)

³⁾ dobrý obsah živin pro ornou půdu dle tabulek ÚKZÚZ



Graf 1 Výnos sušiny klonů topolů a vrb při různých typech a dávkách hnojení po 2 letech růstu v pokusu

první sklizni. Z měřených dat bylo z důvodu nehomogenity rozptylu možné hodnotit analýzou rozptylu (test ANOVA) pouze varianty hnojení. Pokud byla hodnocena data jednotlivých variant hnojení sloučená za všechny klony dohromady, nenašel Duncanův test statisticky významné rozdíly mezi hnojenými variantami. V případě, že byla hodnocena samostatně data za jednotlivé klony, podařilo se statisticky (test ANOVA, Duncan) prokázat vliv hnojení v několika málo často protichůdných případech. Například u klonu P-468 byla výška jedince (V_{max}) a tloušťka kmene ($D_{1,0}$) prokazatelně větší v hnojené variantě (H_2) oproti kontrole (H_0). Naproti tomu vrba S-218 měla tloušťku kmene ($D_{1,0}$) v nehnojené variantě H_0 průkazně větší oproti hnojeným H_1 a H_K . Klon vrb S-337 zase dosáhl prokazatelně největší výšky jedince (V_{max}) ve variantě hnojené kompostem (H_K), ale pouze proti H_1 .

Druhé měření růstových parametrů proběhlo po dalších 2 letech růstu na podzim roku 2009. Výsledky hodnocení měřených růstových parametrů jsou uvedeny v tabulce 5. Hodnocení měření z roku 2009 již ukázalo výraznější vliv různých variant hnojení na testované klony a druhy.

Hnojení, respektive některé jeho varianty mají pozitivní vliv na tloušťkový přírůst kmenů ($D_{1,0}$) testovaných klonů vrb a topolů. V případě vrb jsou rozdíly statisticky průkazné. Nejvyšší zvýšení tloušťky kmene bylo dosaženo u vrb S-337 – o 17 % ve variantě se zvýšenou aplikací průmyslového hnojiva (H_2) proti kontrole (H_0). U topolů bylo zvýšení (o 8 a 15 %) statisticky neprůkazné.

Naproti tomu u výšky jedince (V_{max}) se neprokázal pozitivní vliv variant hnojení. U některých variant hnojení (H_K) se dokonce výška jedince mírně snížila oproti kontrole. U klonu P-468 byl rozdíl (–8 %) statisticky prokazatelný při použití metody Least Standard Difference (LSD), u klonu P-105 odvozujeme interpretaci reakce V_{max} na hnojení ze čtení naměřených dat bez použití statistických metod prokazatelnosti odchylky.

Hnojení mělo také statisticky průkazný vliv na snížení počtu kmenů u jedince (K_m), a to v případě topolů (MANOVA, Duncan) i vrb (MANOVA, Duncan a LSD). Počet kmenů byl v kontrole (H_0) obvykle o 15–20 % vyšší než ve variantách s hnojením. Zatímco u vrb bylo nejméně kmenů ve zvýšené variantě (H_2), u topolů to bylo ve variantě hnojené kompostem (H_K). Nejvýraznější rozdíl v počtu kmenů (52 %) byl zjištěn u topolového klonu P-105, a to mezi (H_0) a (H_K).

Tato skutečnost se naplno projevila v hodnotě suma SA za jedince. V případě parametru suma výčetních ploch (ΣSA) byly u topolového klonu P-105 a vrbového klonu S-337 zjištěny statisticky průkazně vyšší hodnoty ve variantě se zvýšenou dávkou anorganického hnojiva (H_2) oproti kontrole; u druhého vrbového klonu S-218 nebyl zjištěn žádný vliv hnojení na hodnotu ΣSA ; u klonu topolu P-468 byl naopak nalezen statisticky průkazně horší výnos u varianty hnojení kompostem (H_K) oproti kontrole.

Procento přežívání na ploše Michovka dosahovalo vynikajících výsledků u všech sledovaných klonů. Celková hodnota procenta přeživších pokusu zjištěná v prosinci 2007 dosahovala hodnoty 94,5 %, pro jednotlivé klony P-105 91,25 %, P-468 91,67 %, S-218 95,42 %, S-337 99,6 %. K listopadu 2009 byla 92,8 %, pro jednotlivé klony P-105 90,8 %, P-468 86,7 %, S-218 95,416 %, S-337 99,2 %. Na základě tohoto hodnocení je možno konstatovat, že pokusný porost je kompaktní.

DISKUSE

Na rozdíl od našich výsledků dokumentují někteří autoři, že klony topolů a vrb reagují pozitivně na aplikaci hnojiva (Tahvanainen, Rytönen, 1999) v některých případech již v první, příp. druhé vegetační sezoně (Karačić, Weih, 2006, Guillemette, DesRochers, 2008). V našem pokuse (po 4 letech pěstování) se pozitivní vliv hnojení zatím projevil relativně málo. Jedním z důvodů může být poměrně vysoká zásoba živin

Tab. 4 Výsledky hodnocení výnosu sušiny klonů topolů a vrb při různých typech a dávkách hnojení po 2 letech růstu v pokusu

Klon č.	H_0		H_K		H_1		H_2	
	s	s	s	s	s	s	s	
P-105	2,32 _B	1,97	1,94 _{AB}	1,15	1,76 _A	1,26	2,33 _B	1,07
P-468	1,02 _A	0,59	1,03 _A	0,54	1,10 _A	0,82	1,32 _A	0,50
S-218	2,99 _{BC}	1,41	3,02 _B	1,51	2,95 _B	1,50	3,35 _C	1,19
S-337	4,07 _C	1,77	4,38 _C	2,30	3,69 _B	0,81	3,69 _C	1,04

Pozn.: A,B,C – homogenní skupiny (ANOVA, MANOVA) podle testu Duncan

Tab. 5 Průměry růstových parametrů 4 klonů dřevin podle variant hnojení z měření v roce 2009 (2leté kmeny, 4letý pařez)

Varianty hnojení	Průměr kmene [D _{1,0} ; mm]	Výška jedince [V _{max} ; cm]	Počet kmenů [Km; ks/jedinec]	Procento přežívání [%]	Výčetní plocha [ΣSA; mm ²]
topol P-105					
H ₀	15,9	537 ^A	3,8 ^B	95	1162 ^{AB}
H _k	15,7	509 ^A	2,5 ^A	85	985 ^A
H ₁	17,3	512 ^A	2,7 ^A	93	1081 ^{AB}
H ₂	18,4	531 ^A	3,1 ^A	90	1260 ^B
topol P-468					
H ₀	13,5 ^A	455 ^A	3,1 ^B	88	733 ^B
H _k	14,4 ^A	420 ^A	2,4 ^A	85	554 ^A
H ₁	15,5 ^A	448 ^A	2,5 ^A	90	704 ^{AB}
H ₂	15,1 ^A	432 ^A	2,6 ^A	83	707 ^{AB}
vrba S-218					
H ₀	14,6 ^A	445 ^A	7,1 ^A	95	1450 ^A
H _k	15,6 ^{AB}	439 ^A	6,6 ^A	90	1488 ^A
H ₁	15,4 ^{AB}	452 ^A	6,6 ^A	98	1480 ^A
H ₂	15,8 ^B	442 ^A	6,1 ^A	98	1433 ^A
vrba S-337					
H ₀	11,4 ^A	445 ^A	10,1 ^A	98	1259 ^A
H _k	11,8 ^A	446 ^A	9,6 ^A	100	1282 ^{AB}
H ₁	11,8 ^A	457 ^A	9,7 ^A	98	1313 ^{AB}
H ₂	13,4 ^B	455 ^A	8,8 ^A	100	1477 ^B

Pozn.: A,B – homogenní skupiny (MANOVA, Duncan)

v půdě před započítáním pokusu a také ve zvolených variantách hnojení. Například Guillemette a DesRochers (2008) uvádějí, že topolové klony se chovají odlišně v závislosti na půdním substrátu, způsobu dodávání živin v hnojivu a na poměru množství dodávaných živin. V jejich pokusu s klony balzámových topolů v jižním Quebecu zlepšovalo na dlouhodobě nevyžívané orné půdě s nízkou zásobou živin (např. P 8,9 mg/kg) hnojení dávkou N 22 kg/ha a P 56 kg/ha tloušťkový přírůst většiny klonů o 26, resp. 24% již v první vegetační sezoně. Vyšší dávky již přírůst nezvyšovaly. V našem pokusu se při vyšší dávce hnojení (H₁; N 60 kg/ha) výraznější zvýšení tloušťkového přírůstu topolů (o 8 a 15%) dostavilo až ve čtvrtém roce.

Podle některých autorů je účinek hnojení na topoly méně patrný než u vrb (Scholz et al., 2001). Z prvních výsledků hodnocení našeho pokusu je možno konstatovat, že testované klony topolů reagují velmi často odlišně než klony vrb. Důvodem může být nestejný charakter kořenového systému a listové plochy. Vrby prokořeňují rychleji, ne však tak hluboko jako topoly (Ferm et al., 1989). Výhodou topolů oproti vrbám je jejich větší listová plocha potlačující podrost. Tuto vlastnost topolů a vrb jsme vzhledem k zvolenému 2letému obmýtí, při němž nedošlo k zapojení korun, nemohli posuzovat.

Z měření jiných autorů se totiž ukazuje, že travní podrost je významným konkurentem v příjmu vody a v některých případech i živin, což může způsobit v případě klonu topolu Jap-

105 (P-105) snížení výnosu o 10–65% během prvních čtyř let v závislosti na režimu hnojení a rotaci (Scholz et al., 2001).

Podle některých autorů nepotřebují topoly na rozdíl od vrb na dobře zásobených zemědělských půdách v desetiletém obmýtí dohnojování. Předpokládá se, že strategie přizpůsobení se místním podmínkám, mykorhiza apod. jsou důvodem nenáročnosti topolu na obsah živin v půdě (Scholz et al., 2001).

S ohledem na dosavadní průběh a výsledky doporučujeme v pokusu pokračovat v příštích letech s následujícími úpravami metodiky:

- Provést novou aplikaci organického hnojiva (IV-V/2010) – definovaným kompostem, zapravit. Ostatní dávky (H₁+H₂) zůstávají nezměněny.
- Rozbory půdy provádět vždy před jarní aplikací hnojiv.
- Prodloužit délku druhého obmýtí na 3–5 let (podle výsledků hodnocení růstových parametrů).
- Hodnotit pokryvnost travního prostu pod topoly a vrbami při delším obmýtí.

ZÁVĚR

Na základě provedených měření růstových a výnosových parametrů topolových klonů P-105, P-468 a vrbových klonů S-337, S-218 v čtyřech variantách hnojení a po prvních 4 letech pokusu je možné vyslovit následující závěry:

- 1) Hnojení pokusu nemělo vliv na obsah přijatelného fosforu a draslíku v půdě, obsah těchto živin v orniční vrstvě byl dobrý již při založení pokusu.
- 2) Statisticky průkazné rozdíly ve výnosu při první sklizni po dvouletém obmýtí byly nalezeny pouze mezi klony. Rozdíly mezi variantami hnojení nebyly statisticky průkazné u žádného klonu. Nejlepšího výnosu dosáhl klon vrby S-337 (3,69–4,07 t(suš.)/ha/rok dle varianty hnojení). Výnos topolových klonů byl přibližně o polovinu nižší oproti klonům vrby.
- 3) Varianta hnojení (H_2) zvýšila statisticky prokazatelně tloušťku kmene ($D_{1,0}$) u vrbových klonů proti nehnojené variantě (H_0) o 8–17 % v druhém dvouletém hodnocení.
- 4) Varianty hnojení statisticky prokazatelně snížily počet kmenů jedince v druhém dvouletém hodnocení – ve variantě hnojení (H_2) oproti kontrole (H_0) byly u topolových klonů i vrbových klonů nalezeny rozdíly v rozsahu –10 až –52 %.
- 5) V případě kalkulovaného parametru suma výčetních ploch (ΣSA) byla v druhém dvouletém hodnocení u topolového klonu P-105 a vrbového klonu S-337 zjištěna statisticky průkazně vyšší hodnota ve variantě hnojení (H_2) oproti kontrole; u klonu topolu P-468 byl naopak nalezen statisticky průkazně horší výnos u varianty hnojení kompostem (H_K) oproti kontrole.
- 6) V pokusu doporučujeme pokračovat v dalších letech s úpravami metodiky uvedenými v kapitole diskuse.

Poděkování

Tyto výsledky byly získány a zpracovány s finančním příspěvkem výzkumného záměru VÚKOZ, v. v. i., Průhonice.

LITERATURA

- Čermák, P., Hermanová, D., Trávník, K., Chvátal, V., Nerad, J., Královec, J. (1996): Hnojení plodin (metodika). Ústřední kontrolní a zkušební ústav, Brno.
- Danfors, B., Ledin, S., Rosenquist, H. (1998): Short-rotation willow coppice growers' manual. Institute of agricultural engineering, Uppsala, Sweden, p. 40, ISBN 91-7072-123-8.
- EN 13 651. Soils improvers and growing media – Extraction of calcium chloride/DTPA (CAT) soluble nutrients, CEN Brussels, 2001.

Ferm, A., Hytönen, J., Vuori, J. (1989): Effect of spacing and nitrogen fertilization on the establishment and biomass production of short rotation poplar in Finland. *Biomass*, vol. 18, no. 2, p. 95–108.

Guillemette, T., DesRochers, A. (2008): Early growth and nutrition of hybrid poplars fertilized at planting in the boreal forest of western Quebec. *Forest Ecology and Management*, vol. 255, p. 2981–2989.

Hasselgern, K. (1998): Use of municipal wastewater in short rotation energy forestry – full scale application. *Proceedings of the International Conference Biomass for Energy and Industry*, 8.–11. June 1998, Würzburg, C.A.R.M.E.N., Rimpf, p. 835–838.

ISO/DIS 10390. Soil quality – Determination of pH. International Organization for Standardization. 1992.

Karačić, A., Weih, M. (2006): Variation in growth and resource utilisation among eight poplar clones grown under different irrigation and fertilisation regimes in Sweden. *Biomass and Bioenergy*, vol. 30, p. 115–124.

Mehlich, A. (1984): Mehlich No. 3 soil test extractant: A modification of Mehlich No. 2. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, vol. 15, p. 1409–1416.

Moscatelli, M. C., Lagomarsino, A., De Angelis, P., Grego, S. (2008): Short- and medium-term contrasting effects of nitrogen fertilization on C and N cycling in a poplar plantation soil. *Forest Ecology and Management*, vol. 255, p. 447–454.

Scholz, V., Krüger, K., Höhn, A. (2001): Environmentally compatible and energy-efficient production of energy plants. *Agrartechnische Forschung*, vol. 7, no. 3, p. 63–71.

Szczkowski, S., Stolarski, M., Tworowski, J., Przyborowski, J., Klasa, A. (2005): Productivity of willow coppice plants grown in short rotations. *Plant Soil Environment*, vol. 51, no. 9, p. 423–430.

Tahvanainen, L., Rytönen, V.-M. (1999): Biomass production of *Salix viminalis* in southern Finland and the effect of soil properties and climate conditions on its production and survival. *Biomass and Bioenergy*, vol. 16, p. 103–117.

Trnka, M., Fialová, J., Koutecký, V., Fajman, M., Žalud, Z., Hejduk, S. (2008): Biomass production and survival rates of selected poplar clones grown in a short-rotation on a former arable land. *Plant Soil Environment*, vol. 54, p. 78–88.

Weger, J., Havlíčková, K. (2007): Rámcová typologie zemědělských půd pro výmladkové plantáže RRD. *Lesnická práce*, roč. 86, č. 4, s. 32–33.

Weger, J. (2008): Výnos vybraných klonů vrb a topolů po 9 letech výmladkového pěstování. *Acta Pruhoniana*, č. 89, s. 5–10.

Weger, J. (2009): Hodnocení vlivu délky sklizňového cyklu výmladkové plantáže na produkční a růstové

charakteristiky topolového klonu Max-4 (*Populus nigra* L.
× *P. maximowiczii* Henry). Acta Pruhoniana, č. 92, s.
5–11.

Weih, M. (2004): Intensive short rotation forestry in boreal
climates: present and future perspectives. Canadian
Journal of Forest Research, vol. 34, no. 7, p. 1369–1378.

Rukopis doručen: 15. 3. 2010

Přijat po recenzi: 6. 4. 2010

SUBSTRÁTY S MINERÁLNÍMI KOMPONENTY PRO PŘEDPĚSTOVÁNÍ DŘEVIN

GROWING SUBSTRATES WITH MINERAL COMPONENTS FOR CONTAINER-GROWN WOODY PLANTS

Martin Dubský, František Šrámek, Šárka Chaloupková

Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., Květnové nám. 391, 252 43 Průhonice, dubsky@vukoz.cz, sramek@vukoz.cz

Abstrakt

Sledoval se vliv stoupajícího podílu (0, 10, 20, 30 40 a 50 % obj.) sprašové hlíny v rašelinovém substrátu na jeho fyzikální a chemické vlastnosti. Substráty s 10, 30 a 50% podílem sprašové hlíny se navíc testovaly ve vegetačním pokusu s dřevinami v kontejnerech. Fyzikální vlastnosti těchto substrátů se také porovnávaly s vlastnostmi profesionálních substrátů s jíly, které byly připraveny ve výrobních podnicích: substráty firmy Gramoflor (rašelinový a rašelinový s 90, 135, nebo 180 kg/m³ hrubého jílu) a AGRO CS (rašelinový a rašelinový s 50 kg/m³ jemného jílu, nebo 200 kg/m³ hrubého jílu). Přídavek minerálních komponentů výrazně ovlivnil hydrofyzikální vlastnosti pěstebních substrátů (pórovitost, obsah vody, obsah vzduchu a podíl jednotlivých kategorií vody podle dostupnosti rostlinám) ve všech třech testovaných řadách. Dřeviny dosáhly největších přírůstků v substrátu s 10 % obj. sprašové hlíny, v substrátech s vyšším podílem (30 a 50 % obj.) byly přírůstky menší, rostliny byly kompaktnější a pravděpodobně lépe připravené na stresové podmínky po přesazení.

Klíčová slova: pěstební substrát, fyzikální vlastnosti, chemické vlastnosti, retenční křivky, rašelina, jíl, sprašová hlína

Abstract

The effect of loess loam proportion (0, 10, 20, 30 40 and 50% vol.) in peat substrates on their physical and chemical properties was investigated. In addition, substrates with 10, 30, and 50% vol. of loess loam were tested in an experiment with container-grown woody plants. Physical properties of these substrates were compared with properties of professionally produced substrates Gramoflor (peat substrate and peat substrates with 90, 135, or 180 kg/m³ of granulated clay) and AGRO CS (peat substrate and peat substrates with 50 kg/m³ of fine clay or 200 kg/m³ of granulated clay). Mineral component addition substantially affected physical properties of growing substrates (total porosity, water content, air content and proportion of water categories according to their availability) in all three tested groups of growing substrates. Woody plants showed the fastest growth in the substrate amended with 10% vol. of loess loam, the growth in the substrates with 30 and 50% vol. was slower, the plants were more compact and probably better prepared for postplanting stress.

Key words: growing substrate, physical properties, chemical properties, retention curves, peat, clay, loess loam

ÚVOD

Přídavek jílu a dalších minerálních komponentů pozměňuje chemické a fyzikální vlastnosti pěstebních substrátů. Různé typy jílu mají různou kationtovou výměnnou kapacitu (CEC) v závislosti na jejich mineralogickém složení (Grantzau, 1998a; Dubský, Šrámek, 2003). Přídavek jílu zlepšuje poutání živin v substrátu, snižuje jejich vyplavování a tím zlepšuje výživu pěstovaných rostlin (Verhagen, 2004). Naproti tomu může snižovat obsah přijatelného fosforu. Předpokládá se, že fosforečnany se mohou vázat na atomy železa nebo hliníku nebo vytvářet nerozpustné fosforečnany vápenaté a hořečnaté. To může být příčinou kompaktnějšího růstu v substrátech s podílem jílu (Grantzau, 1998b; Verhagen, 2004).

Přídavek jílu pozměňuje hydrofyzikální vlastnosti pěstebních substrátů. Verhagen (2004) zjistil, že v rašelinovém substrátu se více projevuje přídavek jemných frakcí jílu, který snižuje pórovitost, podíl snadno dostupné vody (definice viz De Boodt et al., 1974) a zlepšuje nasávání vody suchým substrátem. Přídavek hrubého jílu nemá tak velký účinek a jsou za-

potřebí větší dávky. Verhagen (2004) také pozoroval zpomalení růstu v substrátech s jílem, což považoval za důsledek změn hydrofyzikálních vlastností, protože našel průkaznou korelaci mezi podílem snadno dostupné vody a růstem.

Naproti tomu Martínez et al. (1997) uvádějí, že po přidání jílu se v substrátu složeném z rašeliny a koiru zvětšila kontejnerová kapacita (objem vody při –1 kPa) a podíl snadno dostupné vody, zároveň se zmenšila pórovitost a vzdušná kapacita (při –1 kPa). V tomto případě nezáleželo na zrnitosti, jemný i hrubý jíl působily stejně.

Fyzikální vlastnosti substrátů mají vliv na adaptaci rostlin po přesazení na trvalé stanoviště. Rostliny pěstované v hrubých kúrových substrátech s nízkým obsahem lehce dostupné vody a s vyšší vzdušnou kapacitou lépe snášejí vodní stres po přesazení než rostliny pěstované v jemných kúrových substrátech, které mají podíl lehce dostupné vody větší (Pastor et al., 1999). Lepší adaptaci po přesazení a následný růst po výsadbě na trvalé stanoviště měly i dřeviny předpěstované v substrátech s 50% objemovým podílem minerálního komponentu

(Dubský et al., 2008) s nižší pórovitostí, lehce dostupnou vodou i vzdušnou kapacitou oproti substrátu organickému. Pokud se vysazují sazenice předpěstované v organických substrátech, kořenové baly mohou ztratit velkou část vody, protože v balu je voda vázána slabšími silami než v okolní půdě (Costello, Paul, 1975; Day, Skoupy, 1971; Nelms, Spomer, 1983).

Investoři výsadby dřevin v krajině často požadují sadbu předpěstovanou v substrátu, který podle ČSN 464902 obsahuje maximálně 50 % obj. rašeliny a zbytek představuje zemina nebo jiný minerální komponent. Substráty s 50 % objemovým podílem minerálních komponentů mají výrazně nižší pórovitost a vodní kapacitu než substráty organické (Dubský, Šrámek, 2009). Dřeviny z nich pomaleji přijímají vodu, tyto substráty pomaleji vysychají a rovněž dobře přijímají vodu po přeschnutí (Dubský, Šrámek, 2006). Dřeviny předpěstované v těchto substrátech mají menší přírůstky, jsou kompaktnější a lépe adaptované na vodní deficit, který může nastat při přepravě a především po výsadbě na stanoviště (Dubský et al., 2008). Oproti organickým substrátům také lépe zadržují vodu po výsadbě v kontaktu s okolní půdou.

Jako minerální komponent se doporučuje používat skrývky z podorničních vrstev, např. sprašové hlíny, které na rozdíl od ornice nejsou biologicky činné a neobsahují semena plevelů. Nevýhodou substrátů s vysokým podílem minerálního komponentu (30–50 % obj.) je vysoká objemová hmotnost. Velcí výrobci profesionálních substrátů tyto typy v nabídce nemají, protože jejich příprava na velkovýrobních linkách i distribuce není ekonomicky výhodná. Školkařské podniky nebo realizační firmy, které pěstují dřeviny v kontejnerech pro krajinářské výsadby, si tyto substrátové směsi připravují samy přímo v místě spotřeby s využitím místních zdrojů skrývkových zemin nebo je nakupují od menších lokálních výrobců (Dubský et al., 2008). Také přeprava dřevin předpěstovaných v těžších substrátech je nákladnější.

Výrobci profesionálních substrátů mají v nabídce substráty s nižším podílem minerálních komponentů. Většinou používají kvalitní jílové materiály s vyšší kationtovou výměnnou kapacitou (CEC) a definovaným zrnitostním složením. Přídavek těchto jílů se pohybuje v rozmezí 30–200 kg/m³ substrátu. Dávka 200 kg/m³ přibližně odpovídá 20 % obj. Výrobci zpravidla používají dva druhy jílů různých frakcí, hrubý a jemný jíl, které mají odlišný vliv na fyzikální vlastnosti substrátů.

Cílem hodnocení bylo stanovit vliv dávky sprašové hlíny na fyzikální i chemické vlastnosti rašelinových substrátů a vybrané substráty porovnat ve vegetačním pokuse. Dále porovnat fyzikální vlastnosti substrátů se sprašovou hlínou s vlastnostmi profesionálních substrátů s jíly připravených ve výrobních podnicích.

MATERIÁL A METODY

Laboratorní hodnocení minerálních komponentů

Byla hodnocena sprašová hlína (skrývku při těžbě písku) pou-

žívaná pro přípravu substrátů ve firmě Školky Montano spol. s r. o., hrubší granulovaný jíl, který používá německá firma Gramoflor (označen GF-granulovaný), a dva druhy jílů, které používá český výrobce AGRO CS a. s. Jedná se o jemný bentonit s obchodním názvem Ekobent z lokality Obrnice (dodavatel Keramost a. s.) a hrubší jíl s obchodním názvem Florisol, které dováží z Německa (dodavatel Stephan Schmidt Gruppe, Dornburg).

U jílů byly stanoveny: výměnná hodnota pH (ISO 10390), obsah uhličitánů (ISO 10693), potencionální kationtová výměnná kapacita, CEC (ISO 13536), obsah výměnných kationtů a stupeň nasycení sorpčního komplexu bazickými kationty. Hodnota elektrické vodivosti (EC) byla stanovena ve vodním výluhu 1w-suš.:10 v, objemová hmotnost suchého vzorku podle EN 13040. Pro posouzení podílu velikostních frakcí strukturálních částic, zrnitostního složení, byla provedena síťová analýza podle normy DIN 11540. Minerologické složení jílů bylo stanoveno fázovou analýzou, systém XRD 3000 P, goniometr s Bragg-Brentanovým fokusačním uspořádáním.

Laboratorní hodnocení substrátů s minerálními komponenty

V laboratorních podmínkách byly hodnoceny rašelinové substráty s přídavkem minerálních komponentů (tab. 4). Byla připravena řada pěti substrátů, které obsahovaly 10–50 % obj. sprašové hlíny. Základ tvořila světlá frézovaná litevská rašelina vytříděna na frakci 0–20 mm. Do substrátu S10 se přidalo 3 kg/m³ vápence, do ostatních se vápenec nepřidával. Jako základní hnojení byl aplikován 1 kg/m³ hnojiva PG MIX (14 % N, 16 % P₂O₅, 18 % K₂O). Tyto substráty se porovnávaly s čistým rašelinovým substrátem (S0) s dávkou vápence 6 kg/m³. Substráty byly připraveny ve VÚKOZ, v. v. i., Průhonice, mechanickým zapravením sprašové hlíny do rašeliny.

Dále byly hodnoceny čtyři substráty ze sortimentu firmy Gramoflor. Kontrolní rašelinový substrát G0 (Hrnkovací směs bez jílu) byl připraven ze severoněmecké borkované rašeliny. U dalších substrátů G90, G135 a G180 byl k rašelině přidáván granulovaný jíl ve stupňovaných dávkách 90, 135 a 180 kg/m³ (substráty se distribuují pod obchodními názvy Hrnkovací směs s jílem, Primula/Viola a Kontejnerovací s 20 % jílu). Hodnota pH substrátů byla upravena na 6,5 a bylo aplikováno základní hnojivo PG Mix v dávce 1,5 kg/m³.

Do laboratorních testů byly zařazeny i tři substráty ze sortimentu firmy AGRO CS. Rašelinový kontejnerovací substrát (K0) je směs světlé a tmavé rašeliny (70 % obj. rašelina světlá borkovaná, frakce 0–20 mm, 30 % obj. rašelina frézovaná tmavá, frakce černá 0–20 mm), obsahuje 5 kg/m³ vápence a 1,5 kg/m³ hnojiva PG Mix. Substrát J50 (obchodní název RS II) byl z výše uvedené směsi rašelin připraven přidáním 50 kg/m³ jemného jílu Ekobent, substrát H200 (obchodní název RS II s hrubým jílem) přidáním 200 kg/m³ hrubého jílu. U obou substrátů bylo stejné základní hnojení jako u rašelinového substrátu, vápenec byl použit ve snížené dávce 4 kg/m³.

U substrátů byly hodnoceny základní chemické vlastnosti, hodnoty pH (EN 13037) a EC (EN 13038). Na pískovém tanku byly stanoveny hydrofyzikální vlastnosti, retenční křiv-

ky a kategorie vody podle dostupnosti rostlinám. Pro přípravu vzorků byly použity válečky o objemu 100 cm³ (výška 4,6 cm, průměr 5,3 cm). Příprava a sycení vzorků vycházely z normy EN 13041.

Při komplexním hydrofyzikálním rozboru byly stanoveny retenční křivky, které charakterizují závislost obsahu vody v substrátu na vodním potenciálu v rozsahu -0,23 kPa (nasyčený vzorek) až -10 kPa, což odpovídá podtlaku 0,23 až 10 kPa, který se nastavuje jako rozdíl vodních sloupců 2,3 až 100 cm. Pro přípravu vzorků a jejich sycení byl modifikován postup definovaný v normě EN 13041. Po ustanovení rovnováhy (po 48 hodinách) na pískovém tanku s podtlakem 1 kPa (odstavec 7.3) bylo zařazeno ještě jedno sycení podle odstavce 7.2 výše citované normy. Poté se odstranil nástavec a váleček se umístil na pískový tank s nulovým rozdílem hladin, na vzorek působil podtlak 0,23 kPa, což odpovídá rozdílu hladin 2,3 cm (výška středu válečku nad hladinou).

Objem vody v substrátu byl postupně stanoven při podtlaku 0,23, 0,5, 1, 2, 3, 5 a 10 kPa. Po úplném ustálení rovnováhy při daném potenciálu se váleček se substrátem zvážil. Obsah vody při daném potenciálu se vypočítal tak, že od hmotnosti válečku byla odečtena hmotnost válečku a hmotnost vysušeného substrátu (EN 13041, odstavec 8.6), která se stanovila po ukončení měření. Zároveň se vypočítala objemová hmotnost suchého (OH) vzorku. Pórovitost (P) v % obj. byla vypočítána z OH (g/cm³) a ze specifické hmotnosti pevných částic (SH v g/cm³) podle vztahu: $P=100.(SH-OH)/SH$. Specifická hmotnost byla stanovena pomocí pyknometru.

Z průběhu retenčních křivek byly vypočítány kategorie vody podle dostupnosti rostlinám (De Boodt et al., 1974; Prasad, O'Shea, 1999). Voda, která se uvolní do potenciálu -1 kPa, představuje vodu gravitační, která po zálivce volně oteče. Obsah vody při potenciálu -1 kPa se označuje jako kontejnerová (vodní) kapacita (KK), která charakterizuje schopnost substrátu zadržet vodu. Objem pórů vyplněných vzduchem při potenciálu -1 kPa představuje vzdušnou kapacitu (VzK).

Kromě vodní a vzdušné kapacity je z pěstebníhohlediska důležitý obsah pro rostliny lehce dostupné vody (LDV). To je objem vody, který se ze substrátu uvolní při změně vodního potenciálu z -1 do -5 kPa a který představuje hlavní část vody dostupné pro rostliny. Hůře dostupná voda (HDV) se ze substrátu uvolní při změně vodního potenciálu z -5 do -10 kPa, pohybuje se kolem 5 % obj., někdy bývá označována i jako vodní pufrovací kapacita. Obsah vody při potenciálu -10 kPa se při hodnocení pěstebních substrátů (Prasad, O'Shea, 1999) označuje jako obtížně dostupná voda (ODV).

Vegetační pokus

Substráty se spraší S10, S30 a S50 byly zařazeny do vegetačního pokusu s pěstováním domácích dřevin (*Acer campestre*, *Betula pendula*, *Carpinus betulus*, *Prunus avium*, *Quercus petraea*, *Tilia cordata*). Jednoleté prostokořenné semenáčky, pouze u břízy byly použity obalované sazenice, byly koncem dubna 2009 vysazeny do pěstebních nádob quickpot QP 12T/18 (výška 18 cm, objem 650 ml) a pěstovány na venkovní ploše. V každé variantě byla čtyři opakování po dvanácti rostlinách.

Rostliny byly třikrát přihnojeny hnojivem Kristalon Modrý (19/6/20) a dvakrát, v druhé polovině vegetace, hnojivem Kristalon Bílý (15/5/30), vždy roztokem o koncentraci 0,2 %.

U substrátů byl kromě hodnot pH (EN 13037) a EC (EN 13038) stanoven obsah přijatelných živin v extrakčním činidle CAT (0,01 mol/l CaCl₂ a 0,002 mol/l DTPA) při extrakčním poměru 1:5 vol:vol (EN 13651). Na konci října byl vypočítán roční přírůstek jako rozdíl počáteční a konečné výšky rostlin. Výsledky vegetačního pokusu a vliv přidavku minerálních komponentů na hydrofyzikální vlastnosti substrátů byly statisticky vyhodnoceny analýzou rozptylu jednoduchého třídění s hladinou významnosti $P=0,05$ a Duncanovým testem (program Unistat 4.53).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Laboratorní hodnocení minerálních komponentů

Sprašová hlína měla střední CEC (tab. 1), mírně zásaditou reakci a poměrně vysoký obsah uhličitánů. Objemová hmotnost a zrnitost složení (tab. 2) byly obdobné jako u hrubého jílu Florisol. Granulovaný jíl (GF) měl obdobnou OH a CEC jako sprašová hlína, měl ale velmi nízký stupeň nasycení CEC. Z hodnocených minerálních komponentů měl nejnižší nasycení CEC bazickými kationy a velmi nízký obsah uhličitánů, měl tedy i nízkou hodnotu pH, nejnižší z hodnocených jílů.

Jemný bentonit Ekobent měl z hodnocených minerálních komponentů nejnižší OH a nejvyšší podíl zrnitostní frakce pod 2 mm (tab. 2). Zároveň měl nejvyšší CEC, danou nejvyšším obsahem montmorillonitu a illitu. Ekobent použitý pro přípravu hodnoceného substrátu měl poměrně nízký obsah uhličitánů. Jejich obsah u jednotlivých dodávek jílu z lokality Obrnice značně kolísá, u souběžně hodnocených vzorků byl stanoven obsah uhličitánů až 2,6 %, při dřívějším hodnocení Ekobentu (Dubský, Šrámek, 2003) byly naměřeny hodnoty až 3,5 %, při hodnotách pH >9. U Ekobentu je nutné u každé šarže hodnotit pH a obsah uhličitánů a podle stanovených hodnot upravovat při přípravě substrátů dávky vápence, případně i snižovat dávky jílu. Hrubý jíl Frisol měl nízký obsah uhličitánů, ostatní vlastnosti se příliš nelišily od sprašové hlíny.

Optimální reakce jílu nebo sprašových hlín je mírně kyselá nebo neutrální, spojená s nízkým obsahem uhličitánů, <0,3 %. Tyto zeminy se označují jako bezkarbonátové. Slabě vápnité zeminy mají obsah uhličitánů 0,3–3 %, vápnité >3 %. Střední CEC se pohybuje v rozmezí 13–24, vysoká v rozmezí 24–30 a vysokou CEC charakterizují hodnoty >30 meq/100 g. CEC je ovlivněna obsahem jílových minerálů, z nichž nejvyšší CEC 70–130 meq/100 g má montmorillonit, CEC illitu se pohybuje v rozmezí 20–50 meq/100 g a nejnižší CEC 3–5 meq/100 g má kaolinit (Grantzau, 1998a).

Laboratorní hodnocení substrátů

Se stoupajícím podílem spraše se v substrátech S0–S50 zvyšovala hodnota pH, hodnota EC odpovídala standardně vyhojenému substrátu. Přídavek spraše snižoval pórovitost, zvyšoval

Tab. 1 Minerální komponenty: OH – objemová hmotnost suchého vzorku (EN 13040) a chemické vlastnosti: hodnoty pH (CaCl₂) a EC vodní výluh 1w-suš.:10v, CEC - kationtová výměnná kapacita a výměnné kationty v sorpčním komplexu, V – stupeň nasycení bazickými kationty

Vzorek	OH	pH	EC	CEC	K	Mg	Ca	V	Uhličitany
	g/l		mS/cm		meq/100 g			%	%
sprašová hlína	1190	7,6	0,13	13,7	0,89	1,02	19,67	100	5,6
GF-granulovaný	1090	4,1	1,12	11,6	1,27	2,08	2,99	14	<0,1
Ekobent	870	7,7	0,63	48,4	3,04	8,60	30,25	100	0,3
Florisol	1280	7,5	0,1	13,4	0,85	1,65	11,67	93	0,2

Tab. 2 Minerální komponenty – průměrný obsah zrnitostních frakcí stanovený síťovou analýzou

Vzorek	Zrnitostní frakce, podíl v %				
	0–0,5 mm	0,5–1 mm	1–2 mm	2–5 mm	>5 mm
sprašová hlína	5	7	19	44	25
GF-granulovaný	10	4	14	32	40
Ekobent	43	27	30		
Florisol	5	3	7	55	30

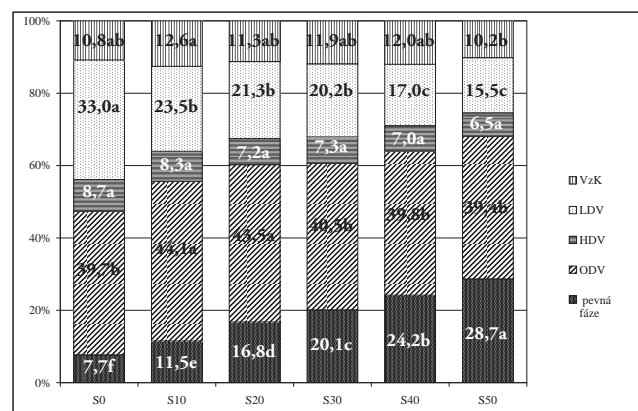
Tab. 3 Minerální komponenty – mineralogické složení

Vzorek	Mineralogické složení (minerály seřazeny podle klesajícího podílu)
sprašová hlína	křemen, illit, kaolinit, draselná a plagioklasové živce, montmorillonit
GF-granulovaný	křemen, nakrit (druh kaolinu), illit
Ekobent	illit, křemen, kaolinit, mikroklin (draselný živec), montmorillonit
Florisol	křemen, illit, kaolinit, montmorillonit, albit (sodný živec)

val objemovou hmotnost (OH), specifickou hmotnost i podíl pevné fáze (graf 1, tab. 4). V dávkách 10 a 20 % obj. průkazně zvyšoval ODV a snižoval LDV. U vyšších dávek 30–50 % obj. byla ODV na úrovni rašelinového substrátu S0, se snižující se pórovitostí se výrazně snižoval podíl LDV. Tyto výsledky jsou v souladu s tím, co uvádí Verhagen (2004). Substrát S50 s nejvyšším podílem spráše měl poloviční LDV oproti rašelinovému substrátu. Obsah HDV a VzK byl u všech substrátů na obdobné úrovni. Nejvyšší VzK měl substrát S10, nejnižší S50, rozdíl byl statisticky průkazný.

Fyzikální vlastnosti substrátů s granulovaným jílem (graf 2, tab. 4) byly kromě přídatku jílu ovlivněny i vysokou VzK základního rašelinového substrátu G0, která je charakteristická pro severoněmecké borkované rašeliny (Dubský et al, 2009). Přídatky granulovaného jílu průkazně snížily VzK a naopak průkazně zvyšovaly podíl pevné fáze a ODV. Nižší dávky jílu neměly vliv na LDV, mezi substráty G90 a G135 nebyly výrazné rozdíly. To vše spíše koresponduje s výsledky, které uvádí Martínez et al. (1997), kdy po přidání jílu do substrátu s vyšší VzK (rašelina s koirem) došlo ke snížení pórovitost a VzK, a zvýšení KK a LDV. K průkaznému snížení LDV došlo až u substrátu G180 s nejvyšší dávkou jílu 180 kg/m³. Porovnáváme-li hodnocené substráty Gramoflor, tento byl z hlediska fyzikálních vlastností pro pěstování dřevin nejvhodnější. Jeho fyzikální vlastnosti byly podobné jako u substrátu S10 s 10 % obj. spráše.

Přídavek jemného jílu Ekobentu do rašelinového substrátu K0 připraveného z baltských rašelin zvyšoval ODV výrazněji než relativně vysoká dávka hrubého jílu Florisol (graf 2). Také tyto výsledky korespondují s dřívějším zjištěním, že přídavek jemných frakcí jílu zvyšuje podíl obtížně dostupné vody (Verhagen, 2004). Proto je substrát J50 s jemným jílem Ekobent pro předpěstování kompaktnějších rostlin vhodnější.



Graf 1 Podíl pevné fáze, vody (LDV – lehce dostupná, HDV – hůře dostupná a ODV – obtížně dostupná voda) a vzduchu (VzK – vzdušná kapacita) v substrátech se spráší, hodnoty označené stejným písmenem se průkazně neliší na hladině významnosti $P=0,05$

Tab. 4 Hodnocené substráty – dávky minerálních komponentů, chemické a fyzikální vlastnosti

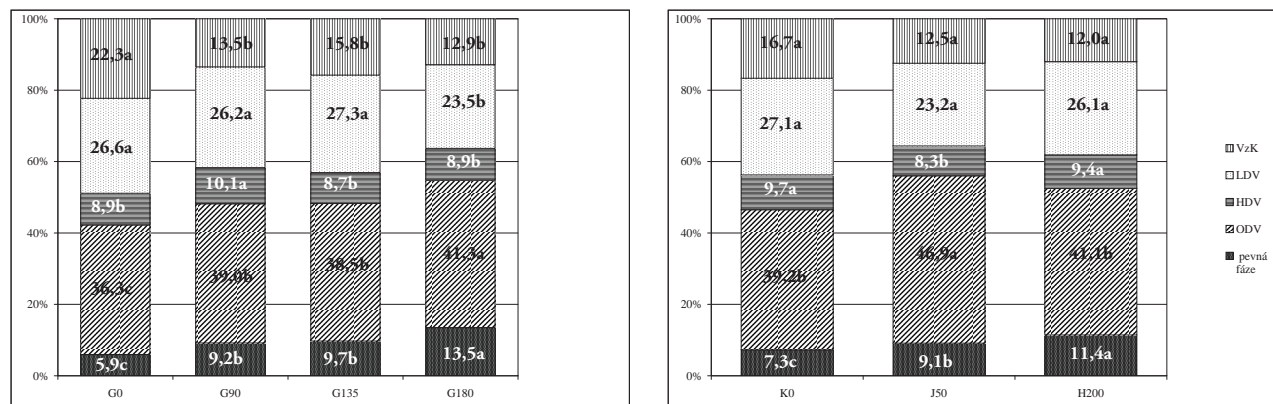
Substrát	Minerální komponent		pH	EC	OH	SH	P	KK	Smrštění
	Druh	Dávka							
Substráty se spraší									
S0	–	–	5,6 c	0,33 a	128 f	1,66 f	92 a	81 a	46,9 a
S10	spraš	10% obj.	5,6 c	0,29 bc	235 e	2,05 e	89 b	76 b	45,2 abc
S20	spraš	20% obj.	5,1 d	0,31 ab	368 d	2,20 d	83 c	72 c	43,5 bc
S30	spraš	30% obj.	6,4 b	0,32 a	467 c	2,32 c	80 d	68 d	45,8 ab
S40	spraš	40% obj.	6,5 b	0,28 bc	585 b	2,42 b	76 e	64 e	43,1 c
S50	spraš	50% obj.	7,0 a	0,31 ab	709 a	2,48 a	71 f	61 e	43,5 bc
Substráty s granulovaným jílem Gramoflor									
R0	–	–	6,6 a	0,46 a	96 c	1,62 d	94 a	72 b	57,9 a
G90	GF-granulovaný	90 kg/m ³	6,6 a	0,45 a	182 b	1,98 b	91 b	77 a	49,4 b
G135	GF-granulovaný	135 kg/m ³	6,2 b	0,34 b	190 b	1,96 c	90 b	74 ab	52,5 b
G180	GF-granulovaný	180 kg/m ³	6,5 a	0,33 b	288 a	2,14 a	87 c	74 b	51,8 b
Substráty s jílem Agro									
K0	–	–	6,5 a	0,32 a	118 c	1,63 c	93 a	76 a	48,0 b
50J	Ekobent	50 kg/m ³	6,8 a	0,31 a	175 b	1,92 b	91 b	78 a	52,9 a
200H	Florisol	200 kg/m ³	6,2 b	0,23 b	258 a	2,26 a	89 c	77 a	41,8 c

Hodnota pH (norma EN 13037) a EC (norma EN 13038) ve vodním výluhu 1v:5v.

P – pórovitost vypočítaná z objemové hmotnosti suchého vzorku (OH podle EN 13041) a specifické hmotnosti, hustoty pevných částic (SH).

KK – kontejnerová kapacita.

Hodnoty označené stejným písmenem v rámci dané skupiny substrátů se průkazně neliší na hladině významnosti P=0,05.



Graf 2 Podíl pevné fáze, vody (LDV – lehece dostupná, HDV – hůře dostupná a ODV – obtížně dostupná voda) a vzduchu (VzK – vzdušná kapacita) v substrátech Gramoflor s granulovaným jílem a v substrátech AGRO CS, hodnoty označené stejným písmenem se průkazně neliší na hladině významnosti $P=0,05$

Ze všech hodnocených profesionálních substrátů měl nejvyšší ODV při relativně nízké LDV. Tento typ jílu by bylo možné použít i v dvojnásobné dávce 100 kg/m³, musí se ale sledovat jeho hodnota pH a obsah uhličitánů a podle nich regulovat dávku vápence a sledovat hodnoty pH substrátů. Optimální hodnoty pH pro dřeviny jsou u substrátů s minerálními komponenty vyšší (6,0–7,5) než u substrátů rašelinových (5,5–6,5).

Z uvedených výsledků je patrné, že působení přídatku minerálního komponentu na fyzikální vlastnosti pěstebních substrátů nebylo jednoznačné. Jinak se projevil v substrátu z frézovaných rašelin, který měl nižší VzK (řada substrátů S0–S50), jinak v substrátu z borkovaných rašelin, který měl vyšší VzK (řada substrátů G0–G180).

Obdobný zdánlivý nesoulad je patrný i při porovnávání výsledků, které uvádějí Verhagen (2004) a Martínez et al. (1997). Martínezovy výchozí substráty složené ze směsi rašelin a koiru v objemovém poměru 3:1, 1:1 a 1:3 měly vzdušnou kapacitu 32,9; 37,9 a 44,1 % obj., kdežto Verhagenův rašelinový substrát měl vzdušnou kapacitu 12% obj.

Fyzikální vlastnosti substrátů s minerálními komponenty ovlivňuje strukturní stav jílu nebo zeminy, podíl velikostních frakcí strukturních částic, i fyzikální vlastnosti, především obsah vzduchu, použité rašeliny případně dalších organických komponentů.

Vegetační pokus

V substrátech se stejnou dávkou rozpustného NPK hnojiva stoupající podíl spráše snížil obsah přijatelných živin ve formě kationů ($(\text{NH}_4^+, \text{K}^+, \text{Mg}^{2+})$), které se mohly poutat na sorpční komplex. Vlivem vysoké hodnoty pH i vyššího obsahu vápníku přídavek spráše výrazně snižoval obsah přijatelného fosforu, což odpovídá závěrům citovaných prací (Grantzau, 1998b; Verhagen, 2004).

Většina dřevin dosáhla největších přírůstků v substrátu S10 s menším podílem spráše. Pouze u lípy byly vyšší přírůstky v substrátech S30 a S50. Mezi substráty S30 a S50 nebyly v růstu výrazné rozdíly v všech testovaných dřevin. Tyto výsledky odpovídají dřívějším pokusům se substráty se zeminou (Dubský et al., 2008), kdy přírůstky dřevin v substrátech s 50% objemovým podílem zeminy byly nižší než v substrátech s podílem 10% obj. V obou pokusech byla zřejmá závislost mezi růstem rostlin a obsahem lehce dostupné vody v substrátu. Verhagen (2004) také pozoroval zpomalení růstu v substrátech s jílem, což považoval za důsledek změn hydrofyzikálních vlastností, protože našel průkaznou korelaci mezi podílem LDV a růstem. Dřeviny z pokusu budou použity pro založení modelové výsadby na Dendrologické zahradě VÚKOZ, v. v. i., kde bude hodnocen jejich růst na trvalém stanovišti.

ZÁVĚR

Faktorem limitujícím růst rostlin v substrátech s vyšším podílem minerálních komponentů je nižší obsah snadno dostupné vody, kterou rostliny dříve spotřebují a jejich růst není tak intenzivní jako v organických substrátech, které mají nejen vysoký obsah lehce dostupné vody, ale i vysokou vzdušnou kapacitu. Příčinou kompaktnějšího růstu může být i snižování přijatelnosti fosforu minerálními komponenty.

Působení přídávku minerálního komponentu na fyzikální vlastnosti pěstebních substrátů není vždy jednoznačné. Záleží na jeho vlastnostech, především strukturním stavu, ale i na fyzikálních vlastnostech, především obsahu vzduchu, použitých organických komponentů.

U substrátů připravených výrobcí substrátů ovlivnila fyzikální vlastnosti rašelinových substrátů i relativně nízká dávka jílu, 50–200 kg/m³ (5–20% obj.). Při použití jílu s vysokou CEC se navíc výrazně zvýší sorpce kationů a sníží vyplavování živin, především draslíku, který podporuje vyzrávání. Při použití sprašových hlín postačuje pro změnu fyzikálních vlastností rašelinových substrátů dávka 10% obj. Pro výraznější úpravu fyzikálních vlastností substrátů i pro zajištění kompaktního růstu dřevin postačuje 30% podíl spráše.

Požadavky na složení substrátů pro předpěstování dřevin v nádobách by měl školkař projednat s realizátorem a především investorem výsadby. Pokud bude investor požadovat v substrátu podíl 50% obj. zeminy, jedná se především o výsadby podél silnic a dálnic, je vhodný substrát se sprašovou hlínou. Tento typ substrátu používali roce 2009 ve Školkách Montano pro pěstování dřevin v litrových kontejnerech.

Poděkování

Děkujeme výrobcům substrátů Gramoflor Vertriebs GmbH & Co. KG (Vechta, SRN) a AGRO CS, a. s., Česká Skalice, za dodání vzorků jílu a substrátů, pěstitelské firmě Školky Montano, spol. s r. o., v Přerově nad Labem za spolupráci při založení vegetačních pokusů a Ústavu pevných látek VŠCHT v Praze za provedení mineralogického rozboru jílu.

Hodnocení substrátů bylo provedeno v rámci výzkumného záměru č. 0002707301 (MŽP ČR).

Tab. 5 Obsah přijatelných živin v mg/l substrátu, extrakční činidlo CAT, vyluhovací poměr 1:5 vol:vol (EN 13651), optimum pro rašelinové substráty

Substrát	N-NH ₄	N-NO ₃	P	K	Mg
S10	113	75	44	133	261
S30	68	73	27	100	191
S50	44	97	18	95	175
optimum	150–200		40–90	150–180	80–160

Tab. 6 Roční přírůstek dřevin v cm

Var.	<i>Acer campestre</i> javor babyka	<i>Betula pendula</i> bříza bělokorá	<i>Carpinus betulus</i> habr obecný	<i>Prunus avium</i> třešeň ptačí	<i>Quercus petraea</i> dub zimní	<i>Tilia cordata</i> lípa srdčitá
S10	43 a	64 a	21 a	33 a	15 a	15 b
S30	37 a	66 a	15 b	29 ab	13 a	23 a
S50	35 a	63 a	11 c	28 b	8 b	24 a

Hodnoty označené stejným písmenem se průkazně neliší na hladině významnosti $P=0,05$ (analýza variance a Duncanův test).

LITERATURA

- Costello, L., Paul, J. L. (1975): Moisture relations in transplanted container plants. *HortScience*, vol. 10, p. 371–372.
- ČSN 464902. Výpěstky okrasných dřevin. Ústav pro normalizaci a měření. 1982.
- Day, R. J., Skoupy, J. (1971): Moisture storage capacity and postplanting patterns of moisture movement from seedlings containers. *Can. J. For. Res.*, vol. 1, p. 151–158.
- De Boodt, M., Verdonck, O. (1972): The physical properties of the substrates in horticulture. *Acta Horticulturae*, vol. 26, p. 37–44.
- De Boodt, M., Verdonck, O., Cappaert, I. (1974): Method for measuring waterrelease curve of organic substrates. *Acta Horticulturae*, vol. 37, p. 2054–2062.
- DIN 11540. Peats and peat products for horticulture and landscape gardening – Test methods, properties, specifications. 2009.
- Dubský, M., Šrámek, F. (2003): Použití minerálních komponentů pro zlepšení vlastností organických pěstebních substrátů. In Podrázský, V. [ed.]: Využití chemické meliorace v lesním hospodářství ČR. Sborník ze semináře v Kostelci nad Černými lesy, 18. 2. 2003. Praha, ČZU, s. 100–101.
- Dubský, M., Šrámek, F. (2006): Pěstování dřevin v minerálních substrátech. *Zahradnictví*, roč. 5, č. 9, s. 52–54.
- Dubský, M., Šrámek, F., Weber, M., Dostálek, J. (2008): Substráty s vyšším podílem zemin pro předpěstování dřevin. *Zahradnictví*, roč. 7, č. 3, s. 68–70.
- Dubský, M., Šrámek, F. (2009): Substrates with mineral components for growing woody plants. *Acta Horticulturae*, vol. 819, p. 243–248.
- Dubský, M., Šrámek, F., Valtera, J. (2009): Fyzikální vlastnosti substrátů pro pěstování dřevin v kontejnerech. *Zahradnictví*, roč. 8, č. 2, s. 48–52.
- EN 13037. Soils improvers and growing media – Determination of pH, CEN Brussels. 1999.
- EN 13038. Soils improvers and growing media – Determination of electrical conductivity, CEN Brussels. 1999.
- EN 13040. Soils improvers and growing media – Sample preparation for chemical and physical tests, determination of dry matter content, moisture content and laboratory compacted bulk density, CEN Brussels. 1999.
- EN 13041. Soils improvers and growing media – Determination of physical properties – Dry bulk density, air volume, water volume, shrinkage value and total pore space, CEN Brussels. 1999.
- EN 13651. Soils improvers and growing media – Extraction of calcium chloride/DTPA (CAT) soluble nutrients, CEN Brussels. 2001.
- Grantzau, E. (1998a): Substrate und Rohstoffe. Ton und Tonminerale. *Deutscher Gartenbau*, vol. 52, no. 29, p. 37–38.
- Grantzau, E. (1998b): Tone für Substrate. *Deutscher Gartenbau*, vol. 52, no. 49, p. 6–10.
- ISO/DIS 10390. Soil quality – Determination of pH. International Organization for Standardization. 1992.
- ISO/DIS 10693. Soil quality – Determination of carbonate content – volumetric method. International Organization for Standardization. 1993.
- ISO/DIS 13636. Soil quality – Determination of the potential exchange capacity and base saturation – Method according to Bascomb at pH 8.1. International Organization for Standardization. 1994.
- Martínez, F. X., Sepó, N., Valero, J. (1997): Physical and physicochemical properties of peat-coir mixes and the effects of clay-material addition. *Acta Horticulturae*, vol. 450, p. 39–46.
- Nelms, L. R., Spomer, L. A. (1983): Water retention of container soils transplanted into ground beds. *HortScience*, vol. 18, p. 863–866.
- Pastor, J. N., Burés, S., Savé, R., Marfà, O., Pagès, J. M. (1999): Transplant adaptation in landscape of ornamental shrubs in relation with substrate physical properties and container size. *Acta Horticulturae*, vol. 481, p. 137–144.
- Prasad, M., O’Shea, J. (1999): Relative breakdown of peat and non-peat growing media. *Acta Horticulturae*, vol. 481, p. 121–128.
- Verhagen, J. B. G. M. (2004): Effectiveness of clay in peat based growing media. *Acta Horticulturae*, vol. 644, p. 115–122.

Rukopis doručen: 1. 3. 2010

Přijat po recenzi: 17. 3. 2010

VYUŽITÍ MIKROPROPAGACE K UCHOVÁNÍ OHROŽENÝCH DRUHŮ AMYGDALACEAE (MANDLOŇOVITÉ)

USE OF MICROPROPAGATION TO PRESERVE ENDANGERED AMYGDALACEAE SPECIES

Hana Vejsadová

Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., Květnové nám. 391, 252 43 Průhonice, vejsadova@vukoz.cz

Abstrakt

U kriticky ohroženého druhu mandloň nízká (*Amygdalus nana* L.) a silně ohroženého druhu třešň křovitá (*Cerasus fruticosa* Pallas) byly zjišťovány responzibilní primární explantáty pro mikropropagaci a účinná živná média pro multiplikaci a zakořeňování *in vitro* kultur. Výchozí materiál (dormantní axilární pupeny a nezralá semena) byl odebrán z dospělých jedinců na lokalitě Dunajovické kopce u Mikulova na jižní Moravě. Explantáty, meristémy vzrostných vrcholů a intaktní embrya, byly povrchově sterilizovány 1,5% NaOCl (30% komerční přípravek SAVO) po dobu 30 min. U mandloně byla organogeneze indukována z meristémů vzrostných vrcholů na plném MS médiu s obsahem 1 mg.l⁻¹ benzyladeninu (BA) a 0,1 mg.l⁻¹ kyseliny indolylmásečné (IBA). U třešně došlo až k 70% regeneraci embryí na médiu s kombinací 2 mg.l⁻¹ BA a 1 mg.l⁻¹ IBA. Po 12 týdnech kultivace byl zjištěn u obou druhů průkazně nejvyšší počet výhonů (8–11 na explantát) na ½ MS médiu při koncentraci 1 a 2 mg.l⁻¹ BA. Indukce kořenů byla průkazně stimulována kyselinou naftyloctovou (NAA) v nejvyšší testované koncentraci (5 mg.l⁻¹) při polovičním zásobení živin v MS médiu.

Klíčová slova: *Amygdalus nana* L., *Cerasus fruticosa* Pallas, organogeneze, multiplikace, indukce kořenů

Abstract

In critically endangered almond species (*Amygdalus nana* L.) and strongly endangered cherry species (*Cerasus fruticosa* Pallas), responsive primary explants for micropropagation and efficient media for *in vitro* culture multiplication and rooting were studied. Initial material (dormant axillary buds and immature seeds) was collected from adult individuals in the locality “Dunajovické kopce” near Mikulov in southern Moravia. Explants, shoot tip meristems and intact embryos, were surface sterilized using 1.5% hypochlorite sodium (30% commercial bleach Savo) for 30 min. In almond, organogenesis was induced from shoot tip meristems on full MS medium containing 1 mg l⁻¹ benzyladenine (BA) and 0,1 mg l⁻¹ indolylbutyric acid (IBA). In cherry, 70% embryo regeneration was achieved on medium with combination 2 mg l⁻¹ BA and 1 mg l⁻¹ IBA. After 12-week cultivation, significantly the highest shoot number (8–11 per explant) was found on ½ MS medium at concentration of 1 and 2 mg l⁻¹ BA in both species. Root induction was significantly stimulated by naphthylacetic acid (NAA) at the highest tested concentration (5 mg l⁻¹) in a half nutrient supply of MS medium.

Key words: *Amygdalus nana* L., *Cerasus fruticosa* Pallas, organogenesis, multiplication, root induction

ÚVOD

Mandloň nízká (*Amygdalus nana* L., syn. *Prunus tenella* Batsch) a třešň křovitá (*Cerasus fruticosa* Pallas, syn. *Prunus fruticosa* Pallas) patří mezi kriticky resp. silně ohrožené dřeviny, které vyžadují specifickou ochranu na všech přirozených lokalitách. Množí se obvykle výsevem semen, vegetativní množení je problematické. Generativní množení je závislé na ročním období a obsahuje určitá rizika, která souvisejí se správným ošetřením osiva (obtížná stratifikace vyčištěných semen, případně geneticky nejednotné potomstvo s přítomností virů). Zavedení mikropropagační metody je účelné z hlediska získání geneticky jednotných bezvirových jedinců, rychlosti množení, nezávislosti na ročním období a nízkých investic. Obecně však dřeviny představují specifickou skupinu rostlin, jejich růst a *in vitro* regenerace jsou ovlivněny náročnými požadavky druhů na vlastní průběh kultivace. Jedním z problémů zabraňujících širšímu využití mikropropagace u dřevin je obtížné zpracování explantátů z dospělých stromů.

Primární kultury mohou být u dřevin založeny několika způsoby, které vycházejí z charakteru rostlinného materiálu. U mandloní stejně jako u broskvoní se používají jako výchozí explantáty vzrostné vrcholy a nody (Bouza et al., 1992, Ainsley et al., 2000). U třešní uvádí Jones a Hopgood (1979) jako nejpoužívanější explantáty meristémy izolované ze zimních pupenů. Borkowska (1983) úspěšně indukovala organogenezi u vrcholových částí aktivně rostoucích výhonů a Tian et al. (2007) u segmentů hypokotylu. Regeneraci nadzemních částí rostlin z embrya izolovaného ze semene popsali u ovocných dřevin např. Bhansali et al. (1991) a Keulemans a Witte (1994). U mandloňovitých se používá pro kultivaci nejčastěji složení anorganických solí podle Murashige a Skoog (1962), a to v plné nebo poloviční koncentraci (Hammerschlag, 1982). Ke stimulaci tvorby výhonů se z růstových regulátorů osvědčil benzyladenin (BA), thidiazuron (TDZ) a adice kyseliny indolyloctové (IAA) v nízké koncentraci, jak uvádí Mulwa a Bhalla (2006). Poměrně obtížná je u mandloní indukce kořenů v podmínkách *in vitro* (Tereso et al., 2008).

Obecně je u dřevin pro iniciaci kořenů používána kyselina indolylmásečná (IBA). Např. adice 0,5 mg.l⁻¹ IBA do média společně s růstovým regulátorem triakontanolem průkazně zvýšila počet kořenů u *Cerasus fruticosa* (Tantos et al., 2001). Tvorba adventivních kořenů byla úspěšně iniciována u druhu *Prunus dulcis* s využitím kyseliny naftyloctové (NAA) a floroglučinolu (Ainsley et al., 2001).

Cílem této práce bylo zjistit u ohrožených druhů mandloně nízké a třešně křovité responzibilní primární explantáty pro mikropropagaci a účinná živná média pro multiplikaci a zakořeňování *in vitro* kultur.

MATERIÁL A METODA

Rostlinný materiál

Pro experimenty byl vybrán kriticky ohrožený druh mandloň nízká (*Amygdalus nana* L., syn. *Prunus tenella* Batsch) a silně ohrožený druh třešně křovitá (*Cerasus fruticosa* Pallas, syn.

Prunus fruticosa Pallas). Výchozí materiál (dormantní axilární pupeny a nezralá semena) pro mikropropagaci byl odebrán z dospělých jedinců na lokalitě Dunajovické kopce na jižní Moravě. Jedná se o národní přírodní památku o rozloze 107 ha, která se rozkládá na svazích Velké slunečné, Jánské hory a Liščího kopce mezi obcemi Březí, Dolní Dunajovice a Brod nad Dyjí asi 8 km severozápadně od Mikulova.

Povrchová sterilizace

Explantáty – meristémy vzrostných vrcholů a intaktní embrya – byly povrchově sterilizovány 70% etanolem a 1,5% NaOCl (30% komerční přípravek SAVO) po dobu 20–30 min. (tab. 1) a 3× promyty sterilní destilovanou vodou.

Kultivační podmínky

Jako kultivační nádoby byly použity 100 ml Erlenmayerovy baňky (25 ml média/baňka). Explantáty byly kultivovány v termostatu ve tmě (22–23 °C), po týdnu byly přeneseny do kultivační místnosti s fotoperiodou 16/8 hod (svět-

Tab. 1 Primární explantáty a způsob povrchové sterilizace u studovaných druhů

Druh	Primární explantát	Povrchová sterilizace
<i>Amygdalus nana</i>	vzrostlý vrchol	70% etanol – 1 min. 1,5% NaOCl – 30 min.
<i>Cerasus fruticosa</i>	nezralé embrya	70% etanol – 1 min. 1,5% NaOCl – 20 min.

lo/tma), teplotou 23/19 °C (den/noc) a světelnou intenzitou 55 μmol.m⁻².s⁻¹ (zářivky).

V tab. 2 je uvedeno složení MS (Murashige a Skoog, 1962) iniciačního (plná koncentrace solí v médiu), multiplikačního a zakořeňovacího média s poloviční koncentrací solí. Média obsahovala sacharózu, směs vitaminů, růstové regulátory a agar Sigma. pH všech médií bylo upraveno na 5,5.

Statistické vyhodnocení

Pro statistické vyhodnocení výsledků byla použita analýza va-

riance ANOVA a srovnávací Duncanův test. Výsledky statistické analýzy jsou uvedeny v tabulkách ve formě rozdílných indexů u jednotlivých hodnot, které označují skupiny výsledků se statisticky významnými rozdíly na hladině pravděpodobnosti p=0,05. Hodnoty představují průměry ze tří opakujících se experimentů.

Tab. 2 Složení iniciačního, multiplikačního a zakořeňovacího MS živného média

Médium	Iniciační	Multiplikační	Zakořeňovací
mg.l ⁻¹			
BA	1,0–2,0	0,1–6,0	–
IBA	0,1–1,0	–	1–5
NAA	–	–	1–5
g.l ⁻¹			
Aktivní uhlí	–	–	2
Sacharóza	30	20	20
Agar Sigma	7	7,5	8

BA: benzyladenin, IBA: kyselina indolylmásečná, NAA: kyselina naftyloctová

VÝSLEDKY A DISKUSE

Po 6 týdnech byla u mandloně indukována organogeneze z meristémů vzrostných vrcholů na iniciačních plných MS médiích s obsahem 1 mg.l⁻¹ BA a 0,1 mg.l⁻¹ IBA (tab. 3). U třešně křovité došlo až k 70% regeneraci nezralých embryí, po 6 týdnech kultivace byl indukován kalus s prorůstajícími výhony na médiu s kombinací 2 mg.l⁻¹ BA a 1 mg.l⁻¹ IBA. Přítomnost auxinu IBA v médiu průkazně pozitivně zvýšila regeneraci explantátů u obou studovaných druhů, v případě mandloně o 30 %, u třešně až o 62 % ve srovnání se samotným cytokininem BA.

Hodnoty jsou vyjádřeny jako % regenerujících explantátů z celkového počtu 30 explantátů. Opakování s rozdílnými indexovými písmeny v tomtéž sloupci jsou vzájemně statisticky významně odlišná na úrovni p= 0,05 (Duncanův test).

Po 12 týdnech kultivace bylo u mandloně dosaženo průkazně nejvyššího počtu výhonů na ½ MS médiu při koncentraci 1,0 mg.l⁻¹ BA v médiu, zatímco délka výhonů se u jednotlivých variant výrazně nelišila (tab. 4).

U třešně byla zjištěna průkazně nejvyšší tvorba výhonů v médiu s obsahem 1 a 2 mg.l⁻¹ BA (8–10 výhonů na explantát). V případě většího zmnožení výhonů byla jejich délka průkazně nižší než při jejich nízkém počtu. Průkazný nárůst výhonů byl nalezen pouze na médiích s absencí růstového regulátoru. Multiplikační fáze u třešně křovité je zachycena na obr. 1.



Obr. 1 Tvorba výhonů u *Cerasus fruticosa*

Jak je zřejmé z tab. 5, kde byl srovnáván účinek auxinů IBA a NAA ve třech koncentracích, u obou druhů byla indukce kořenů (38–40%) průkazně stimulována přítomností NAA v nejvyšší testované koncentraci 5 mg.l⁻¹.

U stejné koncentrace IBA byla tvorba kořenů průkazně potlačena na 10 % u mandloně a 12 % u třešně. Při nejnižší koncentraci obou auxinů v médiu (1 mg.l⁻¹) se kořeny nevytvořily.

Naše výsledky potvrdily nezbytnost použití cytokininu BA pro iniciaci a multiplikaci sledovaných kultur. Vliv BA byl testován za plného zásobení živin v MS iniciačním a poloviční koncentrací solí v multiplikačním médiu. U mandloně nízké se osvědčila pro indukci organogeneze vyšší koncentrace BA než je doporučovaná jinými autory; např. Bouza et al. (1992) uvádějí účinné koncentrace v nižším rozsahu (0,6–0,7 mg.l⁻¹). U třešně křovité koncentrace 2 mg.l⁻¹ BA průkazně zvýšila míru organogeneze kompatibilně s auxinem IBA. Tento auxin byl klíčovým faktorem vyšší míry regenerace explantátů, a to jak u mandloně, tak u třešně. Hodnoty regenerace zjištěné u samotného BA byly průkazně nižší (až o 60 %).

V pokusech byla použita pro testování míry multiplikace široká škála koncentrací BA, od 0,1 do 6 mg.l⁻¹. U obou druhů došlo k nejvyšší tvorbě výhonů u koncentrace 1–2 mg.l⁻¹, tzn.

Tab. 3 Vliv BA a IBA na regeneraci explantátů po 6 týdnech kultivace

Druh	Primární explantát	Iniciační médium (mg.l ⁻¹)	Míra regenerace (%)
<i>Amygdalus nana</i>	vzrostný vrchol	BA (1,0)	10 ^a
		BA (1,0)	40 ^b
		IBA (0,1)	
<i>Cerasus fruticosa</i>	nezralé embryo	BA (2,0)	8 ^a
		BA (2,0)	70 ^c
		IBA (1,0)	

Tab. 4 Vliv BA na multiplikaci a délku výhonů po 12 týdnech kultivace

Druh	BA (mg.l ⁻¹)	Průměrný počet výhonů/explantát	Průměrná délka výhonů (mm)
<i>Amygdalus nana</i>	0	2,0 ^a	45,0 ^b
	0,1	6,5 ^{cd}	38,3 ^a
	0,5	5,8 ^c	37,5 ^a
	1,0	11,0 ^f	36,0 ^a
	2,0	9,1 ^e	30,0 ^a
	4,0	6,0 ^c	40,0 ^{ab}
	6,0	5,5 ^c	39,0 ^a
<i>Cerasus fruticosa</i>	0	1,8 ^a	90,0 ^e
	0,1	3,3 ^{ab}	77,5 ^d
	0,5	2,6 ^a	75,5 ^d
	1,0	7,8 ^d	68,0 ^c
	2,0	9,9 ^e	60,0 ^c
	4,0	3,8 ^{ab}	82,5 ^d
	6,0	2,9 ^a	79,5 ^d

Opakování (30 explantátů) s rozdílnými indexovými písmeny v tomtéž sloupci jsou vzájemně statisticky významně odlišná na úrovni p= 0,05 (Duncanův test).

při vyšším obsahu BA v médiu než uvádějí někteří autoři (Rugini a Verma, 1983; Ainsley et al., 2000). Ainsley et al. (2001) použili k úspěšnému zakořenění kultur *Prunus dulcis*, vysoké koncentrace IBA a NAA v médiu. Podobně u tohoto druhu Tereso et al. (2008) indukovali vysoké procento kořenění (47–100 %) aplikací 0,4 mM IBA (81 mg.l⁻¹). V našich experimentech byla tvorba kořenů indukována v průkazně vyšší míře obsahem NAA, a to v řádově nižších koncentracích než uvádějí výše citovaní autoři. U obou druhů bylo do zakořeňo-

vacího média přidáno aktivní uhlí – adice tohoto stimulačního agens se nám osvědčila i u jiných druhů dřevin (Vejsadová et al., 2008; Vejsadová et al., 2009).

Na základě dosažených výsledků nepředpokládáme specifickou závislost iniciace, multiplikace a *in vitro* zakořeňování na zvoleném genotypu. Vypracovaný účinný protokol mikropropagace u mandloně nízké a třešně křovité lze tak aplikovat i u jiných ohrožených zástupců čeledi *Amygdalaceae*.

Tab. 5 Efekt koncentrace IBA a NAA v médiu na tvorbu kořenů

Auxin	mg.l ⁻¹	Indukce kořenů (%)	
		<i>Amygdalus nana</i>	<i>Cerasus fruticosa</i>
IBA	1	–	–
	3	4 ^a	2 ^a
	5	10 ^b	12 ^b
NAA	1	–	–
	3	20 ^c	19 ^{bc}
	5	40 ^d	38 ^d

Opakování (30 výhonů) s rozdílnými indexovými písmeny v tomtéž sloupci jsou vzájemně statisticky významně odlišná na úrovni p= 0,05 (Duncanův test).

ZÁVĚR

- Organogeneze byla indukována u *Amygdalus nana* L. z meristémů vzrostných vrcholů na iniciačních plných MS médiích s obsahem 1 mg.l⁻¹ benzyladeninu (BA) a 0,1 mg.l⁻¹ kyseliny indolylmáslé (IBA). U *Cerasus fruticosa* Pallas došlo až k 70% regeneraci nezralých embryí na MS médiu s kombinací 2 mg.l⁻¹ BA a 1 mg.l⁻¹ IBA.
- Průkazně nejvyšší počet výhonů (8–11 na explantát) byl u obou druhů zjištěn po 12 týdnech kultivace na ½ MS médiu při koncentraci 1 a 2 mg.l⁻¹ BA.
- U obou studovaných druhů byla indukce kořenů (38–40%) průkazně stimulována přítomností kyseliny naftyloctové (NAA) v nejvyšší testované koncentraci (5 mg.l⁻¹). U stejné koncentrace IBA byla tvorba kořenů průkazně potlačena na 10 % u mandloně nízké a 12 % u třešně křovité.

Poděkování

Tato práce vznikla v rámci projektu V.02: „Využití metod *in vitro* k zachování genetické a druhové diverzity ohrožených rostlin“ výzkumného záměru MZP0002707301 a byla finančně podpořena Ministerstvem životního prostředí České republiky.

LITERATURA

- Ainsley, P. J., Collins, G. G., Sedgley, M. (2000): Adventitious shoot regeneration from leaf explants of almond (*Prunus dulcis* Mill.). In *In Vitro Cellular and Developmental Biology – Plant*, vol. 36, p. 470–474.
- Ainsley, P. J., Collins, G. G., Sedgley, M. (2001): *In vitro* rooting of almond (*Prunus dulcis* Mill.). In *In Vitro Cellular and Developmental Biology – Plant*, vol. 37, p. 778–785.
- Bhansali, R. R., Driver, J. A., Durman, D. J. (1991): Adventitious embryogenesis and plant regeneration from rescued embryos of peach *Prunus persica* L. *Indian Journal of Experimental Biology*, vol. 29, p. 334–337.
- Borkowska, B. (1983): Micropropagation of sour cherry cultivar Schattenmorelle. *Fruit Science Reports*, vol. 10, no. 2, p. 59–66.
- Bouza, L., Jacques, M., Maziere, Y., Arnaut, Y. (1992): *In vitro* propagation of *Prunus tenella* Batsch cv. Firehill: control of vitrification; increase of the multiplication rate and growth by chilling. *Scientia Horticulturae*, vol. 52, p. 143–155.
- Hammerschlag, F. A. (1982): Factors affecting establishment and growth of peach shoots *in vitro*. *HortScience*, vol. 17, p. 85–86.
- Jones, O. P., Hopgood, M. E. (1979): The successful propagation *in vitro* of two rootstocks of *Prunus*: the plum rootstock Pixy (*P. insititia*) and cherry rootstock F12/1 (*P. avium*). *Journal of Horticultural Science*, vol. 54, p. 63–66.
- Keulemans, J., Witte, K. (1994): Plant regeneration from cotyledons and embryonic axes in apple: Sites of reaction

- and effect of pre-culture in the light. *Euphytica*, vol. 77, p. 135–139.
- Mulwa, R. M. S., Bhalla, P. L. (2006): *In vitro* plant regeneration from immature cotyledon explants of macadamia (*Macadamia tetraphylla* L. Johnson). *Plant Cell Reports*, vol. 25, no. 12, p. 1281–1286.
- Murashige, T., Skoog, F. (1962): A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, vol. 15, no. 3, p. 473–497.
- Rugini, E., Verma, C. (1983): Micropropagation of difficult-to-propagated almond (*Prunus amygdalus* Batsch) cultivar. *Plant Science Letters*, vol. 28, p. 273–281.
- Tantos, A., Mészáros, A., Farkas, T., Szalai, J., Horváth, G. (2001): Triacantanol-supported micropropagation of woody plants. *Plant Cell Reports*, vol. 20, p. 16–21.
- Tereso, S., Miguel, C. M., Mascarenhas, M., Roque, A., Trindade, H., Maroco, J., Oliveira, M. M. (2008): Improved *in vitro* rooting of *Prunus dulcis* Mill. cultivars. *Biologia Plantarum*, vol. 52, no. 3, p. 437–444.
- Tian, L. N., Sibbald, S., Subramanian, J., Svircev, A. (2007): Characterization of *Prunus domestica* L. *in vitro* regeneration via hypocotyls. *Scientia Horticulturae*, vol. 112, no. 4, p. 462–466.
- Vejsadová, H., Vlašínová, H., Havel, L. (2008): Preservation of a rare bog pine genotypes using micropropagation techniques. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, vol. LVI, no. 4, p. 197–206.
- Vejsadová, H., Šedivá, J., Vlašínová, H., Havel, L., Mertelík, L., Kloudová, K. (2009): Indukce organogeneze u jírovce mađalu (*Aesculus hippocastanum* L.) [Organogenesis induction in horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.).] *Zprávy lesnického výzkumu*, vol. 54, no. 4, p. 286–292.

Rukopis doručen: 25. 2. 2010

Přijat po recenzí: 15. 3. 2010

LONGEVITY OF *ABIES* POLLEN UNDER DEEP-FREEZE STORAGE

ŽIVOTASCHOPNOSTĚ HLBOKO ZMRAZOVANÉHO PEĽU JEDLÍ (*ABIES* SP.)

Andrej Kormuťák^{1,2}, Martin Galgocí², Božena Vooková¹, Terézia Salaj¹, Dušan Gömöry³

¹ Institute of Plant Genetics and Biotechnology, Slovak Academy of Sciences, Akademická 2, P. O. Box 39A, SK-950 07 Nitra, Slovakia, tel.: ++421-37-6943 333, nrgkorm@savba.sk

² Constantine Philosopher University, Faculty of Natural Sciences, A. Hlinku 1, SK-949 74 Nitra, Slovakia

³ Technical University in Zvolen, Faculty of Forestry, T. G. Masaryka 24, SK-960 53 Zvolen, Slovakia

Abstract

A deep-freeze storage of some *Abies* species pollen has resulted in decline of germination percentage in majority of tested species. The species *A. alba* and *A. concolor* were the only exceptions exhibiting a higher germinability of their pollen after storage than in the fresh pollen control. In all the seven species investigated a profound retardation of pollen tube growth was registered after 1-year storage at -81°C .

Key words: *Abies*, pollen, storage, viability

Abstrakt

Uskladnenie peľu viacerých druhov rodu *Abies* v hlboko mraziacom boxe vyústilo do poklesu klíčivosti peľu u väčšiny testovaných druhov. Druhy *A. alba* a *A. concolor* boli v tomto ohľade výnimkou, nakoľko po uskladnení vykazovali vyššiu klíčivosť ich peľu ako čerstvo zozbieraný peľ kontroly. Pri všetkých analyzovaných druhoch došlo však k výraznému poklesu dĺžky peľových vrecúšok peľu uskladňovaného pri -81°C po dobu 1 roka.

Kľúčové slová: *Abies*, peľ, uskladnenie, životaschopnosť

INTRODUCTION

Among activities associated with pollen handling the storage occupies a prominent place. In the field of breeding, it is the only means of overcoming the differences in pollen shedding and ovule receptivity between the parent trees or species involved in artificial hybridization (Chira, 1971). Obvious is also the theoretical significance of the problem associated with revealing the factors which determine the pollen viability during its storage. It is generally acknowledged that relative humidity, temperature and the atmosphere surrounding the pollen play a decisive role in this respect (Linskens, 1967; Stanley, Linskens, 1974). Optimal values of these factors may differ in individual groups of plants depending on structure and chemistry of their pollen. Angiosperms have for example been shown to possess a higher content of water in their pollen than gymnosperms. Accordingly, the storage temperature for their pollen ranges around 0°C or little below as compared with much more lower temperature required by the pollen of gymnosperms. Razmologov (1964) postulates a better viability of *Pinus sylvestris* pollen after its storage at $+5^{\circ}\text{C}$ during the period of 13 months as compared with the viability of the same pollen stored for the period of 9 months. In their compilatory work, Stanley and Linskens (1974) have provided the data about germination potential of stored pollen in five species of pines. The species *P. banksiana*, *P. resinosa* and *P. sylvestris* have retained germination potential of their pollen unchanged after 1-year storage at $2-5^{\circ}\text{C}$. On the contrary, in species *P. nigra* and *P. strobus* the profound decline in viability of their pollen was recorded. As far as *Abies*

species are concerned, there are only a few reports referring about quality of their pollen during storage. Dobrinov and Gagov (1975) postulate a temperature around $+4^{\circ}\text{C}$ to be the most convenient for storage of *A. alba* pollen. On the contrary, Arista and Talavera (1994) reported about complete loss of pollen viability in *A. pinsapo* following a 6-month storage at $+4^{\circ}\text{C}$. Our data indicate only negligible changes in viability of *A. kawakamii* pollen after its 6-months storage at -70°C (Kormuťák, Yang, 1998). In order to shed more light on this aspect of pollen biology in *Abies*, a deep-freeze effect on pollen viability was followed in seven species of firs of Mediterranean and Northamerican origin.

MATERIAL AND METHODS

The study involved the Central European species *Abies alba* Mill. along with the Mediterranean species *A. nordmanniana* (Stev.) Spach, *A. cilicica* (Ant. et Kotschy) Carr., *A. pinsapo* Boiss., *A. numidica* De Lann. and the Northamerican species *A. concolor* (Gord. et Glend) Lidl. and *A. procera* Red. Each species was represented in the experiment by one individual only. The pollen of *A. alba* was collected from the natural stand of the species in Močiar near Banská Štiavnica, whereas the pollen of *A. nordmanniana* in Arboretum Kysihýbel in Banská Štiavnica. The pollen of the remaining species was collected in Arboretum Mlyňany SAS. Microstrobili of the species were collected in 2007 shortly before pollen shedding. Following desiccation of microstrobili in laboratory, the

pollen was sieved and stored in desiccator over KOH at +4 °C for the period of one week. After a transient storage in refrigerator the pollen was subjected to in vitro germination test. The cultivation media consisted of 1.5 % (w/v) agar and 10 % (w/v) sucrose. The samples were incubated at 25 °C for 48 hours and subsequently examined under microscope. This variant of tested pollen served as a control. The same pollen samples were subsequently shifted to a deep-freeze storage at -81 °C for the period of 1 year. Except for the 1-year stored pollen, the freshly collected pollen of *A. alba* and *A. numidica* has in addition been tested in 2008. Both control variants and 1-year stored pollen of each species were tested in a triplicate. The percentage of germinating pollen of each replicate was estimated from a sample of 100 pollen grains, while the length of pollen tubes was recorded in 30 pollen grains.

Differences in pollen tube length among species and pollen treatments were tested using a two-way analysis of variance. Both treatment and species were considered fixed-effect factors. Because species reacted differently to pollen treatments (a significant species-by-treatment interaction), differences among treatments were evaluated separately for each species by a one-way ANOVA, whereby pairwise differences were tested using the Duncan's test. Both analyses were performed using the GLM procedure of the SAS statistical package (SAS 1988). The effects of species and treatment on the probabilities of pollen germination were modeled as linear response functions using weighted least-square analysis, differences among treatments within species were tested using chi-square tests (procedure CATMOD, SAS 1988).

RESULTS

Weighted least-square analysis of the pollen germination percentages indicates profound differences in pollen viability parameters between individual species (Table 1). Both the effects of species and pollen treatment are highly significant. However, there is also a significant species-by-treatment interaction, showing that the response of individual species on the treatment of pollen is not uniform. Deep-freeze adversely affected germination potential of the pollen in five of the seven species compared (Table 2). The fresh pollen of the 2007 collection has as a rule exhibited a higher germinability than stored pollen in *A. nordmanniana*, *A. cilicica*, *A. pinsapo*, *A. numidica* and *A. procera*. The most dramatic decline was registered in stored pollen of *A. pinsapo* and *A. numidica* reaching only 35.2 % and 50.1 % germination relative to the

control. The corresponding values in *A. nordmanniana* and *A. cilicica* averaged at 71.8 %, whereas in *A. procera* at the 55.2 % level. The species *A. alba* and *A. concolor* were the only exceptions in this respect exhibiting a higher germinability in stored rather than in freshly harvested pollen. In comparison with freshly collected control, the relative values of stored pollen reached the level of 106.5 % in *A. alba* and 115.8 % in *A. concolor*. All these differences were shown to be statistically significant (Table 2).

As shown by the ANOVA, pollen tube length also differed significantly among species and treatments (Table 3).

Contrary to germination percentage, the growth of pollen tubes was found to be significantly retarded in stored pollen of *A. nordmanniana*, *A. alba* and *A. procera* with the pollen tubes reaching only 65.9 %, 66.2 % and 75.6 % of the pollen tube length characteristic for the control variants. (Table 2). In *A. cilicica*, *A. pinsapo*, *A. numidica* and *A. concolor*, the pollen tube growth in the stored pollen was also slower, but the difference, as tested by the Duncan test, was not significant. The pollen tube length of these species reached 91.10–99.15 % of the pollen tube length characteristic for the corresponding controls and had not deviated significantly from the controls. In addition to the species-specific differences in pollen viability conditioned genetically, the annual variation in pollen quality due to climatic conditions may be illustrated on the examples of *A. alba* and *A. numidica*. The fresh pollen of these species harvested in 2008 from the same tree as in 2007 exhibited conspicuous reduction of both its viability parameters in comparison with the fresh pollen obtained in 2007 (Table 2).

DISCUSSION

Of the two pollen viability parameters compared, the pollen germinability seems to respond more sensitively to a deep-freeze storage than pollen tube growth as evidenced by the differences in germination percentage between fresh and stored pollen. At the species level an opposite tendency in pollen longevity during storage was registered in *A. alba* and *A. concolor* indicating a species-specific behaviour during storage. This aspect of deep-freeze storage needs, however, to be verified further. Unequivocal was only the pollen tube growth in stored pollen exhibiting uniformly decline in all the species investigated. In any of the species compared a complete pollen germination was achieved as reported for

Table 1. Weighted least-square analysis (chi-square tests) of linear response functions for the effects of *Abies* species and pollen treatment on the germination percentage

Source	D. f.	Chi-square	P
Intercept	1	109.29	0.000
Species	6	316.05	0.000
Treatment	2	429.61	0.000
Species x Treatment	7	288.24	0.000
Repet. (Species x Tr)	32	49.93	0.022

Table 2. Viability parameters in stored pollen of seven *Abies* species

Species	Germination (%)	P	Pollen tube length (μm)	Duncan grouping
<i>A. alba</i> 2007 – fresh pollen	81.33	0.001	593.12 \pm 187.40	A
<i>A. alba</i> – stored pollen	86.67		392.88 \pm 168.47	B
<i>A. alba</i> 2008 – fresh pollen	70.00		303.54 \pm 141.21	C
<i>A. nordmanniana</i> 2007 – fresh pollen	77.00	0.001	538.52 \pm 261.27	A
<i>A. nordmanniana</i> – stored pollen	55.33		354.98 \pm 161.58	B
<i>A. cilicica</i> 2007 – fresh pollen	36.67	0.006	285.22 \pm 177.32	A
<i>A. cilicica</i> – stored pollen	26.33		265.20 \pm 157.89	A
<i>A. pinsapo</i> 2007 – fresh pollen	75.67	0.001	403.08 \pm 189.41	A
<i>A. pinsapo</i> – stored pollen	26.67		399.66 \pm 214.84	A
<i>A. numidica</i> 2007 – fresh pollen	87.67	0.001	425.96 \pm 207.10	A
<i>A. numidica</i> – stored pollen	44.00		388.05 \pm 219.99	A
<i>A. numidica</i> 2008 – fresh pollen	30.00		329.37 \pm 159.86	B
<i>A. concolor</i> 2007 – fresh pollen	73.67	0.001	667.11 \pm 277.67	A
<i>A. concolor</i> – stored pollen	85.33		665.79 \pm 234.78	A
<i>A. procera</i> 2007 – fresh pollen	86.33	0.001	386.34 \pm 185.19	A
<i>A. procera</i> – stored pollen	47.67		292.21 \pm 166.29	B

Table 3. Variance analysis of pollen tube length

Source	D. f.	Mean square	F- test	P
Species	6	2682043	70.11	0.0001
Treatment	2	1178389	30.80	0.0001
Species x Treatment	7	566625	14.81	0.0001
Repeat. (Species x Treatm.)	32	80495	2.10	0.0003
Error	1392	38253		

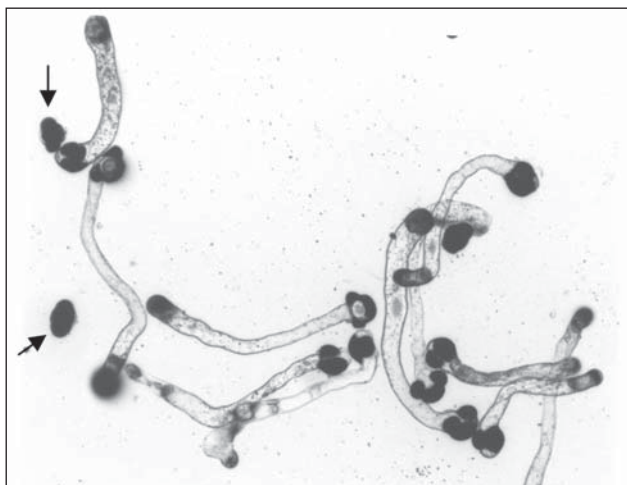


Figure 1. Germinating pollen of *A. procera*. Arrows indicate non-germinating pollen grains

the fresh pollen of *A. pinsapo* (Arista, Talavera, 1994). Instead, a considerable variation in germination of fresh pollen was observed between individual species ranging in such a broad range as 36.67 % and 87,67 %. Obviously, this variation is

due to different response of the species to climatic conditions prevailing during microsporogenesis. Processing of collected pollen may exert some effect on its quality as well. To some degree, it may be also a reflection of the differences in the habitats of individual species in the area of their natural distribution. In general, the decline of pollen viability during storage has not reached the level which prevents its further use in artificial pollination experiments. Referring to our previous experience with storage of *A. kawakamii* pollen under two different low temperature regimes, we strongly recommend the deep-freeze storage at $-81\text{ }^{\circ}\text{C}$ before storage in commonly used freezer with $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

CONCLUSIONS

The firs are considered to have much more limited longevity of their pollen and seeds than *Pinus* or *Picea* species. The efficient storage is the only way how to overcome this disadvantage. A deep-freeze storage of *Abies* pollen seems to be appropriate solution to the problems associated with preservation of pollen viability in such an extent which ensures its use and functioning during artificial pollination experiments.

Acknowledgements

The study was financially supported by the VEGA Grant Agency, project no. 2/0076/09.

REFERENCES

- Arista, M., Talavera, S. (1994): Pollen dispersal capacity and pollen viability of *Abies pinsapo* Boiss. *Silvae Genetica*, vol. 43, p. 155–158.
- Chira, E. (1971): *Metódy cytogenetiky v šľachtení lesných drevín*. Príroda, Bratislava, 111 s.
- Dobrinov, J., Gagov, V. (1975): Study on the pollen of *Abies alba* in Bulgaria. *Gorsko Stopanstvo*, vol. 20, p. 9–16.
- Kormutak, A., Yang, J.-Ch. (1998): The Genetics and Embryology of Taiwan fir (*Abies kawakamii* (Hayata) Ito). *Suppl. to Taiwan Journal of Forest Science*, vol. 13, 78 p.
- von Linskens, H. F. (1967): Pollen. *Encyclopedia of Plant Physiology*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, p. 367–406.
- Razmologov, V. P. (1964): Germination and preservation of pollen in some gymnosperms. *Bulletin Glavnogo Botanitscheskogo Sada, Moskva*, vol. 52, p. 79–87.
- SAS (1988): *SAS/STAT® User's Guide*. Release 6.03 Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Stanley, R. G., Linskens, H. F. (1974): *Pollen. Biology, Biochemistry, Management*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 307 p.

Rukopis doručen: 18. 3. 2010

Přijat po recenzii: 12. 4. 2010

REPRODUKČNÁ BIOLÓGIA JEDNO A VIACSEMENNÝCH TAXÓNOV RODU *CRATAEGUS* L. NA VYBRANÝCH LOKALITÁCH VÝCHODÉHO SLOVENSKA

STUDY OF REPRODUCTIVE BIOLOGY OF ONE – AND OVERONE SEEDS TAXA OF GENUS *CRATAEGUS* L. IN EASTERN SLOVAKIA

Vladimír Klíč¹, Vladimíra Kunštárová¹, Tibor Baranec²

¹Správa Pieninského národného parku, ŠOP SR, 059 06 Červený Kláštor 73, Slovenská republika, vladimir.klc@sopsr.sk, vladimira.kunstarova@sopsr.sk

²Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Katedra botaniky, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tibor.baranec@uniag.sk

Abstrakt

Generatívny reprodukčný potenciál (GRP) vybraných taxónov rodu *Crataegus* L. (hloh) sa analyzoval na 22 lokalitách východného Slovenska v počas rokov 2005–2008. Výskumné práce sa realizovali v súlade s determinujúcimi fenofázami hlohu v mesiacoch máj–jún a september–október. Okrem stanovenia GRP sme experimentálne skúmali aj schopnosť tvorby plodov a semien pre vybrané taxóny samoopelením (SAM). Pri druhoch *Crataegus monogyna*, *Crataegus kyrtostyla* a viacsemenných taxónoch sa plody v procese samoopelenia takmer nevytvárajú. Avšak pri *C. dunensis* (GRP 28,28; SAM 26,79), *C. curvisepala* (GRP 12,51; SAM 13,30) a jeho krížencoch patrí pravdepodobne samoopelenie k bežným spôsobom rozmnožovania. Viacsemenný druh *C. laevigata* (GRP 7,41; SAM 0,00) v našich podmienkach plody samoopelením vôbec nevytvára.

Kľúčové slová: reprodukčná biológia, *Crataegus*, samoopelenie, Pieniny, Slovensko

Abstract

Generative reproductive potention (GRP) of some of hawthorn taxa (*Crataegus* L.) from 2005 to 2008 years had been analysed on the territory of Eastern Slovakia at 22 localities. Experimental observations were done during the important hawthorn phenophases from May to June and from September to October to tested sefpollination (SAM). The *Crataegus monogyna*, *Crataegus kyrtostyla* species and various overone seed hawthorn taxa any fruit produced by selfpollination, but for the species *C. dunensis* (GRP 28,28; SAM 26,79), *C. curvisepala* (GRP 12,51; SAM 13,30) and theirs hybrids the selfpollination is common reproductive process, probably. The twoseed species *C. laevigata* (GRP 7,41; SAM 0,00) by selfpollination any seeds produced in studied conditions.

Key words: reproductive biology, *Crataegus*, selfpollination, Pieniny, Slovakia

ÚVOD

Práce zaoberajúce sa štúdiom reprodukčnej ekológie rastlinných druhov sú v Európe zriedkavé. Informácie o reprodukčnej biológii *Crataegus monogyna* Jacq. sú dostupné najmä z oblasti západnej Európy. Fenológiu kvitnutia a tvorby plodov v Anglicku študovali Sorensen (1981), Gyan et Woodell (1987), v južnom Španielsku Jordano (1984), Obeso (1985). Reprodukčnú biológiu *Crataegus monogyna* Jacq. v severozápadnom Španielsku študovali Guitián et Fuentes (1992). Na troch lokalitách sledovali ročné fenologické cykly, spôsob rozmnožovania, hmyzom sprostredkované opelenie a disperziu semien uvedeného druhu. Menšiu produkciu plodov pozorovali pri opelení bez hmyzích opelovačov v protiklade k voľne opeleným kvetom. Pre voľne opelené kvety bol zistený štatisticky významný rozdiel medzi výsledkami sledovaných rokov. Tvorba plodov bola 20 % v rámci samoopelených kvetov a 40 % v rámci cudzoopelených emaskulovaných kvetov.

Chacoff et al. (2008) na kvitnúcom konáriku druhu *Crataegus monogyna* pozorovali návštevy hmyzu každých 10 minút. Hlavným opelovačom z triedy hmyzu boli muchy (okolo 88 %), včely opelujúce hloh sa vyskytli len v 10 %, chrobáky sa v kve-

toch vyskytovali len príležitostne. Tiež zistili, že spontánne samoopelenie je pre *C. monogyna* možné, ale takmer nevýznamné pre reprodukciu, čo dokazuje nízky počet plodov. Druh *C. monogyna* z izolovaných kvetov vytvoril len 10 % plodov. Guitián et al. (1992) sledovali tvorbu plodov u *Crataegus monogyna* Jacq. ako aj u ďalších druhov z čeľade *Rosaceae*. Uvádzajú, že všetky sledované druhy vykazovali nízky pomer počtu plodov ku počtu kvetov, ktorý bol < 0,3.

MATERIÁL A METODIKA

Pri štúdiu reprodukčnej biológie skúmaného rodu využívame metodické postupy, ktoré uplatnil vo svojich prácach Baranec (1996), Baranec et al. (1997) a Eliáš (2004), pričom sú sledované:

- tvorba kvetov – každý rok vo fenofáze plného kvitnutia (máj–jún) sme na všetkých jedincoch populácie náhodne vybrali 10 súkvetí, v rámci ktorých sme spočítali počet kvetov v súkvetí a vypočítali aritmetický priemer,
- tvorba plodov – na stanovenie počtu plodov v súplodí sme

použili rovnaký metodický postup ako je uvedené v predchádzajúcom bode; počet plodov bol zisťovaný v mesiacoch september–október,

- počet semien v plodoch – sme stanovili analyzovaním vzoriek z náhodne odobratých 30 plodov z každého jedinca, každej skúmanej populácie; prestrihnutím každého pyrenária sme zisťovali vyvinutosť embrya,
- vplyv sumy teplôt a sumy zrážok na GRP (generatívny reprodukčný potenciál) sme stanovili pre populácie na lokalitách v Spišskej Starej Vsi a Podhradovej. Priemerné mesačné zrážky a priemerné mesačné teploty za roky 2003–2008 boli poskytnuté SHMÚ, pobočka Košice.

Na vybraných taxónoch (tab. 1, 2) bolo za účelom stanovenia schopnosti tvorby plodov samoopelením, na brachyblasty (kvety vo fenofáze kvetných púčikov) založené vrecúško z bielej netkanej textílie (obr. 1), ktoré v čase kvitnutia izolovalo kvety pred opeľovačmi. Na jeseň sme pozbierali vzorky so zrelými plodmi vytvorenými vo vrecúškach z netkanej textílie (obr. 2). Pre stanovenie schopnosti reprodukcie samoopelením (SAM) sme stanovili rovnakým spôsobom, ako je to uvedené vyššie.

Skúmané lokality sa nachádzali v Pieninách, Spišských vrchoch časť Spišská Magura a Čiernej hore, ktoré podľa fyto geografického členenia Slovenska (Futák, 1966) patria do oblasti západokarpatskej flóry (*Carpatium occidentale*). Pieniny sú v obvode vysokých (centrálnych) Karpát (*Eucarpaticum*), Spišská Magura v obvode východobeskydskej flóry (*Beschidicum orientale*) a Čierna hora v obvode Slovenského Rudohoria a Stredného Pohornádia (*Praecarpaticum*).

Presné určenie druhov a taxónov kľúč (Baranec, 1986).



Obr. 1 Použitie netkanej textílie



Obr. 2 Plody vytvorené na izolovaných brachyblastoch

Tab. 1 GRP a GRP pre SAM pri vybraných jednosemenných taxónoch

Taxón	PKS na jedinca (K)		PPS na jedinca (P)		GRP (P/K x 100) [%]	
	x pre GRP	x pre SAM	x pre GRP	x pre SAM	GRP	SAM
<i>C. curvisepala</i>	9,35	9,10	1,17	1,21	12,51	13,30
<i>C. dunensis</i>	8,70	9,37	2,46	2,51	28,28	26,79
<i>C. fallacina</i>	11,07	10,89	2,09	1,92	18,88	17,63
<i>C. kyrtostyla</i>	7,23	8,03	0,98	0,00	13,55	0,00
<i>C. monogyna</i>	10,65	10,01	1,90	0,51	17,84	5,09
<i>C. ovalis</i>	9,95	10,44	1,33	0,88	13,37	8,43
<i>C. plagiosepala</i>	9,30	9,81	0,96	0,42	10,32	4,28
<i>C. curvisepala</i> x <i>lindmanii</i>	11,73	11,57	2,09	1,80	17,82	15,56
<i>C. curvisepala</i> x <i>ovalis</i>	9,95	10,19	0,99	1,30	9,95	12,76
<i>C. monogyna</i> x <i>dunensis</i>	9,93	10,28	1,03	0,54	10,37	5,25
<i>C. plagiosepala</i> x <i>monogyna</i>	7,45	7,75	0,03	0,05	0,40	0,65
<i>C. lindmanii</i> x <i>curvisepala</i>	10,10	10,00	1,98	2,08	19,60	20,80

Vysvetlivky: PKS – počet kvetov v súkvetí, PPS – počet plodov v súplodí, GRP – generatívny reprodukčný potenciál, SAM – samoopelenie, PKS x pre GRP – priemerný počet kvetov v súkvetí pre GRP, PKS x pre SAM – priemerný počet kvetov v súkvetí pre SAM, PPS x pre GRP – priemerný počet plodov v súplodí pre GRP, PPS x pre SAM – priemerný počet plodov v súplodí pre SAM.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Dôležitým ukazovateľom kvantitatívneho stavu reprodukčnej biológie populácií je generatívny reprodukčný potenciál (Harper, 1977). GRP sme vypočítali z pomeru počtu plodov a počtu kvetov na brachyblaste.

Jednu z najvyšších hodnôt GRP v rámci hodnotených taxónov dosiahol druh *C. monogyna*, zároveň sme pri tomto druhu zistili najväčší rozdiel medzi GRP a SAM. Teda schopnosť generatívne sa rozmnožovať samoopelením pri druhu *C. monogyna* v našich podmienkach je malá. Tvorbu plodov týmto spôsobom sme nezaznamenali pri *C. kirtostyla* a vyskytovala sa len vzácné pri *C. plagiosepala* × *monogyna* a pri *C. plagiosepala*.

Najvyššiu hodnotu GRP sme zaznamenali pri nothotaxóne *C. dunensis*, ktorý zároveň mal aj najlepši SAM. Zistili sme, že *C. curvisepala* a jeho krížence rovnako dobre vytvárali plody prirodzeným spôsobom opelenia ako aj samoopelením, čo potvrdzujú aj hodnoty GRP a SAM v tab. 1.

Porovnaním našich hodnôt GRP a hodnôt, ktoré zaznamenal Vereščák (2003), zisťujeme výrazné rozdiely. Nami stanovené hodnoty GRP sa pohybujú v rozmedzí od 0,40 % do 28,28 %, kým interval hodnôt GRP stanovený uvedeným autorom bol od 21 % do 58,3 %.

Schopnosť tvorby kvetov a tvorby plodov znázorňujú grafy 1 a 2, pre názornosť zároveň uvádzame aj priemerné počty kvetov, ktoré boli izolované pred opeľovačmi, a tiež priemerné počty vytvorených plodov z takýchto kvetov. V rokoch 2005 a 2007 sú rozdiely medzi bežnou tvorbou plodov a tvorbou plodov samoopelením badateľné a podporujú tvrdenia, ktoré hovoria proti schopnosti hlohov rozmnožovať sa pomocou samoopelenia.

Podľa Briggsa a Waltersa (1973) krytosemenné rastliny majú najrozličnejšie zariadenia, ktoré potláčajú alebo celkom znemožňujú samoopelenie, od geneticky determinovaných autoinkompatibilných („autosterilných“) mechanizmov, ktoré sa môžu, ale nemusia prejavíť navonok, až po celkom mechanické a časové oddelenie peľu a vajíčok.

Množstvo vytvorených plodov v rokoch 2006 a 2008 bolo odlišné. Dokonca v r. 2008 sa vytvorilo viac plodov samoopelením

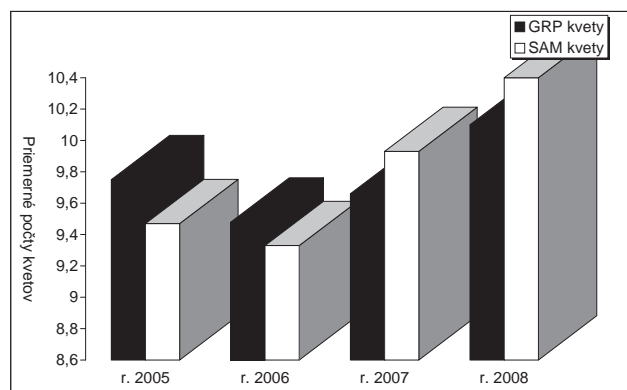
ním ako bežným procesom opelenia. Jedným z dôvodov vyššieho priemerného počtu plodov mohla byť aj samotná ochrana plodov netkanou textíliou pred škodcami, či klimatickými vplyvmi. Guitián et Fuentes (1992) zistili rozdielnu úroveň autogamie v populáciách druhov severozápadného Španielska a udávajú, že množstvo plodov vytvorených v procese samoopelenia tvorilo skoro polovicu z množstva plodov vytvorených prirodzeným opelením kvetov.

Eliáš (2004), ktorý zisťoval GRP pre dva druhy – obojpohlavný *Empetrum hermaphroditum* a dvojdomý druh *Empetrum nigrum*, konštatuje, že zvyšovanie sumy zrážok za rok, sumy teplôt za rok i sumy teplôt za obdobie kvitnutia stimulovalo sexuálnu produktivitu rastlín, zatiaľ čo negatívny alebo pozitívny vplyv sumy zrážok za obdobie kvitnutia nebol dostatočne preukázaný.

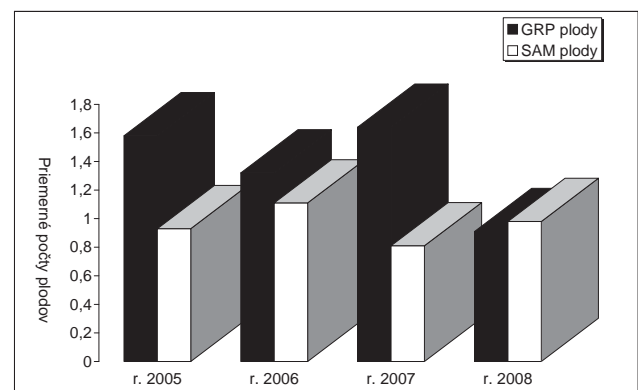
Naše zistenia sa stotožňujú so závermi uvedeného autora. Zistili sme preukaznú závislosť GRP od zrážok a teplôt za celý rok, najmä však od sumy zrážok a sumy teplôt za vegetačné obdobie, na lokalitách v Spišskej Starej Vsi ($r_{05-08 \text{ GRP} \cdot \sum_{T_{vo}} = 0,739$; $r_{05-08 \text{ GRP} \cdot \sum_{T_{vo}} = 0,405$). Na lokalite Podhradová, stredne silný pozitívny vzťah k úrovni GRP vykazovala suma teplôt za celý rok ($r_{05-08 \text{ GRP} \cdot \sum_{T} = 0,429$) a suma teplôt za vegetačné obdobie ($r_{05-08 \text{ GRP} \cdot \sum_{T_{vo}} = 0,312$). Podľa nášho zistenia suma zrážok a teplôt počas obdobia kvitnutia reprodukčný proces ovplyvňovala len minimálne.

Pre výskum generatívneho reprodukčného potenciálu a samoopelenia viacsemenných hlohov sme analyzovali druhy *Crataegus laevigata*, druhy hybridogénneho pôvodu *C. × ubrovae*, *C. × intermixta* a krížence, pri ktorých jeden z rodičov bol striktné viacsemenný druh *C. laevigata* – *C. laevigata* × *C. calicphila*, *C. palmstruchii* × *C. monogyna*.

Porovnaním rovnakých taxónov *C. laevigata* na odlišných lokalitách, v Červenom Kláštore (fytogeografický okres Pieniny) a na Siveckých lúkach (fytogeografický okres Stredné Pohornádie) sme zistili isté rozdiely. Baranec (1986) udáva, že *Crataegus laevigata* tvorí súkvetia s 5–10 kvetmi, plody v súplodí sú 3–10. Priemerný počet kvetov sa v priebehu rokov podstatne nemenil ani na jednej nami sledovanej lokalite. Výraznejší bol už rozdiel pri porovnaní priemerného počtu vytvorených plodov. V roku 2008 sme pri *C. laevigata* na lokali-



Graf 1 Priemerný počet kvetov pri jednosemenných taxónoch



Graf 2 Priemerný počet vytvorených plodov pri jednosemenných taxónoch

te v Červenom Kláštore nezaznamenali vytvorené plody. Jedným z možných dôvodov môžu byť výkyvy v teplote a zrážkach počas vegetačného obdobia. Zníženie tvorby plodov je badať aj u ostatných analyzovaných druhoch a krížencoch rastúcich na lokalitách v oblasti Spišskej Magury.

Závislosť počtu plodov od počtu kvetov viacsemenných taxónov je graficky znázornená grafom 3 a 4. Priemerný počet kvetov za tri po sebe idúce roky 2005–2007 sa menil len veľmi málo. Zvýšený počet kvetov sme zaznamenali v roku 2008. Napriek intenzívnejšiemu kvitnutiu sme v tomto roku zaznamenali najnižší priemerný počet vytvorených plodov. Bohatšie kvitnutie mohlo nastať predchádzajúcou miernou zimou, skorším nástupom fenofázy kvitnutia. Naopak k zníženiu počtu plodov mohlo dôjsť vplyvom zhoršenia počasia počas vegetačného obdobia. Ďalším dôvodom prichádzajúcim do úvahy je výskyt škodcov – vošky sme na lokalitách Podhradová a Sivecké lúky zaznamenali už vo fenofáze tvorby kvetných púčikov.

Priemerné počty plodov vytvorených samoopelením boli viac-menej minimálne, avšak nijako dramaticky sa nemenili. Ich kvety síce boli izolované od opelovačov, ale rovnako textília tvorila bariéru aj pre škodcov.

Schopnosť samoopelenia pri druhu *C. laevigata* (GRP 7,41; SAM 0,00) sme nezaznamenali. Kvety chránené pred opelovačmi netkanou textíliou počas obdobia 4 rokov neplodili. Podobne to bolo aj pri krížencoch *Crataegus laevigata* × *calciphila*, aj keď jedince na lokalitách v Spišskej Magure (Landy a Velká Franková) vytvorili v rokoch 2006 a 2008 aj

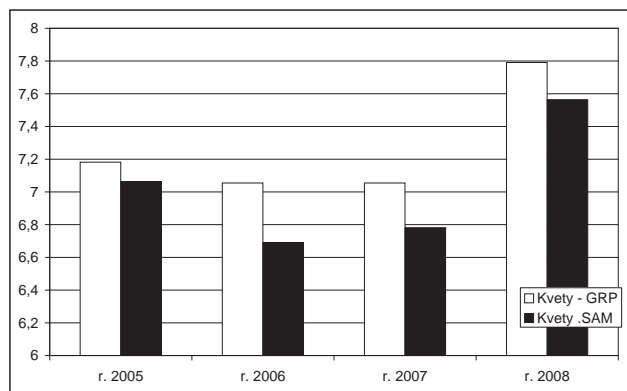
plody z izolovaných kvetov. Avšak SAM pri *C. laevigata* × *C. calciphila* bol minimálny, nakoľko nepresiahol 0,5 %.

Generatívny reprodukčný potenciál sme pre *C. laevigata* a *C. laevigata* × *C. calciphila* stanovili ako slabý až veľmi slabý. Rovnako uvedené taxóny hodnotil aj Vereschák (2003), ktorý pre oba stanovil diametrálne odlišné hodnoty GRP za sledované obdobie rokov 1999–2002. Pre *C. laevigata* to bolo 29,6 % a pri *C. laevigata* × *C. calciphila* až 36,8 %. Pri našom sledovaní, GRP za sledované obdobie 4 rokov (tab. 2) bol 7,41 % pri *C. laevigata* a 6,06 % pri *C. laevigata* × *C. calciphila*.

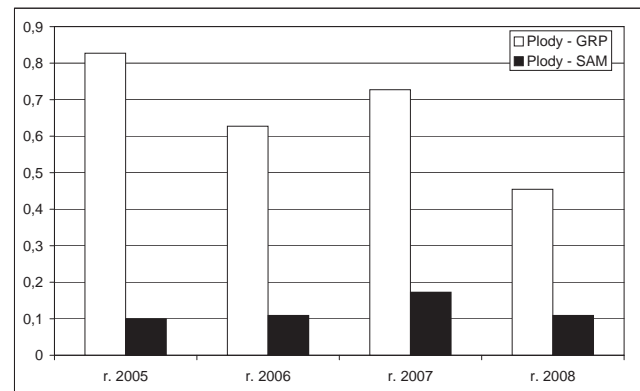
Porovnateľný GRP s GRP udávaným vyššie citovaným autorom bol len pri druhu hybridogénneho pôvodu *C. × ubrovae* s GRP 19,72 %, čo je len o 4,28 % menej ako stanovil Vereschák (2003).

Autogamia u nami analyzovaných viacsemenných druhov hlohov sa vyskytuje len zriedkavo. Krížence *C. laevigata* × *C. calciphila* ako sme už uviedli vytvárali plody samoopelením len v minimálnej miere. Rovnako sa samoopelenie ako mechanizmus generatívneho rozmnožovania prejavuje aj pri *C. × intermixta*. GRP pre SAM pri tomto taxóne bol len 1,08 %. Oproti tomu sa v o niečo väčšej miere vyskytovala tvorba plodov týmto spôsobom pri *Crataegus palmstruchii* × *C. monogyna* a *C. × ubrovae*. GRP pre SAM pri prvom krížencovi bol 7,95 %, pri nothotaxone *Crataegus × ubrovae* 2,74 %.

Úroveň samoopelenia závisí od ekologických podmienok prostredia a druhu opelovačov, ktoré navštívia jednotlivé kvety (Lloyd, 1992; Lloyd et Schoen, 1992).



Graf 3 Priemerný počet vytvorených kvetov viacsemenných taxónov



Graf 4 Priemerný počet vytvorených plodov viacsemenných taxónov

Tab. 2 GRP viacsemenných taxónov rodu *Crataegus* L.

Taxón	PKS na jedinca		PPS na jedinca		GRP (P/K x 100) [%]	
	x pre GRP	x pre SAM	x pre GRP	x pre SAM	GRP	SAM
<i>C. laevigata</i>	5,40	5,40	0,40	0,00	7,41	0,00
<i>C. × intermixta</i>	10,00	9,30	0,90	0,10	9,00	1,08
<i>C. × ubrovae</i>	7,10	7,30	1,40	0,20	19,72	2,74
<i>C. palmstruchii</i> × <i>C. monogyna</i>	8,80	8,80	0,90	0,70	10,23	7,95
<i>C. laevigata</i> × <i>C. calciphila</i>	6,60	6,40	0,40	0,02	6,06	0,31

ZÁVER

Experimentálne štúdium reprodukčnej biológie aj menej známych jedno- a viacsenných taxónov rodu *Crataegus* L. využitím metódy self-pollination *in situ*. Efektívny generatívny reprodukčný potenciál jednosenných druhov sme zistili pre *C. dunensis* (28,28), *C. fallacina* (18,88) a *C. monogyna* (17,84). Zároveň sme zistili, že kým pri *C. dunensis*, *C. fallacina* a *C. curvisepala* je tvorba plodov samoopelením bežná (cca 1:1), pri *C. monogyna* je v našich podmienkach veľmi nízka (GRP 17,84; SAM 5,09). Pri viacsenných taxónoch (okruh *C. laevigata* agg.) sme zistili počas sledovaného obdobia nízky GRP s výnimkou pre *C. × uhrovae* (19,72). Druh *C. laevigata* v našich podmienkach plody samoopelením nevytvára. Rovnako tento spôsob rozmnožovania je zriedkavý aj pri ostatných analyzovaných taxónoch tejto skupiny.

PodĎakovanie

Táto práca vznikla s podporou projektu MŠ SR VEGA č. 1/0672/08.

LITERATÚRA

- Baranec, T. (1986): Biosystematické štúdium rodu *Crataegus* L. na Slovensku. VEDA, Bratislava, s. 118.
- Baranec, T. (1996): Monitoring reprodukčného procesu niektorých ohrozených druhov drevín čeľade *Rosaceae* L. v Trávnici. Rosalia, č. 11, s. 55–64.
- Baranec, T. (1997) [ed.]: Experimentálne štúdium biológie ohrozených druhov rastlín z aspektu ochrany ich genofondu. Záverečná správa projektu VEGA č. 1131/94, VŠP Nitra, 66 s.
- Briggs, D., Walters, S. M. (1973): Premennivosť a vývoj rastlín. SPN, Bratislava, s. 130–131.
- Eliáš, P. jun. (2004): Populačná a reprodukčná biológia vybraných ohrozených druhov flóry Slovenska. (Msc.) Dizertačná práca. [Depon. In Knížnica SPU v Nitre]. Nitra, 114 s.
- Futák, J. et al. (1966): Fytogeografické členenie Slovenska. In Futák, J. [ed]: Flóra Slovenska I, VEDA SAV, Bratislava, s. 533–588.
- Gutián, J., Fuentes, M. (1992): Reproductive biology of *Crataegus monogyna* in northwestern Spain. Acta Oecologica, vol. 13, no. 1, p. 3–11.
- Gyan, K. Y., Woodell, S. R. J. (1987): Flowering phenology, flower colour and mode of reproduction of *Prunus spinosa* L. (Blackthorn); *Crataegus monogyna* Jacq. (Hawthorn); *Rosa canina* L. (Dog rose); and *Rubus fruticosus* L. (Bramble) in Oxfordshire, England. Funct. Ecol., no. 1, p. 261–268.
- Harper, J. L. (1977): Population Biology of plants. Acad. Press, London, p. 892.

- Chacoff, P. N., García, D., Obeso, R. J. (2008): Effects of pollen quality and quantity on pollen limitation in *Crataegus monogyna* (*Rosaceae*) in NW Spain. Flora, vol. 203, no. 6, p. 499–507.
- Jordano, P. (1984): Relaciones entre plantas y aves frugívoras en el matorral mediterráneo del área de Dodona. Ph. D. Thesis, Univ. Sevilla.
- Lloyd, D. (1992): Self- and cross-fertilization in plants, II. The selection of self-fertilization. Int. J. Plant Sci., vol. 153, p. 370–380.
- Lloyd, D., Schoen, D. (1992): Self- and cross-fertilization in plants, I. Functional dimensions. Int. J. Plant Sci., vol. 153, p. 358–369.
- Obeso, J. R. (1985): Comunidades de Passeriformes y frugivorismo en altitudes medias de la Sierra de Cazorla. Ph. D. Thesis. Univ. Oviedo.
- Sorensen, A. E. (1981): Interactions between birds and fruits in a British woodland. Oecologia, vol. 50, p. 242–249.
- Vereščák, M. (2003): Diverzita rodu *Crataegus* L. v rôznych ekologických podmienkach Slovenska. Dizertačná práca. (Msc.) [Depon. In Knížnica SPU v Nitre]. Nitra, 125 s.

Rukopis doručen: 15. 3. 2010

Přijat po recenzii: 29. 6. 2010

POTENCIÁLNA TVORBA PLODOV A SEMIEN TAXÓNOV RODU *CRATAEGUS* L. Z ASPEKTU TAXONOMICKEJ PRAXE

POTENTIAL FRUIT AND SEED FORMATION IN THE TAXA OF THE GENUS *CRATAEGUS* L. FROM ASPECT OF TAXONOMICAL PRACTICE

Vladimír Klíč¹, Vladimíra Kunštárová¹, Tibor Baranec²

¹Správa Pieninského národného parku, ŠOP SR, 059 06 Červený Kláštor 73, Slovenská Republika, vladimir.klc@soprs.sk, vladimira.kunstarova@soprs.sk

²Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Katedra botaniky, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tibor.baranec@uniag.sk

Abstrakt

Determinácia taxónov rodu *Crataegus* L. v podstatnej miere využíva diakritický znak počtu pyrén v plodoch, resp. počet čneliek v kvetoch. Počet vytvorených pyrén pri jednosemenných a viacsemenných taxónoch rodu *Crataegus* (hloh) boli skúmané v troch fyto geografických okresoch východného Slovenska. V priebehu rokov 2005–2008 v mesiacoch september–október sa vyhodnocovala vyvinutosť semien v pyrenáriach. Napriek tomu, že *Crataegus monogyna* patrí medzi jednosemenné taxóny, zistili sme, že vytvára aj plody dvojsmenné v rozmedzí 2–5 %. Jednosemenné druhy so 100% vyvinutosťou semien boli *C. kyrtostyla* a *C. ovalis*. Najväčšiu abortivitu semien vykazoval *C. dunensis* (63 %). Z dvojsmenných plodov *C. laevigata* len 16 % plodov vytvorilo semená v oboch pyrénach a 57,5 % plodov malo jednu pyrénu sterilnú. Pri trojsmenných plodoch *C. laevigata* a kríženca *C. laevigata* × *C. calciphila* nebol zaznamenaný prípad vytvorenia embryá vo všetkých troch pyrénach.

Kľúčové slová: *Crataegus* taxóny, sterilita plodov, generatívna reprodukcia, Slovensko

Abstract

The number of pyrenes in fruits or number of stylus in flowers are important morphological features for taxonomical determination in the genus hawthorn (*Crataegus* L.). The number of pyrenes in fruits of oneseed and overoneseeds taxa of the genus *Crataegus* on the territory of three phyto geographical districts in Eastern Slovakia was studied from 2005 to 2008 years from September to October. The *Crataegus monogyna* as oneseed species of hawthorn produced 2–5% two seeds in fruits. One seed in fruits produced *C. kyrtostyla* and *C. ovalis*, only. The *C. dunensis* produced 63% aborted seeds in fruits, in opposite the fruits of *C. laevigata* show 16 % occurrence of seeds in both pyrenes, and 57,5% of fruits produced one aborted seed. The fruits with three pyrenes of *C. laevigata* and hybrid *C. laevigata* × *C. calciphila* has never been produced developed seeds in each pyrenes.

Key words: *Crataegus* taxa, sterility of fruits, generative reproduction, Slovakia

ÚVOD

Niektoré druhy drevín vykazujú značnú stagnáciu lokálnych populácií (Baranec, 1990). Dreviny ako viacročné organizmy sú vystavené desaťročia kontinuálnemu negatívnemu vplyvu prostredia, čo vedie k zníženiu vitality jedincov a často aj narušeniu reprodukčného procesu.

Hustota populácií, pomer pohlaví a priestorová štruktúra jedincov v populáciách výrazne ovplyvňujú tvorbu generatívnych orgánov, priebeh opelenia a tvorbu diaspór, podobne sa často uvádza negatívny vplyv mikroklimatických faktorov na sexuálnu reprodukciu ohrozených druhov drevín (Ďurišová, 1999).

Generatívna reprodukcia druhov predstavuje všeobecne najdôležitejší evolučný mechanizmus. V dôsledku rýchlych a výrazných zmien ekologických podmienok, v ktorých jedince žijú, sú regeneračné a adaptačné mechanizmy často neúčinné (Baranec, 1997).

Detailné poznanie reprodukčného procesu umožňuje v mnohých prípadoch nielen objasniť biologickú charakteristiku

druhu, ale v konečnom dôsledku prispieva aj k ich aktívnej ochrane a prípadnej záchrane (Eliáš, 1995).

Cieľom práce bolo získať podrobnejšie údaje o reprodukcii vybraných taxónov, ktoré následne budú použité pri štúdiu na mikroskopickú úroveň, pri štúdiu stratifikácie s využitím pri šľachtiteľstve, ovocinárstve a pod.

MATERIÁL A METÓDY

V rokoch 2002–2005 sme uskutočnili výber lokalít (7 lokalít – Pieniny, 8 lokalít – Spišská Magura, 7 lokalít – Čierna Hora) na základe mapovania výskytu taxónov. Lokality sme vyberali tak, aby spolu predstavovali čo najširší súbor taxónov skúmaného rodu a tiež variabilitu ekologických podmienok skúmaného územia. V rokoch 2005–2008 sme na týchto lokalitách (tab. 1) skúmali variabilitu jednotlivých taxónov a ich reprodukčnú schopnosť.

Pri štúdiu reprodukčnej biológie skúmaného rodu využíva-

Tab. 1 Prehľad skúmaných lokalít s výskytom taxónov rodu *Crataegus* L.

Pieniny (<i>Eucarpaticum</i>)	Lokalita č. 1	Červený Kláštor – Uhliská
	Lokalita č. 2	Lesnica – Janošikova dedina 1
	Lokalita č. 3	Lesnica – Janošikova dedina 2
	Lokalita č. 4	Spišská Stará Ves – Bugľa
	Lokalita č. 5	Spišská Stará Ves – Poľnohospodársky dvor
	Lokalita č. 6	Spišská Stará Ves – Tridsiatok
	Lokalita č. 7	Veľký Lipník – Rovne
Spišská Magura (<i>Beschidicum orientale</i>)	Lokalita č. 8	Havka – Vyšná Havka 1
	Lokalita č. 9	Havka – Vyšná Havka 2
	Lokalita č. 10	Reľov – Trešňová
	Lokalita č. 11	Spišská Magura – Landy
	Lokalita č. 12	Spišská Magura – Pálenica
	Lokalita č. 13	Veľká Franková „Rázc.“ – VF1
	Lokalita č. 14	Veľká Franková nad kasárňou – VF3
	Lokalita č. 15	Veľká Franková oproti Poľnohospodárskemu dvoru – VF2
Čierna Hora (<i>Praecarpaticum</i>)	Lokalita č. 16	Malá Vieska – Kopec
	Lokalita č. 17	Košice – Podhradová
	Lokalita č. 18	Kysak – Rusinková
	Lokalita č. 19	Kysak – Výmeník
	Lokalita č. 20	Malá Vieska – Poľnohospodársky dvor
	Lokalita č. 21	Ružín – Zastávka
	Lokalita č. 22	Ružín – Sivecké lúky

me špecifické metodické postupy (Baranec, 1996, 1997). Sledovali sme počet semien v plodoch s náhodne odobratými 30 plodmi z každého jedinca, každej skúmanej populácie; prestrihnutím každej pyreny sme zisťovali vyvinutosť alebo nevyvinutosť semena.

Na určenie taxónov uvedených v nasledujúcej časti tohto príspevku (tab. 2, graf 2) sme použili monografiu rodu *Crataegus* L. (Baranec, 1986).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vyvinutosť pyrén a embryí v plodoch jednosemenných taxónov

Počet pyrén (kôstočiek) v plode patrí medzi najdôležitejšie morfológické ukazovatele v taxonómii rodu *Crataegus* L. a na základe hodnôt tohto znaku rod *Crataegus* L. bol rozdelený do troch agregátnych druhov, *Crataegus laevigata* agg., *Crataegus monogyna* agg., *Crataegus curvisepala* agg. Viacsemenné druhy hlohov zahŕňa *C. laevigata* agg. (Baranec, 1986).

Rozborom plodov jednosemenných druhov (tab. 2) sme zistili variabilitu aj v oblasti tvorby semien. V rámci analyzovaných taxónov môžeme za 100% jednosemenné považovať len niektoré druhy ako *C. ovalis* a *C. kyrtostyla*. Obidva druhy patria do skupiny *C. curvisepala* agg. Pri ďalších druhoch z tejto skupiny *C. curvisepala*, *C. dunensis* a *C. fallacina* sme zistili aj malé percento plodov s obsahom dvoch pyrén. Analýzou plo-

dov *C. monogyna* sme opakovane potvrdili (Klč, 2002; Vereščák, 2003), že tento druh s prívlastkom jednosemenný pravidelne vytvára dve pyreny v 2–5 %.

Slavíková (1986) za príčinu rôzneho počtu semien považuje prirodzenú variabilitu alebo aj imisnú záťaž prostredia. Je známe, že vplyvom imisií sa znižuje hmotnosť semien, semená majú malé množstvo endospermu, radikula embrya sa nevyvíja, vytvára sa veľké množstvo „prázdnych“ semien. Dominantný vplyv na tvorbu a dozrievanie plodov a semien považuje klimatické faktory – dostatok zrážok zabraňuje predčasnemu opadu plodov a priemerná teplota zabezpečuje nerušenú tvorbu asimilátov, ktoré sa asimilujú v plodoch.

Sterilné semená sme nezistili pri taxónoch *C. ovalis*, *C. curvisepala* × *C. lindmanii*, *C. lindmanii* × *C. curvisepala* a len 1 % sterilných semien pri *C. monogyna* (graf 1). Najvyššiu sterilitu plodov (pyreny bez vyvinutých semien) sme zaznamenali pri druhu *C. dunensis* 63 % a krížencovi *Crataegus plagiosepala* × *C. monogyna*.

Sterilitu plodov pri druhu *Amygdalus nana* sledovala Krchňavá (2004), ktorá na základe mikroskopických pozorovaní zistila, že k redukcii tvorby generatívnych diaspór dochádza aj vplyvom vnútorných faktorov, ako je geneticky podmienená degenerácia jedného z vajíčok a nižšia tvorba životaschopného peľu.

Embryá musia byť zásobované asimilátmi, aby sa vytvorili plnohodnotné vitálne a klíčivé semená. V tomto štádiu môžu

Tab. 2 Tvorba pyrén pri jednosemenných taxónoch

Taxón	Jedna pyrén	Dve pyrény
<i>C. curvisepala</i> Lindman	99	1
<i>C. dunensis</i> Cinovskis	98	2
<i>C. fallacina</i> Klokov	99	1
<i>C. kyrtostyla</i> Fingerh.	100	0
<i>C. monogyna</i> Jacq.	98	2
<i>C. ovalis</i> Kit.	100	0
<i>C. plagiosepala</i> Pojarkova	98	2
<i>C. curvisepala</i> × <i>C. lindmanii</i>	98	2
<i>C. curvisepala</i> × <i>C. ovalis</i>	99	1
<i>C. lindmanii</i> × <i>C. curvisepala</i>	100	0
<i>C. monogyna</i> × <i>C. dunensis</i>	97	3
<i>C. plagiosepala</i> × <i>C. monogyna</i>	100	0

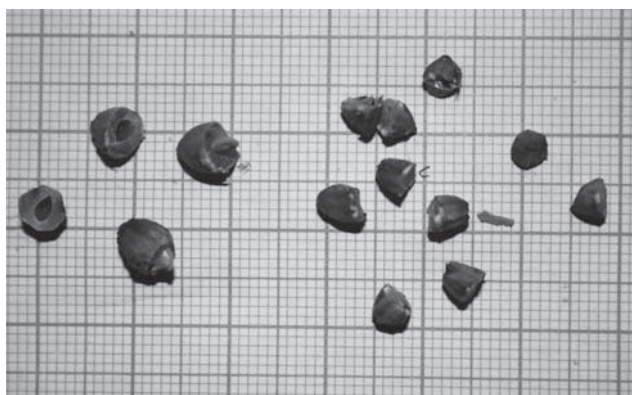
opäť negatívne poznamenať úspešnosť reprodukcie škodcovia a hubové choroby (Štrba, 2005).

Tvorba pyren u viacsenných taxónov rodu *Crataegus* L.

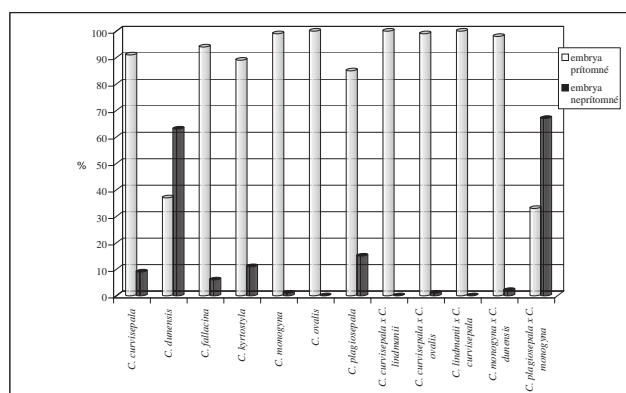
Percentuálne zastúpenie počtu pyren v plodoch analyzovaných zástupcov rodu *Crataegus* L. Počet semien bol stanovený a v zásade potvrdzuje charakteristiky pre jednotlivé druhy. Často je počet pyren v plode konštantný, v závislosti od konkrétneho druhu.

V niektorých prípadoch pyreny počas vývoja degenerujú a teda ich výsledný počet je nižší než počet tesne po oplodnení. Toto platí pri krížencoch aj pri hybridných druhoch ako sú *C. × uhrovae* a *C. × intermixta* (graf 2). Dvojsenné plody pri týchto dvoch druhoch sa vyskytli max. v 44 %. Ostatné analyzované plody obsahovali len jednu pyrenu. Trojsenné plody sa vyskytujú pri poddruhu *Crataegus laevigata* subsp. *vulgaris*.

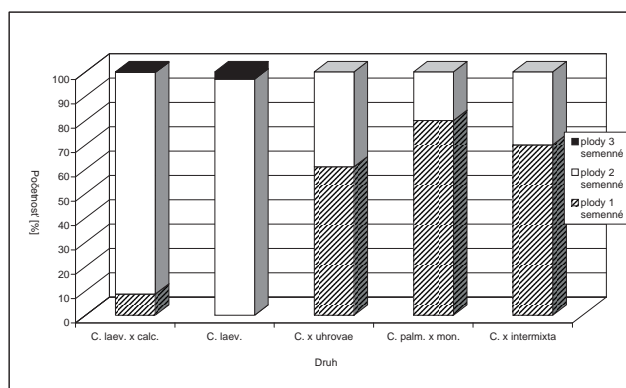
Pri analýze dvojsenných plodov druhu *C. laevigata* (graf 3) sme zistili, že len 16 % plodov vytvorilo embrya u oboch pyren. 26,5 % plodov nevytvorilo embryá v dvoch pyrenách vôbec. Najviac plodov 57,5 % malo jednu pyrenu sterilnú a jednu fertílную pyrenu.



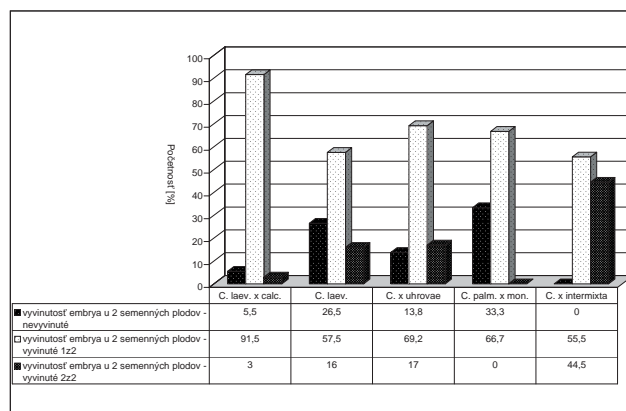
Obr. 1 Sterilné a fertílne pyreny druhu *C. monogyna*



Graf 1 Vyvinutosť semien v plodoch jednosemenných taxónov



Graf 2 Počet pyren pri viacsenných taxónoch



Graf 3 Vyvinutosť semien v dvojsenných plodoch u viacsenných taxónov rodu *Crataegus* L.

Tvorba embrií v jednosemenných plodoch analyzovaných taxónov sa prejavuje viac menej bez problémov, samozrejme pokiaľ neberieme do úvahy jedince vystavené extrémnym vplyvom či už biotickým alebo abiotickým. Vyplýva to z generatívnych reprodukčných vlastností jedného z rodičov, ktorými boli jednosemenné druhy *C. monogyna*, *C. curvisepala*. U *C. × intermixta* sa v jednosemenných plodoch sterilné pyreny nevyskytovali. Pri *C. laevigata* × *calciphila* a *C. palmstruchii* × *monogyna* tvorilo embrya 95 % jednosemenných plodov. Len o niečo menej vytvorených embrií v takýchto plodoch mal *C. × uhrovae* (91,8 %). Pri trojsenných plodoch, kto-

ré vytvárali *C. laevigata* a *C. laevigata* × *C. calciphila*, sme ani raz nezaznamenali prípad, kedy by boli vytvorené embryá vo všetkých troch pyrenach. Rovnako sa však nevyskytovali plody úplne sterilné.

Kríženec *C. laevigata* × *C. calciphila* vytváral vždy len jednu fertílňú pyrénu v trojsemennom plode. Druh *C. laevigata* vytvoril v 66,7 % jednu fertílňú pyrénu a v 33,3 % dve fertílňé pyreny.

ZÁVER

Pri štúdiu reprodukčnej biológie vybraných taxónov rodu *Crataegus* L. sa analýzou plodov zistilo, že aj jedince jedno-semenných taxónov za určitých podmienok, či už sporadicky alebo pravidelne vytvárajú plody s dvomi pyrenami. Pre *C. laevigata*, ktorý pravidelne vytvára 2–3 semenné plody, sme degeneráciu pyren nezaznamenali. Zistili sme, že len 16 % plodov ma vyvinuté semená v oboch pyrenach. Podobne aj plody s 3 pyrenami netvorí semená vo všetkých troch pyrenach. Zaujímavá je sterilita pyren pri taxónoch *C. dunensis*, *C. plagiosepala* a *C. plagiosepala* × *C. monogyna*. Príčina sterility môže byť rôzna od genetických vlastností jedincov, cez autogamiu až po environmentálnu záťaž prostredia. Táto problematika si vyžaduje ďalšie štúdium vybraných taxónov aj na embryologickej úrovni.

Podákovanie

Táto práca vznikla s podporou projektu MŠ SR VEGA č. 1/0672/08.

LITERATÚRA

- Baranec, T. (1986): Biosystematické štúdium rodu *Crataegus* L. na Slovensku. VEDA, Bratislava, s. 118.
- Baranec, T. (1996): Monitoring reprodukčného procesu niektorých ohrozených druhov drevín čeľade *Rosaceae* L. v Trábi. Rosalia, 11, s. 55–64.
- Baranec, T. (1997) [ed.]: Experimentálne štúdium biológie ohrozených druhov rastlín z aspektu ochrany ich genofondu. Záverečná správa projektu VEGA č. 1131/94, VŠP Nitra, 66 s.
- Đurišová, L. (1999): Štúdium reprodukčného procesu ohrozených druhov *Ericaceae* a *Vaccinaceae*. (Msc.) [Depon. In Knižnica SPU v Nitre], 129 s.
- Eliáš, P. (1995): Biodiverzita – predstava a jej uplatnenie. In Diverzita rastlínstva Slovenska. Zborník zo VI. zjazdu SBS, Nitra, s. 13–23.
- Klč, V. (2002): Chorológia a populačná biológia rodu *Crataegus* L. na území Čiernej Hory. (Slovenské Rudohorie). (Msc.) Dipl. práca. [Depon. In Knižnica SPU v Nitre], 92 s.
- Krchňavá, R. (2004): Vplyv biotických faktorov na

reprodukčný proces druhu *Amygdalus nana* L. (mandľá nížka). In X. medzinárodná vedecká konferencia študentov a doktorandov: zborník abstraktov, Nitra, SPU, s. 70–72.

Slavíková, J. (1986): Ekologie rostlin. Praha, SPN, 386 s.

Štrba, P. (2005): Populačná biológia ohrozených druhov *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng. (medvedica lekárska) a *Arctous alpina* (L.) Nied. (medvedík alpínsky) v Západných Karpatoch. (Msc.) Dizertačná práca. [Depon. In Knižnica SPU v Nitre], Nitra, 145 s.

Verešák, M. (2003): Diverzita rodu *Crataegus* L. v rôznych ekologických podmienkach Slovenska. Dizertačná práca. (Msc.) [Depon. In Knižnica SPU v Nitre], Nitra, 125 s.

Rukopis doručen: 15. 3. 2010

Přijat po recenzii: 30. 3. 2010

OBSAH SILICE A FENOLICKÝCH LÁTEK V OKRASNÝCH TAXONECH *MENTHA* L.

CONTENT OF ESSENTIAL OIL AND PHENOLIC COMPOUNDS OF ORNAMENTAL *MENTHA* L. TAXONS

Jarmila Neugebauerová, Jindřiška Vábková

Mendelova univerzita v Brně, Zahradnická fakulta, Ústav zelinářství a květinářství, Valtická 337, 691 44 Lednice, neugebj@zf.mendelu.cz, xvabkova@node.mendelu.cz

Abstrakt

Celkem 13 druhů máty (*Mentha* L.) a poleje (*Pulegium* Mill.) bylo hodnoceno z hlediska obsahu silice a fenolických látek. Pro hodnocení byla použita usušená nať, sklizená v období plného kvetení. Stanovení obsahu silice bylo provedeno podle metodiky uvedené v Českém lékopise 2002 (ČL, 2002), bez použití xylenu. Nejnižší obsah silice byl zjištěn v *Mentha aquatica* (5,37 ml.kg⁻¹) a nejvyšší obsah silice v *Mentha × piperita* (10,85 ml.kg⁻¹). Celkový obsah fenolických látek (TPC) byl stanoven spektrofotometricky pomocí Folin-Ciocalteuova činidla jako ekvivalent kyseliny gallové (GAE). Nejnižší obsah fenolických látek byl zjištěn v *Mentha × piperita* 'Krasnodarskaja' (2,39 g GAE.100g⁻¹) a nejvyšší obsah silice v *Mentha × piperita* var. *piperita* 'Agnes' (5,32 g GAE.100g⁻¹).

Klíčová slova: *Mentha* L., máta, okrasné odrůdy, silice, celkový obsah fenolických látek, TPC

Abstract

Thirteen sorts of mint (*Mentha* L.) and pennyroyal (*Pulegium* Mill.) were evaluated for the content of essential oil and phenolic compounds. The material used for evaluation was dried aerial part harvested in flowering stage. The amount of the essential oil was determined by hydro distillation according to Czech Pharmacopoeia 2002 without xylene. The lowest content was found in *Pulegium vulgare* (5.37 ml.kg⁻¹) and the highest content was in *Mentha × piperita* (10.85 ml.kg⁻¹). The total phenolic content (TPC) was determined by a spectrophotometric method using the Folin-Ciocalteu reagent. Gallic acid was used as standard, absorbance was read at 765 nm. Results were expressed as g of Gallic acid equivalents (GAE) per 100 g of dried weight. The lowest content was found in *Mentha × piperita* 'Krasnodarskaja' (2.39 g GAE.100g⁻¹) and the highest content in *Mentha × piperita* var. *piperita* 'Agnes' (5.32 g GAE.100g⁻¹).

Key words: *Mentha* L., mint, ornamental cultivars, essentials oil, total phenolic content, TPC

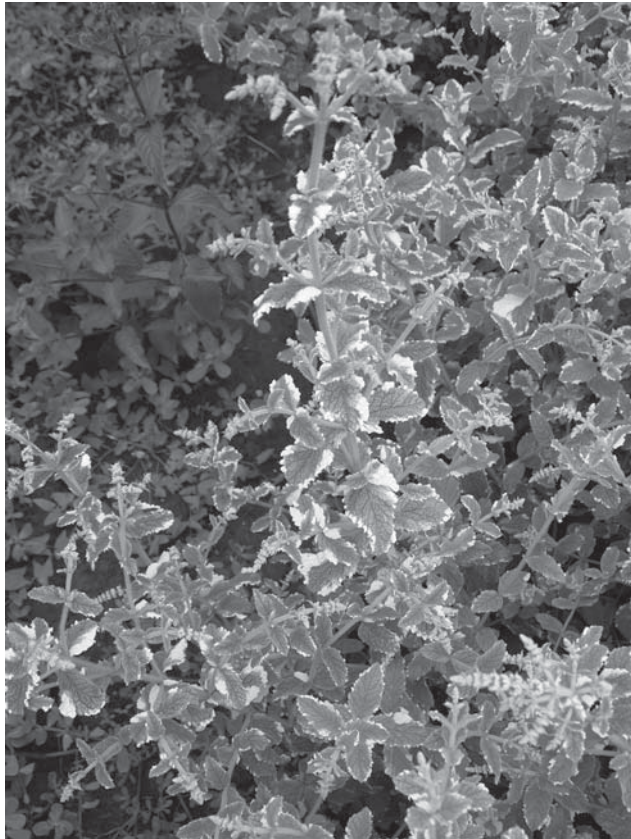
ÚVOD

Rod *Mentha* L. zahrnuje asi 25 druhů. Hospodářský význam mají především druhy *Mentha × piperita* a *Mentha arvensis*, jež jsou nezastupitelnou surovinou pro farmaceutický průmysl. V Českém lékopise 2002 jsou uvedeny oficiální drogy *Menthae piperitae herba* – nať máty peprné a *Menthae piperitae folium* – list máty peprné. Ty mají spasmolytické, karminativní a cholagogní účinky (Tomko, 1999). *Menthae piperitae etheroleum* – silice máty peprné působí jako chuťové a vonné korigens, spasmolytikum, baktericidum, fungicidum, zevně se používá při myalgii a neuralgii (Mimica-Dukic et al., 2008). Účinnost naťové a listové drogy nelze porovnávat s účinky silice nebo čistého mentolu, protože v droze spolupůsobí třísloviny, flavonoidy a další obsahové látky (Tomko, 1999). Flavonoidy patří mezi fenolické látky s významným antioxidačním účinkem. Extrakty máty vykazují antivirové a hepatoprotektivní účinky (Mimica-Dukic et al., 2008). V potravinářství se zpracovává především *Mentha arvensis*, *Mentha spicata* a *Mentha × piperita*. Mátová silice (Peppermint Oil) se používá při výrobě likérů, sirupů a cukrovinek (Bruneton, 1999).

Pro okrasné zahradnictví jsou atraktivní pestrolisté odrůdy

Mentha suaveolens 'Variegata' (obr. 1) a *Mentha × piperita* 'Variegata', *Mentha longifolia* (obr. 2) je i rostlinou k řezu (Jelitto, 2001) a lze ji použít jako doplňkovou zeď ve floristice. Dalšími významnými odrůdami jsou *Mentha spicata* 'Marokko', 'Crispa', 'The Best', 'Emerald & Gold' aj. Na okraje záhonů jsou vhodné *Mentha suaveolens* 'Variegata' a *Mentha pulegium* (obr. 3).

Od roku 2003 jsou na Zahradnické fakultě v Lednici Mendelovy univerzity v Brně pěstovány okrasné druhy rodu *Mentha* L. V říjnu 2007 byly rostliny vegetativně přemnoženy a sortiment je průběžně rozšiřován, stávající sortiment je zastoupen osmnácti taxony (obr. 4). Používané označení je původní, podle údajů dodavatelů výchozího studijního materiálu (firmy Jelitto, Planta naturalis, Botanická zahrada hlavního města Prahy). Zařazení *Mentha pulegium* Mill. do samostatného rodu na základě odlišných morfologických znaků (Štěpánek, 1998) nebylo hodnocením molekulárních dat potvrzeno (Bunsawat et al., 2004). Kromě morfologických vlastností byl hodnocen celkový obsah fenolických látek a obsah silice v závislosti na druhu a termínu sklizně (Neugebauerová, Vábková, 2009). Podle platného lékopisu (ČL, 2002) by měla nať obsahovat minimálně 8 ml.kg⁻¹silice. Podle Stellové (2008) je obsah silice v kvetoucí nati *Mentha aquatica* 12,79 ml.kg⁻¹, *Pulegium*



Obr. 1 *Mentha suaveolens* 'Variegata'



Obr. 2 *Mentha longifolia*



Obr. 3 *Mentha pulegium*



Obr. 4 *Mentha* sortiment – celkový pohled

Tab. 1 Termíny sklizně vzorků *Mentha* L.

Taxon	Datum sklizně
<i>Mentha aquatica</i>	29. 7. 2008
<i>Mentha longifolia</i>	1. 7. 2008
<i>Mentha longifolia</i> 'Budleia'	1. 7. 2008
<i>Mentha spicata</i>	29. 7. 2008
<i>Mentha suaveolens</i> 'Variegata'	15. 7. 2008
<i>Mentha</i> × <i>piperita</i>	29. 7. 2008
<i>Mentha</i> × <i>piperita</i> 'Krasnodarskaja'	29. 7. 2008
<i>Mentha</i> × <i>piperita</i> var. <i>citrata</i> 'Lemon'	29. 7. 2008
<i>Mentha</i> × <i>piperita</i> var. <i>crispa</i>	29. 7. 2008
<i>Mentha</i> × <i>piperita</i> var. <i>piperita</i> 'Agnes'	29. 7. 2008
<i>Mentha</i> × <i>piperita</i> var. <i>piperita</i> 'Eau Cologne'	1. 7. 2008
<i>Mentha pulegium</i> 'Repens'	11. 7. 2008
<i>Pulegium vulgare</i>	11. 7. 2008

vulgare 8,00 ml.kg⁻¹, *Mentha* × *piperita* 15,76 ml.kg⁻¹, *Mentha suaveolens* 'Variegata' 9,50 ml.kg⁻¹. Tomko (1999) uvádí 0,5–4 % silice v nati *Mentha* × *piperita*, Bruneton (1999) 10–30 ml.kg⁻¹ silice, Pisulewska, Janeczko (2007) v *Mentha* × *piperita* var. *rubescens* 2,91 %, v *Mentha* × *piperita* var. *pallescens* 2,86 % silice.

Zheng a Wang (2001) prezentují výsledky stanovení celkového obsahu fenolických látek v čerstvých listech *Mentha* × *piperita* 2,26 (± 0,16) g GAE.100g⁻¹, v *Mentha aquatica* 2,26 (± 0,10) g GAE.100g⁻¹ a v *Mentha spicata* 0,94 (± 0,15) g GAE.100g⁻¹. V čerstvé nati *Mentha canadensis* byl stanoven celkový obsah fenolických látek 5,15 (± 0,025) g GAE.100g⁻¹ vztaženo na konstantní hmotnost (Shan et al., 2005).

MATERIÁL A METODIKA

Sortiment *Mentha* L. je založen na pokusných pozemcích ZF Mendelovy univerzity v Lednici na Moravě (nadmořská výška 164 m, průměrná roční teplota 9 °C).

V roce 2008 byla sklizena nadzemní část 13 taxonů, které jsou vedeny pod obchodním názvem dodávajících firem, rostliny byly sklizeny ve fázi plného kvetení v termínu od 1. 7. do 29. 7. 2008, (tab. 1.).

Rostliny byly sušeny zavěšené ve svazcích v temné a vzdušné místnosti a následně skladovány v papírových obalech v temnu při laboratorní teplotě. Doba skladování se pohybovala v rozmezí 252–333 dnů v závislosti na termínu sklizně. Před stanovením silice byly vzorky pomlety na laboratorním mlýnku tak, aby částice prošly sítím s velikostí ok 2,0 mm. Destilace byla provedena podle ČL 2002 bez použití xylenu. Množství vydestilované silice bylo přepočítáno na konstantní hmotnost a vyjádřeno v ml na 1 kg.

Celkový obsah fenolických látek (TPC) byl stanoven spektrofotometricky pomocí Folinova-Ciocalteuova činidla. Jako standard byla použita kyselina gallová. Doba skladování vzorků určených pro stanovení TPC se pohybovala v rozme-

zí 198–226 dnů v závislosti na termínu sklizně. Z upraveného vzorku byly odebrány 2 g a extrahovány 75% metanolem po dobu 24 hod., macerát byl přefiltrován přes filtrační papír KA 1 do 50ml baňky a doplněn po rysku 75% metanolem. Z filtrátu bylo odebráno 0,5 ml do 50ml odměrné baňky, ve které bylo 9,0 ml destilované vody, a poté byl přidán 1,0 ml Folinova-Ciocalteuova činidla. Po 5 minutách bylo přidáno 10,0 ml 7% Na₂CO₃ a doplněno po rysku destilovanou vodou. Takto připravený vzorek byl ponechán 90 minut při laboratorní teplotě. Absorbance paralelních vzorků byla měřena při vlnové délce 765 nm. Zjištěné hodnoty byly přepočteny na 100g sušené hmoty a vyjádřeny v gramech ekvivalentu kyseliny gallové (GAE) a dále přepočítány na konstantní hmotnost.

Pro statistické vyhodnocení byl aplikován test homogenity, analýza rozptylu a Tukeyův HSD test v programu Statistika CZ verze 8.

VÝSLEDKY

Nejnižší množství silice bylo stanoveno v usušené nadzemní části (nať) *Pulegium vulgare* (5,37 ml.kg⁻¹), nejvyšší v *Mentha* × *piperita* (10,85 ml.kg⁻¹). Podle Českého lékopisu je minimální množství silice v *Menthae piperitae herba* 8 ml.kg⁻¹. Při hodnocení obsahu silice byl zjištěn statisticky průkazně vyšší obsah v případě *Mentha* × *piperita* v porovnání s *Mentha aquatica*, *Mentha spicata*, *Mentha suaveolens* 'Variegata', *Mentha* × *piperita* var. *piperita* 'Eau Cologne', *Mentha pulegium* 'Repens' a *Pulegium vulgare*. Z grafického vyjádření je zřejmá nejvyšší variabilita zjištěných hodnot v případě *Mentha longifolia* a *Mentha* × *piperita*, nejnižší variabilitu vykazuje druh *Mentha* × *piperita* var. *citrata* 'Lemon' (obr. 5).

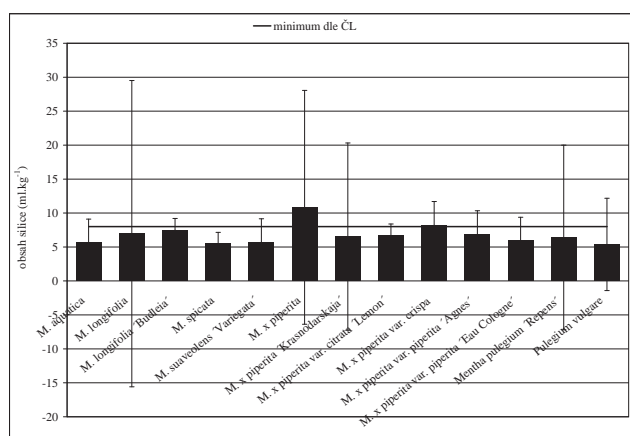
Nejnižší obsah celkových fenolických látek byl zjištěn v *Mentha* × *piperita* 'Krasnodarskaja' (2,39 g GAE.100g⁻¹), nejvyšší množství TPC v *Mentha* × *piperita* var. *piperita* 'Agnes' (5,32 g GAE.100g⁻¹). Statisticky vysoce průkazný rozdíl byl shledán i mezi hodnotami TPC. Průkazně vyšší obsah TPC byl zjištěn u *Mentha* × *piperita*, *Mentha* × *piperita* var. *citrata* 'Lemon' a *Mentha* × *piperita* var. *piperita* 'Agnes' vzhledem k ostatním taxonům.



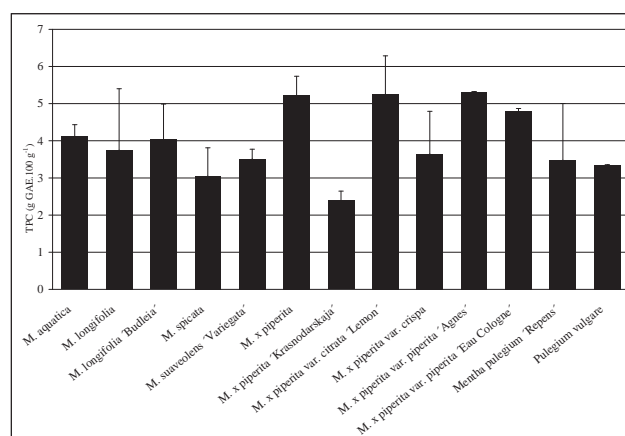
Obr. 5 *Mentha* × *piperita* var. *citrata* 'Lemon'

Tab. 2 Obsah silice a fenolických látek v *Mentha* L.

Taxon	Silice (ml.kg ⁻¹)	TPC (g GAE.100g ⁻¹)
<i>Mentha aquatica</i>	5,68±3,43	4,12±0,32
<i>Mentha longifolia</i>	6,97±22,55	3,75±1,65
<i>Mentha longifolia</i> 'Budleia'	7,50±1,72	4,04±0,95
<i>Mentha spicata</i>	5,51±1,65	3,05±0,76
<i>Mentha suaveolens</i> 'Variegata'	5,72±3,43	3,52±0,25
<i>Mentha</i> × <i>piperita</i>	10,85±17,22	5,23±0,51
<i>Mentha</i> × <i>piperita</i> 'Krasnodarskaja'	6,52±13,49	2,39±0,25
<i>Mentha</i> × <i>piperita</i> var. <i>citrata</i> 'Lemon'	6,66±1,42	5,27±1,02
<i>Mentha</i> × <i>piperita</i> var. <i>crispa</i>	8,20±3,49	3,65±1,14
<i>Mentha</i> × <i>piperita</i> var. <i>piperita</i> 'Agnes'	6,85±3,49	5,32±0,00
<i>Mentha</i> × <i>piperita</i> var. <i>piperita</i> 'Eau Cologne'	5,95±3,43	4,81±0,06
<i>Mentha pulegium</i> 'Repens'	6,41±13,60	3,48±1,52
<i>Pulegium vulgare</i>	5,37±6,80	3,35±0,00



Graf 1 Obsah silice ve 13 taxonech *Mentha* L.



Graf 2 Obsah TPC ve 13 taxonech *Mentha* L.

Zjištěné hodnoty jsou podrobně uvedené v tab. 2 a zobrazené v grafech 1 a 2.

DISKUSE A ZÁVĚR

Hodnoty obsahu silice v kvetoucí nati *Mentha* L. a *Pulegium* L. zjištěné Stellovou (2008) jsou ve většině případů podstatně vyšší než hodnoty zde uvedené. Rozdíly mohou být zapříčiněny termínem sklizně, konkrétním průběhem počasí v období vegetace, způsobem a dobou sušení a skladování drogy. Naopak, obsah silice v *Mentha* × *piperita* var. *rubescens* a *Mentha* × *piperita* var. *pallescens* zjištěné Pisulewskou a Janeczkiem (2007) jsou podstatně nižší. *Mentha* × *piperita*, která jako jediná může být použita jako matečná rostlina pro drogu *Menthae piperitae herba*, obsahovala množství silice vyšší než požadované ČL 2002, tj. 8 ml.kg⁻¹. Český lékopis hodnotí kvalitu drogy jen na úrovni druhu *Mentha* × *piperita*. Z dalších sledovaných taxonů obsahem silice vyhovuje *Mentha* × *piperita* var. *crispa*.

Rozdíly v hodnotách TPC *Mentha* × *piperita*, *Mentha aquati-*

ca a *Mentha spicata* uvedených v literatuře a zjištěných v usušené nati mohou být, kromě důvodů výše uvedených, způsobeny i odlišnou formou úpravy výchozího rostlinného materiálu. Ve sdělení Zhenga a Wanga, (2001) a Shana et al. (2005) chybí údaje o vývojové fázi sklizených rostlin. Podobný obsah fenolických látek jako *Mentha* × *piperita* byl zjištěn také v *Mentha* × *piperita* var. *citrata* 'Lemon' a *Mentha* × *piperita* var. *piperita* 'Agnes'.

Zjištěný obsah silice a fenolických látek v *Mentha* L. není důvodem pro použití těchto taxonů k farmaceutickým účelům, lze je však doporučit v malém množství jako zelené koření nebo čajovinu.

Objem silice je jedním z kritérií hodnocení kvality, avšak stanovení složek silice plynovou chromatografií (zastoupení mentolu, mentonu, pulegonu aj.) a stanovení vybraných fenolických látek kapalinovou chromatografií (kyselina rozmarýnová, apigenin, quercetin aj.) jsou nezbytné pro další studium, jehož výsledky budou použity i pro ověření správnosti označení jednotlivých taxonů.

LITERATURA

- Český lékopis 2002. Praha, Grada Publishing, 2002, ISBN 80-247-0464-1.
- Stellová, V. (2008): Obnova a hodnocení sortimentu rodu *Mentha* L. (máta). Diplomová práce ZF MZLU Lednice.
- Bruneton, J. (1999): Pharmacognosy, Phytochemistry Medicinal Plants. Paris, Lavoisier Publishing, ISBN 2-7430-0316-2.
- Bunsawat, J., Elliot N. E., Hertweck, K. L., Sproles, E., Lawrence, A. A. (2004): Phylogenetics of *Mentha* (*Lamiaceae*): Evidence from chloroplast DNA Sequence. Systematic Botany, vol. 29, no. 4, p. 959–964, ISSN 0363-6445.
- Jelitto, L., Schacht, W., Denkewitz, L. (2001): Hardy herbaceous perennials. Vol. II. Timber Press, Portland, Oregon, p. 610–612, ISBN 0-88192-159-9.
- Mimica-Dukic, N., Bozin, B. (2008): *Mentha* L. Species as Promising Sources of Bioactive Secondary Metabolites. Current Pharmaceutical Design, vol. 14, no. 29, p. 3141–3150, ISSN 1873-4286 1381-6128 J.
- Neugebauerová, J., Vábková, J. (2009): Obsah silice v okrasných druhích rodů *Mentha* L. a *Pulegium* L. Zahradnictví, č. 9, s. 22–24, ISSN 1213-7596.
- Shan, B., Yizhong, Z. C., Mei, S., Corke, H. (2005): Antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents. J. Agric. Food Chem., vol. 53, no. 23, p. 7749–7759, ISSN 1520-5118.
- Tomko, J. a kol. (1999): Farmakognózia. Martin, Osveta, ISBN 80-217-0083-1.
- Pisulewska, E., Janeczko, Z. (2007): Duality of essentials oils extracted from two peppermint varieties grown in Poland. In Habán, M., Otepka, P. [eds.] Book of Scientific Papers and Abstracts: 1st International Scientific Conference on Medicinal, Aromatic and Spice Plants, December 5–6, 2007, Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovak Republic, p. 199–200, ISBN 978-80-8069-973-4.
- Štěpánek, J. (1998): Máty (*Pulegium* a *Mentha*) v České republice I. Původní a zplaňující druhy. Zprávy České botanické společnosti, roč. 33, č. 1, s. 1–28, ISSN 0009-0662.
- Zheng, W., Wang, S. Y. (2001): Antioxidant Activity and Phenolic Compounds in Selected Herbs. J. Agric. Food Chem., vol. 49, no. 11, p. 5165–5170, ISSN 1520-5118.

Rukopis doručen: 25. 2. 2010

Přijat po recenzi: 8. 4. 2010

ZMĚNY NA VYBRANÝCH VODNÍCH TOCÍCH V POVODÍ ŘEKY JEVIŠOVKY OD DRUHÉ POLOVINY 18. STOLETÍ PO SOUČASNOST (1763–2006) NA ZÁKLADĚ STUDIA STARÝCH MAP

CHANGES OF SELECTED STREAMS IN THE JEVIŠOVKA RIVER BASIN FROM THE SECOND HALF OF THE 18TH CENTURY UNTIL THE PRESENT (1763–2006) BASED ON THE STUDY OF OLD MAPS

Zdeněk Chrudina

Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., oddělení ekologie krajiny, Lidická 25/27, 602 00 Brno, zdenek.chrudina@vukoz.cz

Abstrakt

V příspěvku byly vyhodnoceny hydrografické změny deseti vybraných vodních toků z povodí řeky Jevišovky. V rámci analýzy byly popsány nejvýznamnější úpravy a změny zachycené v šesti sadách starých map z let 1763–1783, 1836–1852, 1876–1880, 1952–1958, 1988–1995 a 2002–2006. U třech nejdelších toků byla provedena také numerická analýza změn délky hlavního toku, změn délky jeho vedlejších úseků a změn křivolakosti hlavního toku. Data pro analýzu byla získána v prostředí ArcGIS vektorizací nad mapovými podklady, u novějších mapových sad byla využita dostupná vektorová data. Na všech analyzovaných tocích byly zjištěny významné antropogenně podmíněné hydrografické změny, zejména na středních a dolních úsecích, z nichž některé byly provedeny již před rokem 1763. Na změnách vodních toků se podílely čtyři procesy: (1) zakládání a rušení vodních nádrží, (2) zánik vedlejších úseků toku, (3) změny pramenných úseků a polohy prameniště a (4) změny polohy zaústění toku. Napřimování původně zvlněných až meandrujících toků bylo jen nepatrné.

Klíčová slova: říční síť, hydrografické změny, staré mapy, prostředí GIS

Abstract

The paper brings assessment of hydrographic changes recorded on ten selected streams in the Jevišovka River catchment. Within the framework of analyses, the most significant modifications and changes are described, captured in six sets of old maps from years 1763–1783, 1836–1852, 1876–1880, 1952–1958, 1988–1995 and 2002–2006. An additional numerical analysis of changes in the mainstream length, length of its side channels and main stream sinuosity changes was carried out for the three longest streams. Data for the analysis were harvested through vectorization in ArcGIS environment over the map groundworks. More recent map sets were processed by using available vector data. All surveyed streams showed significant anthropogenically conditioned hydrographic changes, namely on middle and lower reaches, of which some originated from the period before year 1763. There are four types of processes that participated in the stream changes: (1) foundation and abandonment of water reservoirs, (2) extinction of side channels, (3) changes in the location of headwaters and spring area, and (4) changes in the location of estuary. Straightening of the originally curved and meandering streams was insignificant.

Key words: river network, hydrographic changes, old maps, GIS environment

ÚVOD

Změny v krajině se často projevují poměrně výrazně i na vodních tocích, neboť jejich nivy bývají zpravidla velmi dynamicky využívány. Studium stavu a změn říčních vodních toků či říční sítě by proto mělo být a také často bývá důležitým doplňkem každé analýzy změn a využití krajiny (např. Hooke, Redmond, 1992; Winterbottom, 2000; Waburton et al., 2002; Jones et al., 2003; Kusimi, 2008; Demek et al., 2008; Stäuble et al., 2008 aj.).

Využívání vodního toku a jeho nivy člověkem zpravidla vede k více či méně rozsáhlým úpravám jejich přirozeného stavu (např. Fortuné, 1988; Gilvear, Winterbottom, 1992; Mossa, McLean, 1997; Langhammer, 2003; Matoušková, 2004 aj.). K hlavním cílům úprav patří intenzifikace využití a ochrana před povodněmi. Tyto úpravy sice mohou mít ve své mírné a extenzivní podobě i kladný dopad na rozmanitost krajiny,

často však jde o rozsáhlé změny, které omezí rozmanitost říční krajiny a její původní víceúčelový potenciál. Třetím cílem úprav toku a jeho nivy proto v poslední době bývá i jejich revitalizace, obnova jejich poškozeného víceúčelového potenciálu (Just et al., 2005). Analýzy historického vývoje antropogenních změn na vodních tocích mohou být přínosné zejména pro takto zaměřené úpravy toku a jeho nivy.

K nejzřetelnějším důsledkům úprav vodních toků patří změny délky vodního toku (a to jak hlavního toku, tak i jeho vedlejších úseků) a napřímení koryta, neméně významnou roli může hrát i vznik a zánik vodních nádrží na toku. Základním zdrojem informací pro studium těchto procesů (zvláště jde-li o analýzy celých toků od pramene po ústí) jsou sady starých map (Hooke, Redmont, 1989b; Hauser et al., 2004; Zimová, 2005; Miškovský, Zimová, 2006; Kukla, 2007; Stäuble et al., 2008). Přestože jednotlivé mapové sady, zejména ty starší, ne-

jsou vždy zcela srovnatelné (pro rozdílné měřítko, zobrazení a/ nebo přístup mapovatele, příp. rozdílnou polohopisnou přesnost), mohou při vhodném způsobu zpracování poskytnout data postačující pro analýzu uvedených procesů.

Tento příspěvek je zaměřen na vybrané vodních toky v povodí řeky Jevišovky s cílem popsat a vyhodnotit jejich změny, zachycené v sadách starých map od 1. rakouského (Josefova) vojenského mapování z 2. poloviny 18. století po současnost.

METODIKA

Charakteristika zájmového území

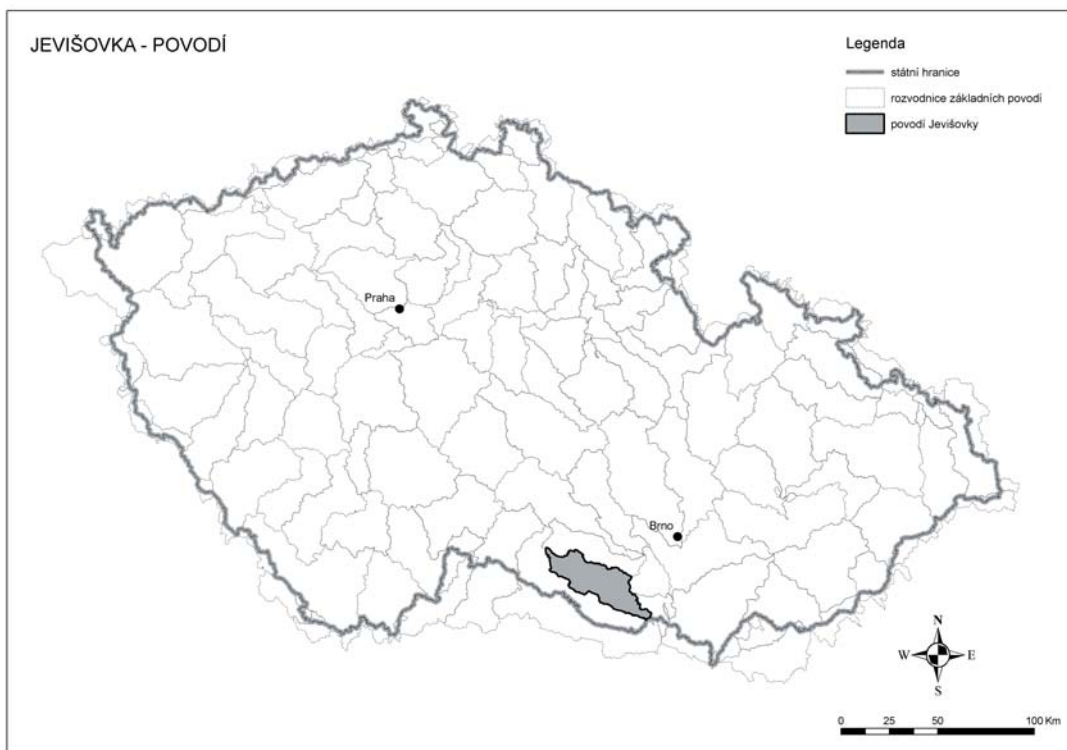
Povodí Jevišovky se nachází na jižní Moravě, jihozápadně od Brna (obr. 1, rozvodnice základních hydrologických ploch jsou znázorněny podle ČHMÚ 2006). Do horních přibližně dvou třetin povodí zasahuje Jevišovická pahorkatina, dolní třetina povodí již patří do Dyjsko-svrateckého úvalu. Do malé části povodí v oblasti Hostěradic zasahuje Bobravská vrchovina. Zatímco horní třetina povodí (přibližně od linie Olbramkostel - Jevišovice) patří do vrcholně středověké sídelní krajiny Hercynika, dolní dvě třetiny zaujímá stará sídelní krajina Pannonika (Löw, Novák, 2008). Většina povodí Jevišovky je v současné době zemědělsky využívána, větší lesní celky se nacházejí pouze v oblasti Jevišovické pahorkatiny. Jde o nepříliš velké lesní komplexy v pramenné oblasti Jevišovky a pak níže při jihozápadním okraji povodí v oblasti horních toků Ctidružického potoka a Doubravky. Největší lesní plo-

chy se vyskytují v pásu severně až severovýchodně od Plenkovičského potoka, menší souvisleji zalesněnou oblast lze pak nalézt už jen v oblasti horního toku Únanovky. Ve střední části povodí Jevišovky, mezi Jevišovcemi a Tvořihrází se nachází poměrně velký Přírodní park Jevišovka (137 km², tj. cca 17 % plochy povodí).

Povodí Jevišovky je protáhlého, téměř symetrického tvaru, jeho dolní čtvrtina je na vodní toky poměrně chudá. Povodí má rozlohu cca 787 km², jeho nadmořská výška se pohybuje v rozmezí od 169,6 do 586,7 m. V nadmořské výšce do 350 m se nachází něco přes polovinu plochy povodí (cca 56 %), vyšší nadmořské výšky jsou situovány především v horní polovině povodí. Průměrná hustota říční sítě v povodí je 0,65 km/km² (Linhartová, Zbořil, 2006).

V současném povodí řeky Jevišovky je celkem cca 715 km vodních toků podhorského, kolinního a nížinného typu. Podhorský typ se vyskytuje jen velmi ojediněle (celkem 9 km, 1 %, pouze potoky). Kolinní typ toku je zastoupen nejvíce (celkem 615 km, 86 %), jde většinou o potoky (z toho 463 km, 75 %) nebo říčky (z toho 119 km, 20 %) a jen z malé části o řeky (z toho 33 km, 5 %). Nížinný typ (celkem 91 km, 13 %) reprezentují také převážně potoky (z toho 49 km, 54 %), poněkud méně řeky (z toho 29 km, 32 %) a říčky (z toho 13 km, 14 %).

Říční síť je tvořena celkem 409 toky, z nichž převážná většina (397) nedosahuje délky ani 10 km. Páteřní síť povodí (tj. páteřní toky povodí 4. řádu) tvoří celkem 25 toků, z nichž pouze 12 toků je delších než 10 km (Jevišovka a její pravostran-



Obr. 1 Studované území

né přítoky Syrovický potok, Ctidružický potok s přítokem Doubravkou, Plenkovický potok a do něj ústící Mramotický potok, Únanovka, pak levostranné přítoky Jevišovky: Nedveka, Slatinský potok, Křepička a Břežanka).

Použitá data a postupy jejich zpracování

Z vodních toků v povodí Jevišovky bylo vybráno a analyzováno 6 nejdelších toků, a to Jevišovka, Skalička, Plenkovický potok, Křepička, Nedveka a Únanovka. U všech těchto toků byly popsány nejvýznamnější úpravy a změny zachycené v použitých mapových podkladech (viz níže). U třech nejdelších toků – Jevišovky, Skaličky a Plenkovického potoka – byla provedena také numerická analýza změn délky hlavního toku, změn délky jeho vedlejších úseků a změn křivolakosti hlavního toku. Tato analýza byla zpracována vždy za celý tok, v případě Jevišovky i za každou jeho třetinu (horní a dolní, příp. i střední část toku).

Data pro hodnocení a numerické analýzy byla získána z celkem 6 sad starých map: 1. rakouského vojenského mapování (Josefova) z let 1763–1783 (1 : 28 800), 2. rakouského vojenského mapování (Františkova) z let 1836–1852 (1 : 28 800), 3. rakouského vojenského mapování z let 1876–1880 (1 : 25 000), československých (resp. českých) vojenských topografických map z let 1952–1958 a 1988–1995 (obě mapové sady v měřítku 1 : 25 000) a současné základní mapy (ZABAGED) z let 2002–2006 (1 : 10 000, k měřítku viz též níže).

Analyzované toky byly nad jednotlivými mapovými sadami vektorizovány s přihlédnutím k jejich průběhu v současnosti (tj. s ohledem na průběh toků ve vrstvách A01, příp. A03 Digitální báze vodohospodářských dat z roku 2006), pro zajištění návaznosti změn za celé období a v případě starších map (zejména černobílých) i pro odlišení příslušného vodního toku od jiných liniových prvků v nivě (to se týká především horních částí toků). U novějších mapových sad (od 90. let min. století) byla využita upravená již existující vektorová data (DMU25 a ZABAGED, nejnovější vektorová data v měřítku 1 : 25 000 nebyla v době přípravy podkladů pro tento článek v rámci řešeného projektu autorovi přístupná). Pro každý numericky analyzovaný tok, případně jeho část, byla spočtena celková délka toku a přímá vzdálenost počátečního a koncového uzlového bodu. Z těchto dvou hodnot pak byla vypočtena míra křivolakosti (Lehotský, Grešková, 2004). Rovněž byly spočteny celkové délky vedlejších úseků těchto toků a je-

jich částí. Průběh změn všech tří ukazatelů za období od roku 1836 po současnost je znázorněn graficky (grafy 1–6), přehled celkových změn za toto období je uveden v tabulce 1. Do numerické analýzy není zahrnuta nejstarší mapová sada 1. rakouského vojenského mapování z let 1763–1783, která vzhledem k zásadně odlišnému způsobu zobrazení a mnohdy značné polohopisné chybě (viz diskuse) neumožňuje získat srovnatelná vektorová data (a tím ani srovnatelná data numerická).

Názvy toků a základní numerické charakteristiky současné říční sítě jsou v textu uváděny podle Digitální báze vodohospodářských dat z roku 2006 (není-li citován jiný zdroj dat).

VÝSLEDKY

Hodnocení změn a výsledků numerické analýzy Jevišovky, Plenkovického potoka a Skaličky

Jevišovka

Tok pramení při okraji lesního celku, cca 1 km západně od obce Komárovice. Je levostranným přítokem Dyje, do které ústí u obce Jevišovka na jejím současném 69,4 km. Celková délka současného toku je 81,7 km. Horní část toku je dlouhá cca 27,6 km, u Jevišovic (od soutoku s Nedvekou) na něj navazuje střední úsek toku dlouhý cca 31,1 km, který končí při soutoku s Únanovkou nad obcí Lechovice, odkud pokračuje dolní část toku o délce cca 22,8 km. Niva toku je v první polovině až dvou třetinách spíše užší, od poslední části druhé třetiny se postupně rozšiřuje.

Tok Jevišovky byl poznamenán především vznikem a zánikem větších vodních nádrží (průtočných i obtokových), přičemž tento proces probíhal již před rokem 1763. I když byly vodní nádrže zakládány prakticky po celé délce tohoto toku, nejvíce byla tímto procesem poznamenána dolní třetina toku a také část středního toku (zejména mezi Tvořihrází a Prosiměřicemi), kde postupně vznikla a zanikla řada poměrně velkých průtočných i obtokových nádrží (viz mapu 1). Později (v druhé polovině 20. století) byla na Jevišovce vybudována pouze jediná velká nádrž, současná vodní nádrž Výrovce. Napřímení vodního toku po zániku nádrží patrně nebylo příliš výrazné (je patrné spíše na kratších úsecích, resp. v podrobnějším měřítku; srovnatelná data o průběhu toku před vystav-

Tab. 1 Celková změna délky hlavního toku, délky ramen a křivolakosti hlavního toku tří nejdelších vodních toků povodí Jevišovky v období od konce první poloviny 19. století po současnost (1836–2006)

Název toku	Úsek toku	Změna délky toku		Změna délky ramen		Změna křivolakosti
		km	%	km	%	
Jevišovka	celý tok	-0,3	-0,4	-31,4	-63,3	-0,01
	horní tok	-0,1	-0,4	1,3	-97,7	-0,01
	střední tok	-0,1	-0,5	-12,8	-73,9	-0,01
	dolní tok	-0,1	-0,4	-19,8	-64,8	-0,01
Skalička	celý tok	-0,1	-0,4	-12,7	-97,3	-0,07
Plenkovický potok	celý tok	0,8	4,3	-0,3	-27,8	-0,03

bou velkých nádrží, tj. před rokem 1763, nejsou k dispozici), došlo však k obvyklému zvýšení počtu vedlejších úseků toku (většinou šlo o odvodňovací kanály), z nichž mnohé později postupně zanikly (průběh hlavního toku v soustavě ramen se časem patrně měnil). Mimo prostor bývalých vodních nádrží byl tok upravován a napřímen jen na nepříliš dlouhých úsecích (nejvýznamnější úpravy byly provedeny na dolní části toku, zejména při zaústění). Některé vedlejší úseky toku sloužily jako mlýnské náhony, některé mlýny byly vybudovány pod vodními nádržemi i přímo na vodním toku (na počátku hodnoceného období bylo na toku celkem 22 vodních mlýnů).

Změny křivolakosti toku byly během celého hodnoceného časového úseku jen nepatrné (graf 1). Změny (pokles) délky vedlejších úseků byly postupné, na dolním toku se na kolísavém průběhu podílely především změny v soustavě odvodňovacích kanálů před zaústěním toku, které proběhly v předposledním hodnoceném období. Rozdíly mezi horní, střední a dolní třetinou toku (graf 2–4, tab. 1) víceméně odpovídají charakteru (a využití) toku a jeho nivy na těchto úsecích.

Skalička

Tok pramení mezi poli asi 1 km východně od obce Medlice. Je levostranným přítokem Jevišovky, do které ústí nad Lechovicemi na jejím současném 22,7 km. Celková délka toku je 22,9 km. Niva horní poloviny toku je většinou úzká, v druhé polovině se pak poněkud rozšiřuje.

Na Skaličce se nacházela kaskáda čtyř větších vodních nádrží, přibližně ve střední části toku. Tyto nádrže zanikly podobně jako na Jevišovce, zde se to však nijak výrazně neprojevovalo nárůstem větvení toku (patrně proto, že niva toku je zde užší a méně plochá). Později (koncem první poloviny 20. stol.) byla na toku vybudována větší obtoková vodní nádrž u Stošíkovic na Louce, která však byla poměrně brzo zase zrušena. Koncem 20. století byla jedna z nádrží bývalé kaskády obnovena (nynější vodní nádrž Oleksovice). Proces napřimování toku byl podobně nevýrazný jako u Jevišovky, docházelo však ke změnám zaústění toku (v souvislosti se změnami na ramenech v nivě Jevišovky). Na Skaličce se na počátku hodnoceného období nacházely pouze dva vodní mlýny.

Změny křivolakosti toku byly jen velmi malé (graf 5), výraznější byly změny ve větvení toku, které byly z převážné části způsobeny změnami při ústí v nivě Jevišovky (ramena na počátku hodnoceného období spadající pod Skaličku se později v důsledku změn zaústění Skaličky stala slepými či průtočnými rameny Jevišovky nebo zanikla).

Plenkovický potok

Tok pramení v intenzivně zemědělsky využívané krajině mezi obcemi Šumná a Mlýnek. Je pravostranným přítokem Jevišovky, do které ústí před obcí Plaveč na jejím současném 39,5 km. Celková délka toku je necelých 19 km. Niva Plenkovického potoka je většinou dosti úzká, jen místy se poněkud rozšiřuje.

Zejména ve střední části toku byla vybudována celá řada nepříliš velkých vodních nádrží, z nichž převážná většina po-

stupně zanikla. Jedinou stálou větší nádrží na tomto toku je dodnes zachovaný Plenkovický rybník. Větvení toku bylo vždy jen velmi malé, což vcelku odpovídá poměrně úzkému charakteru nivy (a malé velikosti zaniklých vodních nádrží). Napřimování toku (ne příliš významné) lze pozorovat jen na několika krátkých úsecích. I na tomto toku bylo vybudováno několik vodních mlýnů (na počátku hodnoceného období jich zde bylo 5), zpravidla při vodních nádržích.

Kolísavý a až mírně vzestupný průběh změn křivolakosti (graf 6) byl způsoben především kombinací dvou procesů, a to posuny prameniště a změnami v zaústění toku (v důsledku postupných změn či úprav mlýnského náhonu na Jevišovce v prostoru zaústění Plenkovického potoka).

Hodnocení změn na ostatních vybraných tocích

Křepička

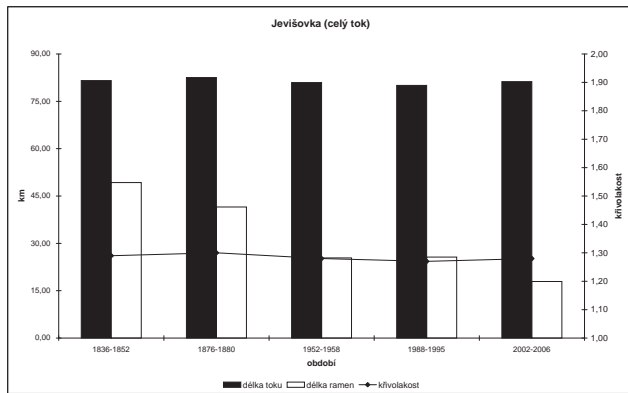
Tok pramení mezi poli severozápadně od obce Běhařovice. Je levostranným přítokem Jevišovky, do které ústí u Prosiměřic na jejím současném 26 km. Celková délka toku je 18,6 km. Niva Křepičky je většinou dosti úzká, zejména ve střední části, jen místy a ke konci se poněkud rozšiřuje.

Podobně jako na ostatních hodnocených tocích i na Křepičce byla vybudována řada vodních nádrží, největší se nacházely na dolní polovině toku. Větvení toku po zániku nádrží bylo po určitou dobu patrné zejména nad Vítonicemi, na poslední čtvrtině toku. Také na tomto toku byla jedna z bývalých nádrží obnovena (nynější zavlažovací nádrž Dunajovice). Žádné výraznější změny v průběhu toku a jeho křivolakosti na toku neproběhly. Na toku se počátkem hodnoceného období nacházelo celkem 7 vodních mlýnů, část z nich pod většími vodními nádržemi.

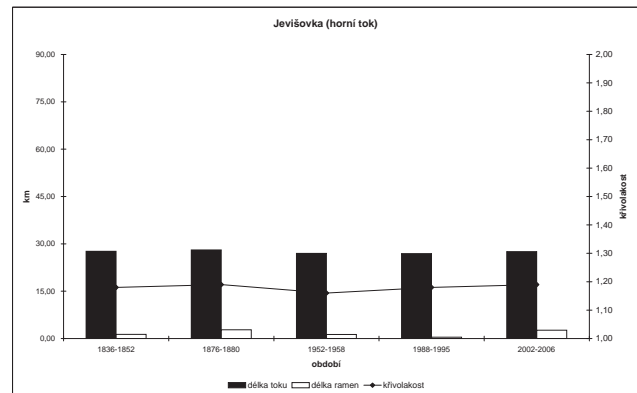
Nedveka

Tok pramení v zemědělsky využívané krajině asi 2 km východně od Moravských Budějovic. Nedveka je levostranným přítokem Jevišovky, do níž ústí u Jevišovic na jejím současném 53,7 km. Celková délka toku je 17,8 km. Niva Nedveky je převážně úzká, zejména v dolní části, jen na několika málo místech (především v horní části) se poněkud rozšiřuje.

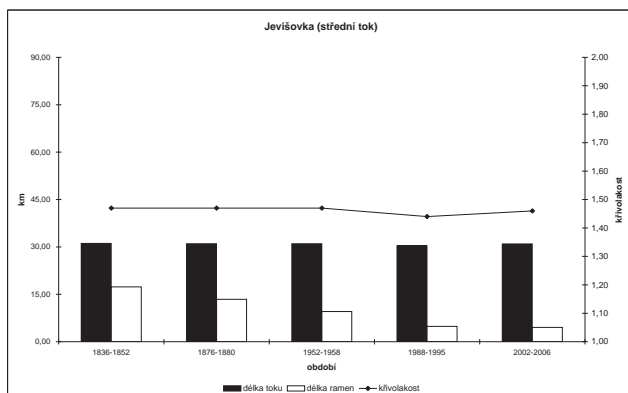
Na toku byly původně tři větší vodní nádrže, z nich jedna zanikla již před rokem 1763 (nádrž pod Hostimí), v prostoru této bývalé nádrže se tok rozvětvoval do dvou ramen. Po zániku zbývajících dvou velkých nádrží se tok větvil především v prostoru největší bývalé nádrže v zákrutu toku na Vosovci. Později byly na toku vybudovány dvě nepříliš velké nové nádrže, nejprve vedle Hostimí (tato nádrž později zanikla) a pak o něco výše nad Hostimí (nynější nádrž Nedveka). Nejvýraznější pozorovanou změnou na toku (kromě zániku větvení v místech bývalých nádrží) byly značné změny polohy prameniště toku (až o 5 km), zdá se však, že v tomto případě by mohlo jít spíše o nepřesnost mapových podkladů (z let 1836–1852 a 1876–1880), než o skutečné změny prameniště (je pravděpodobné, že v pramenném úseku byl tok velmi slabý a prostupoval zamokřenou a hojně zarostlou nivou). Žádná významná napřimění nebyla na toku pozorována. Na toku



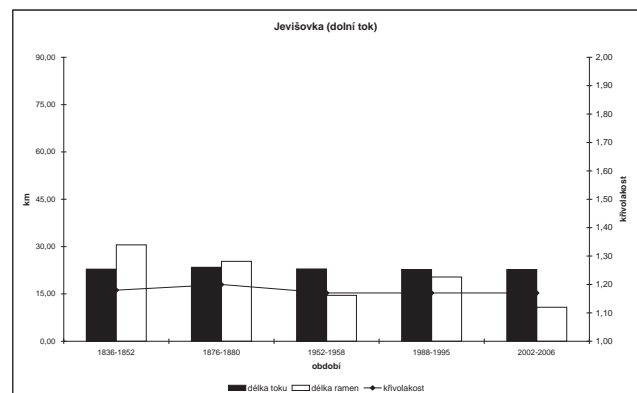
Graf 1 Jevišovka (celý tok) – změny délky hlavního toku a vedlejších úseků, změny křivolakosti hlavního toku



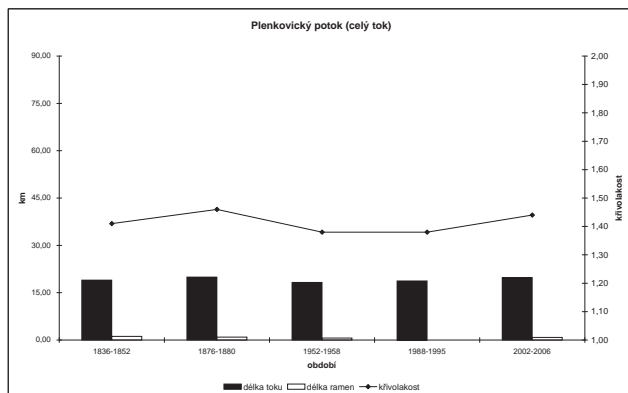
Graf 2 Jevišovka (horní tok) – změny délky hlavního toku a vedlejších úseků, změny křivolakosti hlavního toku



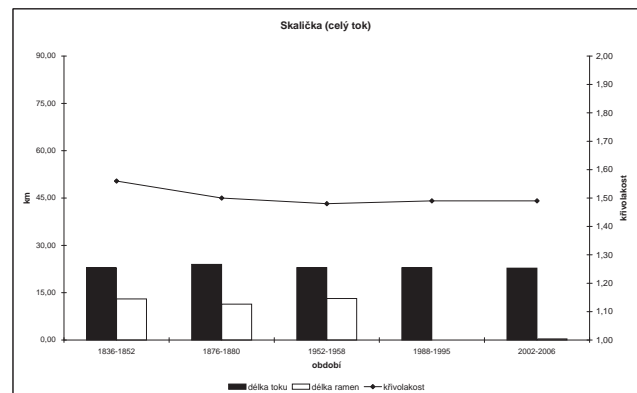
Graf 3 Jevišovka (střední tok) – změny délky hlavního toku a vedlejších úseků, změny křivolakosti hlavního toku



Graf 4 Jevišovka (dolní tok) – změny délky hlavního toku a vedlejších úseků, změny křivolakosti hlavního toku



Graf 5 Plenkovický potok – změny délky hlavního toku a vedlejších úseků, změny křivolakosti hlavního toku



Graf 6 Skalička – změny délky hlavního toku a vedlejších úseků, změny křivolakosti hlavního toku

se počátkem hodnoceného období nacházel pouze jediný vodní mlýn (pod bývalou nádrží u Hostimi, která zanikla již před rokem 1763) .

Únanovka

Únanovka pramení nad obcí Únanov a je pravostranným přítokem Jevišovky, do níž ústí nad Lechovicemi na jejím současném 22,7 km. Celková délka toku je 14,9 km. Níva Únanovky většinou není příliš široká, jen na úseku, který protéká

lesním komplexem, se na některých místech poněkud zužuje.

Na toku proběhl obdobný proces vzniku, zániku, příp. i obnovy (většinou nevelkých) vodních nádrží jako na ostatních hodnocených tocích, aniž se nějak výrazně změnilo či měnilo větvení a křivolakost toku. Zřejmě nejvýznamnější změnou bylo vybudování kaskády dvou větších nádrží na dolním toku (nyněšní Horní Kyjovický rybník a na něj bezprostředně navazující Vodní nádrž Těšetice). Na vcelku málo vodnatém toku nebyl vybudován žádný vodní mlýn.

DISKUSE

Změny hydrografie vodních toků bývají analyzovány na různých úrovních a v různých časových horizontech, v závislosti požadavcích, jaké jsou na analýzu kladeny a/nebo podle toho, jaký časový úsek na studovaném území pokrývají použitelné (a srovnatelné) historické mapové podklady (např. Downward, Gurnell, 1994; Gurnell, 1996; Hooke, Redmont, 1989a; Hooke, Redmont, 1989b; Priestnall, Downs, 1999; Kilianová, 2000; Trimble, 2003; Hauser et al., 2004; Skokanová, 2005; Chrudina, 2007; Chrudina 2009; Žikulinas, 2008 aj.). Říční síť (zejména střední a dolní úseky řek s jejich nivami) patří ke složkám krajiny, které jsou ve středoevropském prostoru s různou intenzitou využívány člověkem již řadu staletí a během této doby byly mnohé z řek a niv tímto využíváním značně poznamenány (Klvač, 2004; Just et al., 2005). Limitujícím faktorem analýz, zaměřených na dlouhodobé hydrografické změny říční sítě větších územních celků v důsledku působení člověka, je relativně krátké časové období, za které je k dispozici vhodná plošná dokumentace – staré mapy. Časový horizont necelých 250 let, který lze v případě povodí Jevišovky analyzovat, sice nedává možnost vycházet při analýze z původního nebo jen málo člověkem dotčeného stavu říční sítě (významná část úseků analyzovaných toků byla poněkud pozměněna již na počátku hodnoceného období), zachycuje však klíčové období od preindustriální barokní krajiny přes nástup průmyslové revoluce a poválečnou intenzifikaci využití krajiny až po současnost. Nejvýznamnější procesy, při nichž docházelo vlivem zásahů člověka k výrazným změnám až degradaci přírodního prostředí a k zásadní změně až poškození víceúčelového potenciálu nivy toku, totiž bez pochyb proběhly zejména v období po nástupu průmyslové revoluce (Kukla, 2007; Just et al., 2005).

Na antropogenně podmíněných hydrografických změnách v povodí Jevišovky se podílelo několik typů procesů. Nejvýznamnějším z nich bylo *zakládání a následné rušení vodních nádrží*. V tomto ohledu lze pozorovat jistou podobnost se změnami, které byly zjištěny na tocích v povodí Litavy (Chrudina, 2009), i když v povodí Jevišovky byl tento proces rovnoměrněji rozložen na všechny hodnocené toky a kaskáda velkých nádrží na hlavním toku povodí (tj. na Jevišovce) zcela zanikla o něco později.

Samotné *napřimování původně zvlněných až meandrujících toků* zde ovšem ve srovnání s toky v povodí Litavy bylo podstatně méně výrazné a jeho význam nebyl velký. Zdá se, že hlavní roli v tomto případě hrál charakter nivy, která byla buďto příliš úzká nebo její zvlněný charakter neumožňoval provést příliš dlouhé napřímení toku (což je, jak se zdá, případ dolního toku Jevišovky). Dlouhé napřímení toku se vyskytuje spíše v širokých a plochých nivách dolních toků velkých řek, jako je např. dolní tok Svratky nebo Dyje (Skokanová, 2005; Demek et al., 2008).

Dalším pozorovaným procesem byl *zánik vedlejších úseků toku*. Tento proces bývá spojen s napřimováním hlavního toku nebo jeho překládáním do nového koryta a také často následuje po zániku vodních nádrží (pokud v jejich prostoru vznikla na toku soustava vedlejších úseků). Průběh a charak-

ter těchto změn se příliš nelišil od změn pozorovaných v povodí Litavy.

Rovněž byly pozorovány *změny pramenných úseků* (změny polohy prameniště). O poměrně značných změnách polohy prameniště Nedveky již bylo pojednáno výše (tak velká změna nebyla při analýze toků v povodí Litavy zjištěna). Menší změny polohy prameniště, které byly pozorovány u ostatních hodnocených toků v povodí Jevišovky, lze interpretovat nejspíše obdobně jako to bylo provedeno u toků v povodí Litavy (Chrudina, 2009).

Posledním typem procesů, které bylo možno pozorovat na tocích v povodí Jevišovky, byly *změny zaústění toku*, které se v případě Plenkovického potoka dokonce promítly (v kombinaci se změnami polohy prameniště) i do numerické analýzy křivolakosti toku, což na hodnocených tocích v povodí Litavy pozorováno nebylo.

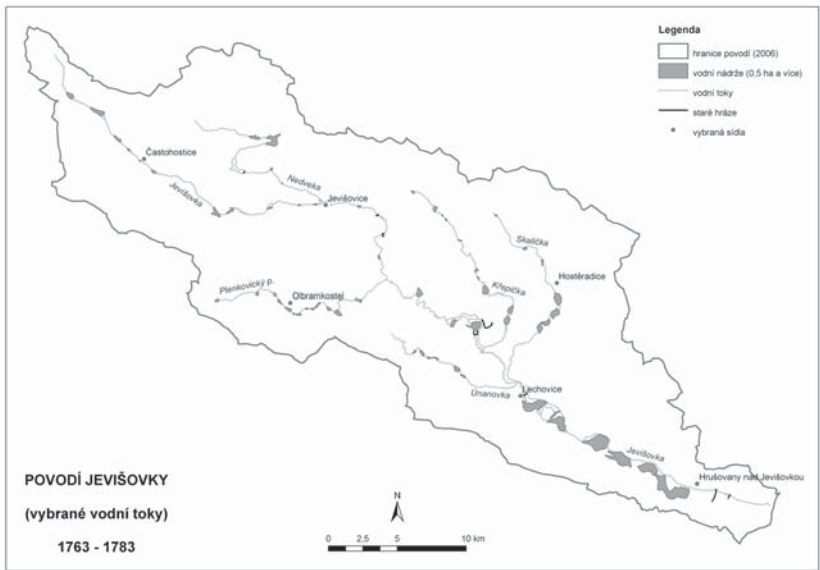
Toky páteřní sítě řeky Jevišovky lze celkově hodnotit jako poměrně značně ovlivněné lidskými zásahy, což platí (podobně jako u Litavy) zejména pro střední a dolní úseky toků. Stejně jako v povodí Litavy i v povodí Jevišovky je převážná většina vodních útvarů v současnosti kategorizována jako silně ovlivněná a jejich návrat k přírodnímu stavu patrně není možný, neboť změna jejich současného využívání je jen těžko proveditelná (Povodí Moravy, 2008). Příznivější situace je v povodí Křepičky, Nedveky, Plenkovického potoka, Ctídužického potoka a Doubravky (méně osídlená a zpravidla i více zalesněná území).

Využitelnost použitých mapových podkladů pro použité postupy a úroveň podrobnosti zde prezentované analýzy hydrografických změn toků se ukázala i přes různé rozdíly a nedostatky jako postačující, podobně jako tomu bylo u analýz toků v povodí Litavy (Chrudina, 2009). I v případě změn toků v povodí Jevišovky měla největší srovnávací význam právě nejstarší mapová sada z let 1763–1783 zachycující ještě do značné míry zachovalou soustavu vodních nádrží v povodí (srov. mapy 1–3) a poskytující i přehled o vodních mlýnech, které byly původně na tocích postaveny.

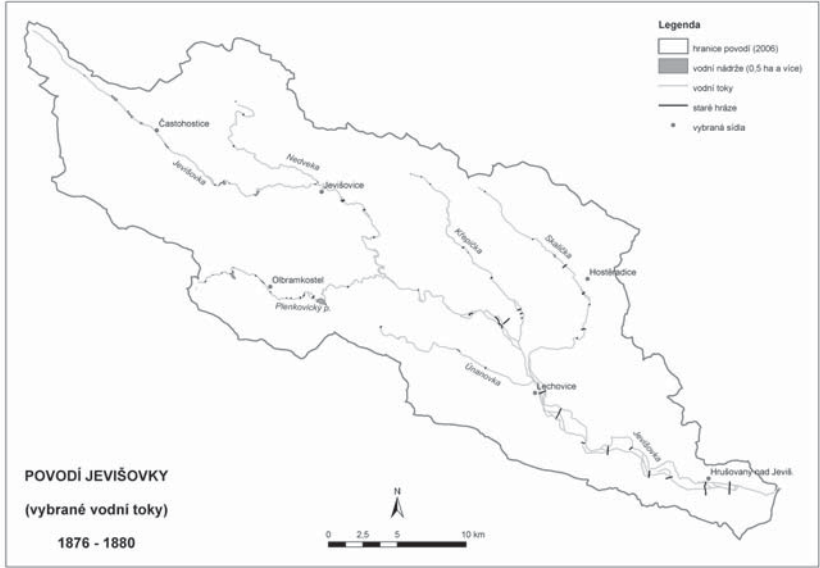
ZÁVĚRY

Výsledky a poznatky, které vyplynuly ze studia hydrografických změn na vybraných tocích v povodí Jevišovky (a numerické analýzy tří toků z nich nejvýznamnějších) za období od roku 1763 po současnost (tj. za posledních necelých 250 let) lze shrnout do následujících bodů.

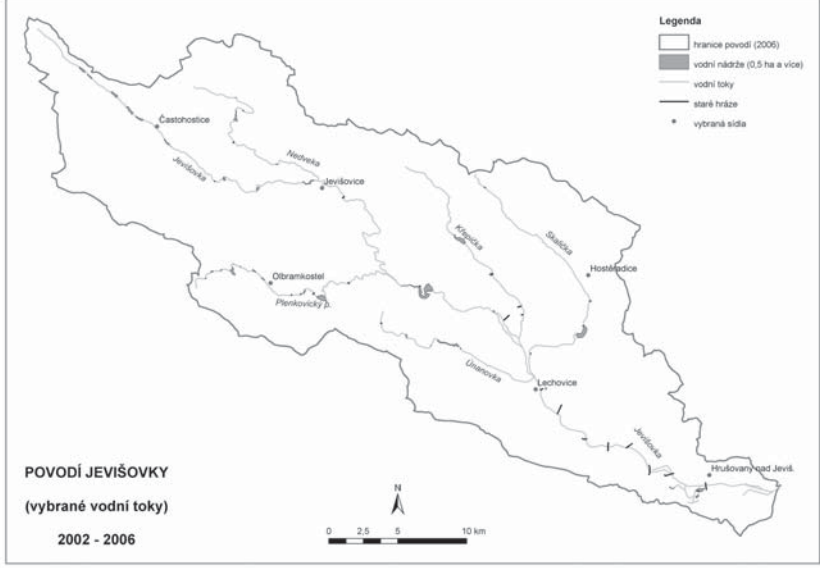
1. Průběh všech analyzovaných vodních toků byl poměrně výrazně poznamenán aktivitami člověka (tj. využíváním vodního toku a nivy), přičemž dopady této aktivity byly ve větší či menší míře patrné prakticky po celé délce toků. Na několika úsecích byly úpravy provedeny již před počátkem analyzovaného období, tj. před rokem 1763.
2. Na hydrografických změnách toků se podílelo celkem pět typů antropogenně podmíněných procesů: (a) zakládání a následné rušení vodních nádrží, většinou



Mapa 1 Stav vybraných vodních toků zachycený v mapách 1. rakouského vojenského mapování (1763–1783)



Mapa 2 Stav vybraných vodních toků zachycený v mapách 3. rakouského vojenského mapování (1876–1880)



Mapa 3 Stav vybraných vodních toků zachycený v současných základních mapách (2002–2006)

průtočných nebo obtokových (v několika málo případech byly staré nádrže později obnoveny), (b) zánik vedlejších úseků toku (tento proces obvykle též doplňoval první dva uvedené procesy), (c) napřimování původně zvlněných až meandrujících toků, (d) změny pramenných úseků, resp. polohy prameniště (i když není jisté, do jaké míry zde šlo o skutečné změny, viz výše) a (e) změny polohy zaústění toku. Nejvýznamnějším procesem na analyzovaných tocích ve studovaném povodí byl vznik a zánik různě velkých vodních nádrží (v poměru k délce a vodnatosti toku).

3. Použitý soubor starých mapových sad v kombinaci se srovnávací datovou sadou vodních toků z Digitální báze vodohospodářských dat se ukázal být vhodný pro prezentovaný typ analýzy hydrografických změn vybraných toků povodí Jevišovky, i když nejstarší analyzovaná mapová sada z let 1763–1783 měla ve studovaném souboru starých mapových sad pouze srovnávací význam (vzhledem ke značnému polohopisnému zkreslení neumožňovala provést srovnatelnou numerickou analýzu dat).

Poděkování

Tento příspěvek byl zpracován v rámci řešení projektu č. MSM 6293359101 „Výzkum zdrojů a indikátorů biodiverzity v kulturní krajině v kontextu dynamiky její fragmentace“.

LITERATURA

- ČHMÚ (2006): Využití GIS – data (rozvodnice 1 : 25 000). [online] Praha, Český hydrometeorologický ústav. [cit. 2007-01-17] Dostupné z: <<http://www.chmi.cz/hydro/opv/gis.html#rozvodnice>>.
- Chrudina, Z. (2007): Vodní toky a plochy – analýza změn za posledních 250 let na základě dat ze starých mapových podkladů. In *Říční krajina, Conference Proceedings*. Olomouc, Univerzita Palackého, 108–112 s.
- Chrudina, Z. (2009): Changes of streams in the Litava River basin from the second half of the 18th century until the present (1763–2006) based on the study of old maps. *Acta Pruhoniana*, no. 91, p. 35–44.
- Demek, J., Havlíček, M., Chrudina, Z., Mackovčín, P. (2008): Changes in land-use and the river network of the graben Dyjsko-svratecký úval (Czech Republic) in the last 242 years. *Journal of Landscape Ecology*, vol. 1, no. 2, p. 22–51.
- Digitální báze vodohospodářských dat (DIBAVOD). [online] Praha, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, oddělení GIS. [cit. 2006-04-06] Dostupné z: <<http://www.vuv.cz/oddeleni-gis/27/struktura-dibavod.html>>.
- Downward, S. R., Gurnell, A. M. (1994): A methodology for quantifying river channel planform change using GIS. In *Variability in Stream Erosion and Sediment Transport*. Proceedings of the Canberra Symposium. IAHS Publ. no. 224, p. 449–456 s.
- Fortuné, M. (1988): Historical changes of a large river in an urban area: The Garonne river, Toulouse, France. *Regulated Rivers: Research & Management*, vol. 2, no. 2, p. 179–186.
- Gilvear, D. J., Winterbottom, S. J. (1992): Channel change and flood events since 1783 on the regulated river tay, Scotland: Implications for flood hazard management. *Regulated Rivers: Research & Management*, vol. 7, no. 3, p. 247–260.
- Gurnell, A. M. (1996): Extracting information from river corridor surveys. *Applied Geography*, vol. 1, no. 16, p. 1–19.
- Hauser, T., Posmourny, C., Cernajsek, K. (2004): How old maps are used to investigate modern environmental issues in the Czech Republic. *Scripta Geologica, Spec. Iss.* 4, p. 78–82.
- Hooke, J. M., Redmond, C. E. (1989a): River-Channel Changes in England and Wales. *Water and Environment Journal*, vol. 3, no. 4, p. 328–335.
- Hooke, J. M., Redmond, C. E. (1989b): Use of Cartographic Sources for Analysing River Channel Change with Examples from Britain. In *Historical Change of Large Alluvial Rivers: Western Europe*. Chichester, John Wiley et Sons, Ltd. p. 79–93.
- Hooke, J. M., Redmond, C. E. (1992): Causes and Nature of River Planform Change. In *Dynamic of Gravel-bed Rivers*. Chichester, John Wiley et Sons, Ltd., p. 558–571.
- Jones, J. E., Haluska, M. A., O'Connor, T. L. (2003): Flood plain and channel dynamics of the Quinault and Queets Rivers, Washington, USA. *Geomorphology*, vol. 51, no. 1, p. 31–59.
- Just, T. et al. (2005): Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi. Praha, 3. ZO ČSOP Hořovicko et AOPK ČR et MŽP ČR, 359 s., ISBN 80-239-6351-1.
- Kilianová, H. (2000): Řeka Morava na mapách III. vojenského mapování z let 1876–1880: příspěvek k fluvialní dynamice. In *Geol. Výzk. Mor. Slez. v r. 1999*, Brno, s. 27–30.
- Klvač, P. (2004): Strašidla krajiny říční na příkladu bažin a tůní. In *Říční krajina, Conference Proceedings*. Olomouc, Univerzita Palackého, s. 131–137.
- Kukla, P. (2007): Analýza historického vývoje krajiny se zvláštním zřetelem na vodní složku krajiny. In *Venkovská krajina, Conference Proceedings*, Hostětin, CZ-IALE et ZO ČSOP Veronica, s. 71–76.
- Kusimi, J. M. (2008): Stream processes and dynamics in the morphology of the Densu River channel in Ghana. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science Vol. XXXVII, Part B8*. p. 1177–1182.

- Langhammer, J. (2003): Analýza upravenosti říční sítě v povodí Otavy. [online] In Grant GAČR 205/03/Z046 Hodnocení vlivu změn přírodního prostředí na vznik a vývoj povodní. Praha, Univerzita Karlova, přírodovědecká fakulta. [cit. 2009-03-17] Dostupné z: <http://floodserv.natur.cuni.cz/zmeny_povodni/pdf/langhammer.pdf>.
- Lehotský, M., Grešková, A. (2004): Slovensko – anglický hydromorfologický slovník. Bratislava, SHMÚ, 75 s.
- Linhartová, I., Zbořil, A. (2006): Charakteristiky toků a povodí ČR. [online] Praha, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, oddělení GIS. [cit. 2009-03-24] Dostupné z: <<http://www.vuv.cz/oddeleni-gis/index.php?id=24>>.
- Löw, J., Novák, J. (2008): Typologické členění krajiny České republiky. Urbanismus a územní rozvoj, roč. 11, č. 6, s. 19–23.
- Matoušková, M. (2004): Antropogenní transformace říční sítě. In Říční krajina, Conference Proceedings. Olomouc, Univerzita Palackého, s. 168–177.
- Miškovský, M., Zimová, R. (2006): Historická mapování českých zemí. [online] In GEOS 2006 – 1st International Fair of Geodesy, Cartography, Navigation and Geoinformatics - Conference Proceedings. [cit. 2009-03-21] Dostupné z: <http://projekty.geolab.cz/gacr/a/files/miks_zim_GEOS06.pdf>.
- Mossa, J., McLean, M. (1997): Channel planform and land cover changes on a mined river floodplain. Amite River, Louisiana, USA. Applied Geography, vol. 17, no. 1, p. 43–54.
- Povodí Moravy (2008): Plán oblasti povodí Dyje (návrh). Stručný souhrn k plánu oblasti povodí Dyje. [online] Brno, Povodí Moravy. [cit. 2009-03-14] Dostupné z: <http://www.pory.cz/popdyje/Strucny_souhrn%5CStrucny_souhrn_DY.pdf>.
- Priestnall, P. W., Downs, G. (1999): System design for catchment-scale approaches to studying river channel adjustments using a GIS. Geographical Information Science, vol. 13, no. 3, p. 247–266.
- Skokanová, H. (2005): Změny koryta dolní Dyje v období 1830-2001 způsobené antropogenní činností. Geografie – sborník České geografické společnosti, roč. 109, č. 4, s. 271–285.
- Stäuble, S., Martin, S., Reynard, E. (2008): Historical Mapping for Landscape Reconstruction. Examples from the Canton of Valais (Switzerland). [online] 6th ICA Mountain Cartography Workshop in Lenk (Switzerland) [cit. 2009-03-17]. Dostupné z: <http://www.mountaincartography.org/publications/papers/papers_lenk_08/stauble.pdf>.
- Trimble, S. W. (2003): Historical hydrographic and hydrologic changes in the San Diego creek watershed, Newport Bay. California Journal of Historical Geography, vol. 29, no. 3, p. 422–444. Dostupné z: <http://www.ochranavod.cz/07/02/Typologie_tekoucich_vod.pdf>.
- Warburton, J., Danks, M., Wishart, D. (2002): Stability of an upland gravel-bed stream, Swinhope Burn, Northern England. CATENA, vol. 49, no. 4, p. 309–329.
- Winterbottom, S. J. (2000): Medium and short-term channel planform changes on the Rivers Tay and Tummel, Scotland. Geomorphology, vol. 34, no. 3–4, p. 195–208.
- Žikulinas, J. (2008): Hydrographic changes of the Strėva Basin in the 20th century. Part 1. Water streams. Geografija, vol. 44, no. 1, p. 26–30.
- Zimová, R. (2005): Kartografická analýza map historických vojenských mapování. [online] In Geographical Aspects of Central European Space, Proceedings of 13th International Conference, Brno, 6.–7. 9. 2005. [cit. 2009-03-21] Dostupné z: <<http://projekty.geolab.cz/gacr/a/files/zimova.pdf>>.

Rukopis doručen: 2. 3. 2010

Přiját po recenzi: 7. 4. 2010

PROJEVY SUBURBANIZACE VE ZMĚNÁCH VYUŽITÍ KRAJINY V JIHOMORAVSKÉM KRAJI A ZÁZEMÍ MĚSTA BRNA

MANIFESTATION OF SUBURBANIZATION IN THE CHANGES OF LAND USE IN THE REGION OF SOUTH MORAVIA AND THE HINTERLAND OF THE CITY OF BRNO

Marek Havlíček¹, Ivo Dostál²

¹ Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., oddělení aplikací GIS, Lidická 25/27, 602 00 Brno, marek.havlicek@vukoz.cz

² Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., Divize dopravní infrastruktury a životního prostředí, Lišeňská 33a, 636 00 Brno, ivo.dostal@cdv.cz

Abstrakt

Cílem této práce je prostorové vymezení nejvýznamnějších oblastí s projevy suburbanizace v Jihomoravském kraji a zázemí města Brna. Jako podkladová data posloužily topografické mapy, základní mapy, ortofotosnímky, katastrální mapy, územní plány obcí a výsledky místního šetření. Sledované procesy za území Jihomoravského kraje byly hodnoceny mezi dvěma obdobími (1991–1994 a 2002–2006). Nejvyšší intenzita růstu zastavěného území je v zónách do vzdálenosti 5 km a 10 km od centra města Brna. Nové zastavěné plochy vznikaly nejčastěji z orné půdy (73,9 %), lesů (9,6 %) a trvalých travních porostů (6,4 %). V modelovém území zázemí města Brna byly zastavěné plochy dále rozděleny na jednotlivá území s konkrétní funkcí a typem zástavby. Projevy suburbanizace v tomto území byly sledovány ve třech obdobích – 1991, 2002 a 2009. Mezi roky 1991 a 2002 došlo v okrese Brno-město k nárůstu zastavěných ploch téměř o 600 ha, mezi lety 2002 a 2009 o 200 ha. V zázemí Brna byl mezi roky 1991 a 2002 zaznamenán nárůst zastavěných ploch o přibližně 1 430 ha. Nejvyšší podíl představovaly plochy pro individuální bydlení. Na základě výsledků předchozích analýz bylo identifikováno celkem osm rozvojových lokalit, ve kterých se s největší intenzitou projeví procesy suburbanizace.

Klíčová slova: suburbanizace, Jihomoravský kraj, Brno, zastavěné plochy, funkční využití ploch

Abstract

The aim of this study is the spatial delimitation of the most important areas suffering from suburbanisation in the region of South Moravia and especially in the hinterland of the city of Brno. Topographical maps, base maps, orthophotos, cadastral maps, land use plans of local municipalities and the results of the field surveys were used as the basic data. The monitored processes in the whole South Moravian region were researched between the two periods (1991–1994 and 2002–2006). The highest intensity of growth in built-up area is in areas within 5 km and 10 km from the city centre of Brno. New built-up area stemmed mostly from arable land (73.9%), forest (9.6%) and permanent grassland (6.4%). In the hinterland of the city of Brno built-up areas were subdivided into individual areas with specific functions and the type of development. The spatial pattern was studied in three periods – 1991, 2002 and 2009. Between 1991 and 2002 an increase in built-up area for almost 600 ha occurred in the district of Brno, between 2002 and 2009 it was for 200 ha. In the hinterland of Brno an increase of built-up area for approximately 1,430 ha was recorded between 1991 and 2002. Eight development sites with the highest intensity of suburbanisation processes were identified on the basis of the results of previous analysis.

Key words: suburbanization, the South Moravian region, Brno, built-up areas, landscape pattern

ÚVOD

Významným fenoménem druhé poloviny 20. století a počátku 21. století se ve vyspělých a často i rozvojových zemích stala suburbanizace – přesun obyvatel, jejich aktivit a některých funkcí z jádrového města do jeho zázemí (Ouředníček, 2002; www.suburbanizace.cz). V případě, že tento proces není příslušnými úřady sledován a omezován, dochází k nekontrolovatelnému růstu města – tzv. „urban sprawl“. Ten je typický pro velká města Severní Ameriky a představuje nejméně příznivou variantu suburbanizace, projevující se hlavně výstavbou úplně nových sídel vzniklých „na zelené louce“ bez vazby na stávající sídelní struktury. Pro evropské prostředí je ty-

pičtější projevem rozrůstání již existujících sídel o nové ulice i čtvrti – jejich expanze do okolní volné, zpravidla zemědělské krajiny. V postsocialistických evropských zemích se tento jev projevil až po změně společenských poměrů okolo roku 1989, o to však s větší razancí.

Suburbánní rozvoj je v současnosti v České republice nejintenzivnějším sociodemografickým procesem, který v rámci společnosti probíhá. Převážně negativním způsobem se podílí na utváření příměstské krajiny a prostorové expanzi městských sídel do venkovského prostředí. Charakteristickým jevem je dekoncentrace rezidenčních, komerčních i průmyslových aktivit přesunem z jádrových částí měst do jejich

příměstské zóny. Není-li tento proces koordinován formou územního plánování na regionální úrovni, představuje bouřlivá suburbanizační výstavba jedno z nejvýznamnějších ohrožení přirozeného vývoje volné krajiny.

Můžeme identifikovat dvě základní kategorie suburbanizace:

- **rezidenční suburbanizace** – jejím typickým projevem je výstavba obytných souborů, jež jsou stavěny buď na zelené louce anebo jako doplněk k stávajícím sídlům převážně formou rodinných domů, v menší míře také bytových domů. Charakteristickými vlastnostmi těchto obytných souborů je rozvolnění zástavby a výrazně nižší hustota osídlení ve srovnání s jádrovým městem. Vzhledem k společenskému statusu a ekonomickým možnostem je tento proces omezen převážně pouze na příjmově vyšší kategorie obyvatelstva. Tím kontrastují nově příchozí s původním obyvatelstvem a vytvářejí se, v rámci jedné obce, dvě naprosto sociálně odlišné komunity (Sýkora, 2002).

- **komerční suburbanizace** – nejvýznamnějším projevem těchto aktivit je jednak vznik plošně rozsáhlých obchodních center, která přebírají komerční atraktivitu městského jádra, a jednak vznikem logisticko-skladovacích areálů a průmyslových zón, vždy však v těsné blízkosti některého z hlavních silničních dopravních tahů.

Urbanizace a suburbanizace působí na živou (biotickou) složku krajiny přímo i nepřímo několika způsoby. Nové aktivity ovlivňují kvalitu ovzduší (prach, oxidy dusíku, smog), kvalitu vody a půdy (zasolování, zhutňování), teplotní a srážkový režim (www.suburbanizace.cz). Stavby vznikající v zázemí měst fragmentují přírodní prostředí a způsobují narušení krajiny (disturbance). Na některých místech dochází k rozšiřování zastavěného území až do bezprostřední blízkosti zvláště chráněných území. Nová výstavba s sebou přináší také změny ve tvaru povrchu (reliéfu), dochází k přemísťování značných objemů hmoty, vytvářejí se nové antropogenní tvary (náspy, haldy, protihlukové valy, průkopy). Na některých místech dochází ke změnám vodních poměrů (zatrubňování vodních toků, odvod vody z území). Rozšiřující se komerční a rezidenční zástavba a infrastruktura v zázemí měst a podél důležitých dopravních tras ukrajuje stále více z charakteru české krajiny a mění její vzhled. Nadměrná konzumace krajiny vede k nevratnému záboru jednoho z nejhodnotnějších neobnovitelných zdrojů – zemědělské půdy (www.suburbanizace.cz). Z tohoto důvodu je nutné zemědělskou půdu chránit a nezastavovat nejsnáze obdělávatelné pozemky se snadnou dostupností, často na vysoce úrodných půdách. Suburbanizace v současnosti patří k nejvýraznějším krajinnotvorným procesům v zázemí měst. Jejím vlivem probíhají nejen změny přírodního a sociálního prostředí, ale také celkového krajinného rázu zastavovaného území, kterým rozumíme zejména přírodní, kulturní a historickou charakteristiku určitého místa či oblasti (Ouředníček, 2002; www.suburbanizace.cz).

Projevy suburbanizace na strukturu a funkci ekosystémů a vlivem na životní prostředí se ve svých pracích zabývali např. Kahn (2000), Johnson (2001), Alberti (2005). Sledováním změn v krajině v suburbanizačních oblastech a v oblastech postižených urban sprawlem za pomoci satelitních snímků letec-

kých snímků a mapových podkladů se ve svých pracích věnují autoři Tang, Wang, Yao (2008), Poelmans, Van Rompaey, (2009), Hasse, Lathrop, (2003), Catalán, Saurí, Serra, (2008).

Jejich zájmová území jsou soustředěna především do prudce se rozvíjejících urbanizovaných oblastí v Číně (Deng et al., 2009; Tang et al., 2008), dále v severní Americe (Crawford, 2007), ve střední Americe (Martinuzzi et al., 2007), v Evropě (Catalán et. al., 2008; Jacquin et al., 2008; Poelmans, Van Rompaey, 2009).

V České republice se projevům suburbanizace v krajině věnovali např. Mulíček, O. (2002), Ouředníček, M. (2002), Bičík, Kupková (2006), Mackovčín et al. (2008), Sýkora (2002), Chuman, Romportl (2008). Většina příspěvků se soustředila na projevy v suburbanizace v Praze, v Brně a okolí, případně v zázemí krajských měst.

Cílem tohoto příspěvku je prostorové vymezení a kvantifikace nejvýznamnějších suburbanizačních oblastí v Jihomoravském kraji a zázemí města Brna. Důraz je kladen i na funkční vymezení nově vzniklých zastavěných ploch, které pak slouží k typizaci probíhajících suburbanizačních procesů ve vymezeném území.

MATERIÁL A METODY

Při sledování suburbanizace a souvisejících procesů jsou využívány především topografické mapy, družicové a letecké snímky ze současnosti a období několika posledních desítek let. Pro území České republiky je velmi důležité zachytit tento proces od počátku 90. let 20. století, kdy začínal nabývat na své intenzitě. V Brně a okolí byly využity tyto podklady v pracích Mackovčina et. al. (2008) a Mulíčka (2002), celorepublikově využili mapování CORINE Land Cover z družicových snímků autoři Chuman, Romportl (2008).

Pro sledování změn v krajině Jihomoravského kraje bylo využito několik zdrojů dat. Pro výchozí období kolem roku 1990 byly využity vojenské topografické mapy v měřítku 1 : 25 000, které byly na území Jihomoravského kraje vydány v letech 1991–1994, přičemž mapy z okolí Brna byly vydány v roce 1991. Při sledování vývoje zastavěných ploch byly údaje z topografických vojenských map 1 : 25 000 upřesňovány základními mapami v měřítku 1 : 10 000 z let 1988–1994. Pro současný stav využívání krajiny Jihomoravského kraje byly použity letecké snímky (ortofotosnímky) s rozlišením 0,5 m, které jsou k dispozici na veřejných mapových portálech České informační agentury životního prostředí CENIA, Jihomoravského kraje a Českého úřadu zeměměřického a katastrálního. Letecké snímky jsou v České republice obnovovány po tříletých intervalech. Aktuálně jsou na mapových serverech zveřejněny letecké snímky z let 2006–2008. Údaje o zastavěných plochách pro současné období tak byly aktualizovány na základě nové aktualizace mapových podkladů ZABAGED 1 : 10 000 z roku 2009 a za pomoci místního šetření v zázemí města Brna. Všechny analýzy změn v krajině probíhaly v prostředí geografických informačních systémů v souřadnicovém systému S-JTSK.

Při hodnocení změn v krajině se vycházelo z dělení využití ploch do devíti základních kategorií (Mackovčín, 2009), přičemž důraz byl kladen na podrobné a přesné vymezení zastavěných ploch. Základní kategorie využití ploch vymezené v Jihomoravském kraji: orná půda, trvalý travní porost, zahrada a sad, vinice a chmelnice, les, vodní plocha, zastavěná plocha, rekreační plocha, ostatní plocha.

Zdrojová data pro analýzy změn ve funkčním využití území v zázemí města Brna vychází z obdobných zdrojů jako pro Jihomoravský kraj. Údaje pro současné období tak byly založeny na základě nové aktualizace mapových podkladů ZABAGED 1 : 10 000 z roku 2009. Jako doplňková datová sada byla pro území zázemí města Brna zvolena základní mapa 1 : 10 000 z roku 2002 a letecké snímky s rozlišením 0,5 m z období 2006–2008. Dále bylo více využíváno místních šetření a veřejně dostupných katastrálních map (ČÚZK) i územních plánů publikovaných na GIS serveru Jihomoravského kraje. Výsledkem aktivity je časová řada sledování změn ve funkčním využití území zázemí města Brna z let 1991, 2002 a 2009. Všechny analýzy změn v krajině probíhaly v prostředí geografických informačních systémů v souřadnicovém systému S-JTSK.

V modelovém území zázemí města Brna byly zastavěné plochy dále rozděleny na jednotlivá území s konkrétní funkcí a typem zástavby. Při vymezení ploch podle funkčního využití byl brán zřetel na převládající podíl daného funkčního využití. Kategorizace území zastavěných ploch podle jejich funkčního využití vychází ze seznamu standardních typů ploch využívaných pro digitální zpracování územních plánů v GIS (Poláček et al., 2009). Toto rozdělení funkčních ploch bylo modifikováno s ohledem na využití těchto výsledků v následném stanovení dopravních charakteristik území pro vytvoření multimodálního dopravního modelu širší oblasti města Brna. Obdobné členění bylo využito k tvorbě dopravního modelu také v práci de Riddera et al. (2008). Vymezené území širšího zázemí města Brna odpovídá rozsahu dopravního modelu vytvořeného v Centru dopravního výzkumu, v. v. i., v rámci projektu VaV Ministerstva dopravy CG921-109-910 „Časová dostupnost jako dopravní indikátor nekontrolovatelného rozrůstání měst (urban sprawl)“.

Základní typy funkčního využití zastavěných ploch (ploch v intravilánu):

- BI – bydlení individuální,
- BH – bydlení hromadné,
- SX – smíšené plochy
- OK – komerční zařízení (obchodní areály),
- OX – plochy občanského vybavení (sportovní zařízení, veřejná infrastruktura),
- DX – plochy dopravní infrastruktury,
- VT – těžký průmysl a energetika,
- VL – lehký průmysl, drobné řemeslné provozovny, montážní závody,
- VK – plochy pro logistiku a skladování,
- VZ – zemědělská výroba,
- ZX – veřejná zeleň a parky.

Modelové území

Sledování základních změn v krajině s akcentem na růst celkové výměry zastavěných ploch proběhlo v mezoregionálním měřítku na území Jihomoravského kraje o celkové rozloze 7 198 km², jež zahrnuje 21 správních obvodů obcí s rozšířenou působností a celkem se skládá z 893 katastrálních území. Změny ve využití území byly sledovány v členění na jednotlivé správní obvody obcí s rozšířenou působností a v mapovém vyjádření dále také pro jednotlivá katastrální území Jihomoravského kraje. Pro sledování suburbanizačních procesů v okolí Brna byla zvolena prostorová analýza v kruhových zónách ve vzdálenostech 5 km, 10 km, 15 km, 20 km a 25 km od centra města Brna.

Na základě prostorových analýz byla v zázemí města Brna identifikována oblast s dynamicky se rozvíjející zástavbou, která posloužila jako základ k vytyčení modelového území pro multimodální dopravní model. Výrazný růst zastavěných ploch nastal v příměstské zóně do přibližně 15 km od centra města. Jde o oblast, ve které se nacházejí převážně menší obce (velikostně mezi nimi vynikají jen města Modřice, Kuřim a Šlapanice) ležící mezi městem Brnem a skupinou větších měst, která leží ve vzdálenosti přibližně 20 km od Brna (Tišnov, Blansko, Adamov, Slavkov u Brna, Židlochovice, Ivančice, Rosice). Tyto obce jsou významnými centry, a okolní obce, včetně těch z příměstské zóny, využívají určité penzum jejich funkcí, ať už jako oblasti s koncentrací pracovních příležitostí, tak i nabídky některých služeb. Dopravní model širšího okolí města Brna pokrývá rozlohu 1179 km² a zahrnuje celkem 437 tzv. dopravních zón, které vycházejí z dělení na základní sídelní jednotky (ZSJ). V tomto modelovém území byla provedena podrobná klasifikace funkčního využití zastavěného území.

VÝSLEDKY

Růst zastavěných ploch je procesem ve využití krajiny odrážejícím antropogenní vlivy v daném území. Ne každý nárůst zastavěných ploch však vždy musí nutně souviset se suburbanizačními procesy. Na základě srovnání období 1991–1994 a 2006–2009 bylo v Jihomoravském kraji zjištěno navýšení zastavěných ploch o 7 582 ha, což činilo 1,07 % z celkové plochy kraje. V následující tabulce jsou shrnuty původní kategorie využití ploch u nově vzniklých zastavěných ploch v Jihomoravském kraji mezi obdobími 1991–1994 a 2006–2009. V tomto období bylo zastavěno celkem 5 600 ha orné půdy, 725 ha lesů a křovin, 485 ha trvalých travních porostů, 316 ha sadů a zahrad, 210 ha vinic, 167 ha rekreačních ploch. Podle procentuálního podílu změněných ploch je zřejmé, že největší zastoupení mají orná půda (73,9 %), les (9,6 %) a trvalé travní porosty (6,4 %).

V prvním kroku bylo provedeno srovnání nárůstu zastavěných ploch ve správních obvodech obcí s rozšířenou působností (SO ORP) v období mezi roky 1991–1994 a 2006–2009. Podle absolutních hodnot došlo k největšímu nárůstu zastavěných ploch ve správním území ORP Znojmo, ORP Brno-město a ORP Šlapanice. Vzhledem k rozdílným rozlohám jednotlivých obcí s rozšířenou působností byl sledován procentuální

Tab. 1 Původní kategorie využití ploch u nově vzniklých zastavěných ploch v JmK mezi obdobími 1991–1994 a 2006–2009

Původní plocha	Plocha v ha	Procento
orná půda	5600,3	73,86
les	724,7	9,56
trvalý travní porost	484,7	6,39
sad a zahrada	316,3	4,17
vinice	210,5	2,78
rekreační plocha	166,6	2,20
ostatní plocha	54,5	0,72
vodní plocha	24,5	0,32

podíl nárůstu zástavby na celkové rozloze jednotlivých správních obvodů. Nejvyšší podíl nárůstu zastavěných ploch byl zaznamenán u SO ORP Šlapanice (3,55 %), dále Brno-město (3,40 %) a Kuřim (2,51 %). Již první analýzy změn využití krajiny za jednotlivé SO ORP poukazují na koncentraci růstu zastavěných ploch v těsné blízkosti Brna.

Následně byl sledován růst zastavěných ploch v konkrétních vymezených zónách, ležících v těsném zázemí města Brna mezi obdobími 1991–1994 a 2006–2009. Pro srovnání bylo zvoleno celkem pět kruhových zón, které reprezentují vzdálenosti 5 km, 10 km, 15 km, 20 km a 25 km od centra města Brna. Podíl nově vzniklých zastavěných ploch z celkové plo-

chy zóny se vzdáleností od centra města Brna klesá (z 3,86 % u 5 km na 1,63 % u 25 km). Nejvyšší intenzita růstu zastavěného území je v zónách do vzdálenosti 5 km a 10 km od centra města Brna (3,86 % a 3,47 %), přičemž ještě ve vzdálenosti do 20 km je podíl nově zastavěných ploch dvakrát větší (1,99 %) než je průměr za celý Jihomoravský kraj (JmK), tj. 1,07 %. Že je soustředěn proces nárůstu zastavěných ploch do okolí Brna lze doložit i na jeho podílu celkové plochy nově vzniklé zástavby v Jihomoravském kraji. 25 km zóna od centra Brna zabírá 29,4 % rozlohy z celého Jihomoravského kraje a je v ní soustředěno 44,6 % v kraji nově vzniklých zastavěných ploch (tab. 3).

Analýzou v geografických informačních systémech bylo provedeno porovnání změn zastavěných ploch ve všech 893 katastrálních územích Jihomoravského kraje. Jako základní ukazatel byl zvolen index růstu zastavěných ploch mezi roky 1991–1994 a 2006–2009. V intervalu do 1,05 se nacházelo celkem 60,7 % katastrálních území, jednalo se tedy o katastry, v kterých dosahovalo zvýšení rozlohy zastavěných ploch maximálně 5 %. V intervalu od 1,05 do 1,15 se nacházelo 22,2 % katastrálních území, v intervalu 1,15–1,30 to bylo 11,5 % a index růstu zastavěných ploch nad 1,30 vykazovalo 5,6 % katastrálních území Jihomoravského kraje. Většina těchto katastrálních území se nacházela v těsném zázemí větších sídel a širším okolí města Brna, případně v těsné blízkosti významných dopravních komunikací (obr. 1).

Regionální analýza funkčního využití ploch v jednotlivých do-

Tab. 2 Nárůst zastavěných ploch v obcích s rozšířenou působností Jihomoravského kraje v období mezi roky 1991–1994 a 2006–2009

Název ORP	Rozloha v ha	Nárůst zástavby v ha	% z plochy SO ORP
Šlapanice	21282,1	755,9	3,55
Brno-město	23008,7	782,2	3,40
Kuřim	7704,7	193,3	2,51
Ivančice	17226,5	230,8	1,34
Slavkov u Brna	15769,9	198,6	1,26
Rosice	17443,7	209,7	1,20
Židlochovice	19414,3	228,2	1,18
Hodonín	28601,8	325,7	1,14
Boskovice	51090,3	569,1	1,11
Tišnov	34225,1	364,4	1,06
Blansko	35137,7	367,1	1,04
Břeclav	43879,5	425,6	0,97
Hustopeče	35503,4	338,3	0,95
Mikulov	24409,6	202,8	0,83
Pohořelice	19537,1	156,9	0,80
Veselí nad Moravou	34250,7	262,2	0,77
Bučovice	17098,8	124,3	0,73
Kyjov	47460,9	344,7	0,73
Znojmo	124215,7	897,6	0,72
Vyškov	54736,9	383,7	0,70
Moravský Krumlov	34749,7	221,9	0,64

Tab. 3 Růst zastavěných ploch mezi roky 1991–1994 a 2006–2009 v kruhových zónách od centra Brna

Vzdálenost od centra Brna	Nárůst zastavěné plochy v ha	Podíl nárůstu z celkové plochy zóny	Podíl na nárůstu zastavěné plochy v JmK
5 km	396,1	3,86 %	5,22 %
10 km	1251,4	3,47 %	16,50 %
15 km	1946,3	2,51 %	25,67 %
20 km	2684,4	1,99 %	35,40 %
25 km	3380,5	1,63 %	44,59 %

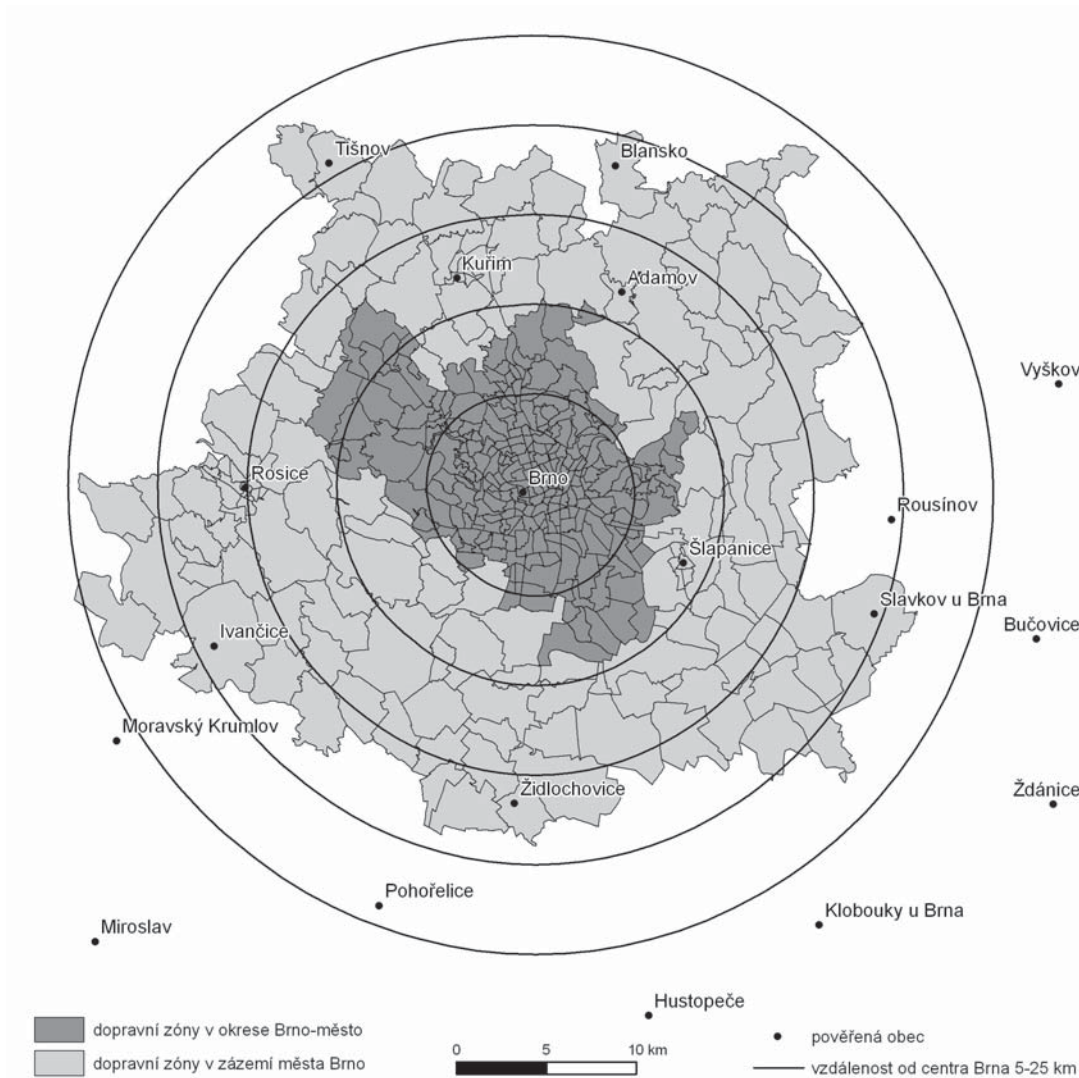
pravních zónách proběhla podrobnějším rozčleněním ploch zastavěného území (plochy identifikované v průběhu mezoregionální analýzy) dle klasifikace uvedené v kapitole Materiál a metody. Mezi roky 1991 a 2002 došlo v okrese Brno-město k nárůstu zastavěných ploch téměř o 600 ha, nejvyšší podíl byl u ploch individuálního bydlení BI. Tyto plochy byly koncentrovány především do okrajových částí města Brna a svým charakterem patří mezi projevy suburbanizace (Útěchov, Soběšice, Ivanovice, Ořešín, Žebětín). Poměrně velké je i zastoupení nových výrobních ploch lehkého průmyslu VL a ploch smíšených SX. V Brně-městě byl v tomto období zaznamenán pouze malý nárůst skladovacích ploch. V následném období mezi lety 2002 a 2009 došlo k nárůstu zastavěných ploch v Brně o 200 ha. Nejvyšší podíl byl zaznamenán u výrobních ploch lehkého průmyslu (především díky budování průmyslové zóny v oblasti Tuřanka na tzv. Černovické terase). Vyso-

ký podíl byl opět u individuálního bydlení (nově vzniklé plochy v městských částech Žebětín, Tuřany, Ivanovice, Bosonohy). V tomto období také vznikají nové plochy hromadného bydlení BH, které zahrnují především bytové domy v okrajových částech města Brna.

V zázemí Brna byl mezi roky 1991 a 2002 zaznamenán nárůst zastavěných ploch o přibližně 1 430 ha. Nejvyšší podíl představovaly plochy pro individuální bydlení BI. V tomto nárůstu se odráží jak proces suburbanizace, tak i přirozený růst obcí. Za projevy suburbanizace lze považovat růst bydlení především u Bílovic nad Svitavou, Moravan, Rozdrojovic, Újezdu u Brna nebo Sokolnic. Největší komerční plochy vznikly v okolí Modřic, zejména díky výstavbě obchodního centra Olympia v sousedství dálnice D2. Také v období mezi roky 2002 a 2009 byl v zázemí města Brna zaznamenán nejvyšší podíl nárůstu zastavěných ploch u individuálního bydle-



Obr. 1 Index růstu zastavěných ploch v Jihomoravském kraji mezi roky 1991–1994 a 2006–2009



Obr. 2 Zázemí města Brna s dopravními zónami a osmi oblastmi s největšími projevy suburbanizace

ní BI. Nejvyšší nárůst těchto ploch se projevil např. v Kuřimi, Moravanech, Bílovicích nad Svitavou, Babčicích nad Svitavou, Popůvkách, Bukovince nebo Hradčanech. Na druhém místě byly zastoupeny nové plochy pro logisticko-skladovací areály, jejichž nejvyšší nárůst se projevil v těsné blízkosti rychlostní komunikace R52 u Modřic. Nové obchodní areály OK vznikaly, obdobně jako v předchozím, především v okolí Modřic, zejména díky rozšiřování již zmíněného areálu Olympia. V zázemí města Brna vzniklo také několik nových areálů s lehkým průmyslem VL.

Na základě výsledků předchozích analýz bylo identifikováno celkem osm rozvojových lokalit, ve kterých se s největší intenzitou projeví procesy suburbanizace. Vybrané oblasti byly sloučeny na základě vymezených intervalů hodnot indexu růstu zastavěných ploch a prostorové návaznosti jednotlivých obcí a městských částí. Následující text popisuje lokality jednak rostoucí v důsledku rozšiřování ploch bydlení, tak i lokality, ve kterých se zastavěná plocha rozšířila zejména v důsledku komerční činnosti. Jde jednak o oblasti v příměstské zóně, stejně jako o lokality administrativně náležící k městu Brnu, avšak od vlastního města oddělené neurbanizovaným

pásem území. Vymezené oblasti nezahrnují úplně všechny lokality postižené suburbanizací, měly by ovšem odrážet její nejtypičtější projevy.

Oblast A: Kuřim, Česká, Brno-Ivanovice, Lelekovice, Brno-Ořešín

Oblast A je výhodně lokalizována podél významných dopravních tahů – jednak rychlostní silnice R43 a zároveň podél železnice č. 250 Brno – Tišnov a ačkoliv patří k prvním místům, které byly suburbanizačními procesy v okolí Brna zasázeny, lze vzhledem k dobré dopravní dostupnosti předpokládat, že i nadále v této oblasti bude množství zastavěných ploch stoupat. Jde o typický příklad suburbanizace „do pásu“, kdy postupně dochází k srůstání jednotlivých, původně samostatných, sídel ve směru vedení hlavních dopravních koridorů. Prvně se suburbanizace projevila růstem ploch individuálního bydlení v místní části Brno-Ivanovice (přes 20 ha v letech 1991–2002), sousední obci Česká (nárůst o 9,8 ha ve stejném období) a nedalekých Lelekovicích (taktéž nárůst o cca 14 ha). K tomu navíc přibývalo v té době naprosto nezastavě-

Tab. 4 Přehled vybraných oblastí s působením suburbanizace

Převažující typ suburbanizace		R	K	P
A	Kuřim, Česká, Brno-Ivanovice, Lelekovice, Brno-Ořešín	++	+	+
B	Brno-Útěchov, Brno-Soběšice	++		
C	Bílovice n. S., Kanice, Babice n. S., Ochoz u B., Bukovinka	++		
D	Újezd u Brna, Sokolnice, Šaratice	++		+
E	Brno-jih, Modřice, Šlapanice, Brno-Slatina	+	++	++
F	Popůvky u Brna, Troubsko, Ostopovice, Moravany	++		+
G	Rosice, Zastávka u Brna, Ostrovačice, Tetčice, Říčany	++	+	+
H	Brno-Kníničky, Rozdrojovice, Jinačovice	++		

Typ suburbanizace: R – rezidenční; K – komerční (obchodní); P – komerční (průmyslová)
Míra působení: ++ velmi významná; + významná

né lokalitě „Na Svobodné“ cca 10 ha komerčně využívaných ploch (hypermarket Globus otevřený v roce 1997). Zatímco po roce 2002 se růst zástavby v Lelekovicích zastavil, rozvoj v České a Brně-Ivanovicích pokračuje (dohromady mezi lety 2002 a 2009 přírůstek dalších více než 10 ha ploch v kategorii BI).

Dále lze do této oblasti přiřadit i okrajové brněnské městské části Ořešín a Jehnice. Vývoj v obou se však do značné míry odlišuje – zatímco Ořešín rostl jen v průběhu prvního sledovaného období (o 12 ha individuální zástavby), Jehnice rostly po celé sledované období (13 ha v prvním a 4 ha v druhém období).

Jednou z nejdynamičtěji rostoucích obcí v zázemí Brna je Kuřim. Jednak nejprve díky rozvoji průmyslových ploch (v 90. letech nárůst o cca 15 ha v ZSJ Průmyslový obvod, Pod Zárubou a částečně též Podlesí), po roce 2002 pak hlavně v důsledku vzniku nových obytných satelitů o rozloze přes 20 ha hlavně na jižním okraji (ZSJ Kuřimská hora) města, které sice navazují na okraj jeho zastavěného území, ale funkčně tvoří samostatné sídlo, včetně výstavby dvou nových supermarketů (4,5 ha komerčních obchodních ploch). Dále narostla také místní část Podlesí za celé období o cca 8,5 ha. Na svém jižním okraji se celá tato oblast (zejména ze strany od Brna-Ivanovic) prolíná s okrajovými čtvrtěmi města Brna (Medlán-

ky, Řečkovice), kde sice také dochází k nárůstu zastavěných ploch, avšak častěji i v kategorii hromadného bydlení. Tento proces nelze již považovat za suburbanizaci, protože tyto nově vzniklé plochy jsou spíše důsledkem přirozeného růstu města a plynule navazují na kompaktní městskou zástavbu, s níž tvoří i jeden funkční celek.

Oblast B: Brno-Útěchov, Brno-Soběšice

Tato dvě sídla zasáhla hned první prudká vlna suburbánní výstavby v polovině devadesátých let. Díky tomu, že se sem stěhovala zejména nejmajetnější vrstva, vznikla zde vysoce nadstandardní obydlí obklopená velkými pozemky. Zejména Útěchov je díky tomu považován za vzorový příklad suburbanizace v okolí Brna. Příčinu lze spatřovat ve vysoce atraktivním prostředí v bezprostřední blízkosti lesů, díky které je však značně omezena možnost dalšího rozvoje těchto lokalit. S vlastním městem jsou spojeny jen silnicí III. třídy, ale protože jsou obě lokality přímo součástí města Brna, je výhodou celodenní obsluha MHD. V letech 1991–2002 bylo nově zastavěno v Útěchově celkem 13,5 ha ploch a v Soběšicích dokonce 21 ha, zatímco po roce 2002 přibýly jen 2 ha v Útěchově a 3 ha v Soběšicích.



Obr. 3 Růst obytné liniové zástavby v obci Česká (říjen 2009)



Obr. 4 Ukázka rezidenční suburbanizace z 90. let 20. století (Útěchov)

Oblast C: Bílovice n. S., Kanice, Babice n. S., Ochoz u B., Bukovinka

Společným jmenovatelem těchto obcí je obdobně jako v předchozím atraktivní přírodní prostředí, neboť všechny leží v těsné blízkosti nebo přímo uvnitř CHKO. Na druhou stranu oblast je obsluhována pouze silnicemi II. třídy. Výhodou Bílovic nad Svitavou je terminál IDS lokalizovaný přímo v centru obce vázaný na vlakové spojení Brno – Blansko a autobusové linky jednak do údolí Časnýře (Řícmanice, Kanice, Ochoz u Brna, Babice n/S.), tak i na severní okraj Brna (Obřany). Největší nárůst z obcí zaznamenaly Bílovice n. S., a to jak díky novým plochám pro individuální bydlení, tak výstavbou bytových domů. Dohromady se jejich zastavěná plocha rozšířila o cca 34 ha. Lze předpokládat další postupný nárůst, neboť jde o lokalitu velmi dobře dostupnou z Brna. Nedaleké Řícmanice jsou prostorově omezeny okolními lesními porosty. Proto se k růstu zástavby využívaly proluky v již částečně zastavěném území, případně lokality původně sloužící převážně pro rekreaci (chatové osady). V období do roku 2002 bylo zastavěno celkem přes 10 ha ploch, poté byl nárůst jen nepatrný. Sousední Kanice vykazují růst zástavby po celé sledované období: mezi lety 1991 a 2002 bylo nově zastavěno 14,6 ha, v letech 2002–2009 dalších 5,5 ha. Prostor pro další růst však již je minimální, omezením je opět hranice lesa, který je navíc součástí CHKO Moravský kras. Ochoz u Brna rostl pouze v prvním sledovaném období, a to opět spíše formou dostavby nezastavěných proluk. V novějším období nebyl prozatím růst zaznamenán. Vznikl zde také menší areál pro drobné podnikání při hlavní silnici směr Brno.

Obec Bukovinka rostla v minulosti obdobně jako Ochoz – tj. spíše formou pozvolné dostavby proluk a doplňování zástavby. Rozvoj zástavby však pokračoval dále a nově vznikla celá nová samostatná čtvrť „na zelené louce“, díky čemuž razantně stoupl počet obyvatel. Jejich počtem již dnes převýšila Bukovinka sousední Bukovinu. Podobný vývoj se dá očekávat také v Babicích nad Svitavou: v prvním období narostl intravilán obce o cca 11 ha, zatímco pak se vývoj skoro zastavil. V současnosti se zde připravuje výrazná expanze do okolí – jsou již připravené další plochy pro rozvoj.

Oblast D: Újezd u Brna, Sokolnice, Šaratice

V této skupině obcí na jihovýchodním okraji Brna jsou přirozeným centrem Sokolnice. Ty rostou po celé sledované období, a to nejen díky zvyšující se výměře ploch pro individuální bydlení, ale zvětšily se i plochy pro výrobu nebo dopravu. Újezd u Brna a Hostěrádky-Rešov se zvětšily jen mírně, a to většinou již před rokem 2002, v Hostěrádkách se zvětšila i výměra průmyslových ploch. Další obce – tj. Šaratice a Zbýšov u Křenovic postupně rostou v obou sledovaných obdobích. U všech těchto obcí lze očekávat další postupný rozvoj, který z hlediska dopravy může být podpořen vedením rychlého spojení do centra Brna díky příměstské železniční trati.

Oblast E: Brno-jih, Modřice, Šlapanice, Brno-Slatina

Oblast na jihu Brna a území přilehlých obcí je značně ovlivněna přítomností mnoha významných dopravních koridorů – ať již dálnic D1 a D2, rychlostní silnice R52, tak i železničními tratěmi č. 250 (Brno – Břeclav), č. 300 (Brno – Přerov) a č. 340 (Brno – Uherské Hradiště). Díky tomu je oblast velmi atraktivní pro rozvoj komerčních aktivit. Ze všech sledovaných ZSJ se v této oblasti nacházejí dvě s největším absolutním nárůstem nově zastavěných ploch. První z nich je oblast městské části Brno-Slatina, ve které vzniklo několik málo nových ploch pro individuální bydlení přičleněných do stávající zástavby, ale hlavním identifikovatelným procesem je zejména expanze výrobních a skladovacích ploch díky rozsáhlé průmyslové zóně „Černovická terasa“ – na území ZSJ Tuřanka, Pod vlárskou tratí a Černovickou terasou narostly výrobní plochy o 16,5 ha do roku 2002 v letech 2002–2009 přibývalo dalších 60,5 ha. (obr. 5)

Další výrazný růst proběhl v oblasti Kněžské háje díky zvětšení brněnského letiště (plocha typu DX), které znamenalo zvýšení zastavěné plochy i ve Šlapanicích (ZSJ Tuřanka). Tam narostla mírně (o 1,8 ha v každém z obou sledovaných období) i plocha skladovacích areálů a přibývalo několik menších ploch pro bydlení (individuální i hromadné). Připravovaná velká průmyslová zóna by měla znamenat další nárůst průmyslových a skladovacích ploch. Ze všech sledovaných území největší nárůst zástavby byl identifikován v případě Modřic. Zastavěné plochy se v tomto městě v období let 1991–2009 rozrostly o více než 110 ha. Největší podíl na tom má zejména vznik obchodního centra Olympia (23 ha), vyčleněného pro potřeby dopravního modelu do samostatné dopravní zóny, a značný nárůst ploch pro skladování a logistiku – díky areálu CT Park lokalizovanému u rychlostní silnice R52. V menší míře se zvětšila výměra ploch pro bydlení, a to jak individuální tak hromadné, většinou vhodně integrovaných do již existující zástavby. V okolních obcích narostly plochy individuálního bydlení, převážně formou plošné výstavby celých nových ulic na okraji obce – hlavně v Želešicích a Rebešovicích.

Městská část Brno-jih zaznamenala velký nárůst zejména prodejních ploch. Na jejím území vzniklo hned několik významných prodejních komplexů, včetně Avion Shopping Parku, obchodního centra Futurum a velkoplošných prodejen nepotravinářského zboží Bauhaus a Baumax a dalších hypermarketů – Interspar a diskontního Makra. Jde o brněnskou měst-



Obr. 5 Průmyslová zóna Černovická terasa

skou část s daleko nejvyšším podílem prodejní plochy na jednoho obyvatele (viz Mulíček, 2007). (obr. 6)

Oblast F: Popůvky u Brna, Troubsko, Ostopovice, Moravany

Na jihozápadním okraji narůstají plochy pro individuální bydlení postupně od druhé poloviny devadesátých let s akcelerací růstu po roce 2002. To se týká jak Troubska, tak i Popůvek, Ostopovic a Moravan. Tento trend ovšem nebyl potvrzen u nedalekých Střelic. Růst obytné zástavby je doplněn také vznikem menších ploch pro skladování (hlavně Popůvky), případně průmyslovou výrobu (Moravany). V nově vzniklých lokalitách je výrazně vyšší hustota zástavby, vznikají i menší několikabytové stavby (viladomy). Dopravní dostupnost těchto lokalit je zejména směrem do Brna poněkud horší, neboť sice leží podél dálnice D1, avšak přímé napojení chybí. Z veřejné dopravy jsou k dispozici pouze autobusy IDS

JmK, Troubsko disponuje i zastávkou vlaku, kterou však velké množství spojů pouze projíždí. (obr. 7)

Oblast H: Rosice, Zastávka u Brna, Ostrovačice, Tetčice, Říčany

Města a obce v této oblasti Boskovické brázdy mají výhodu v dobré dostupnosti Brna jednak po dálnici D1 díky exitům Kývalka a Ostrovačice a také po železnici č. 240 Brno – Jihlava. Hlavním centrem regionu jsou Rosice, které ve sledovaném období rostly, avšak převážně neuspořádaně v různých okrajových částech. Až v posledním období byla urbanizována souvislá plocha při výjezdu silnice I/23 směrem na Brno – díky výstavbě dvojice supermarketů a nové ploše individuálního bydlení. Poloha nově zbudovaných supermarketů je vhodná pro realizaci řetězce návazných cest formou pass-by (zastávka na cestě), kdy přidáním dalšího účelu na cestě nedojde



Obr. 6 Zástavba typická pro komerční průmyslovou suburbanizaci (CT Park Modřice)



Obr. 7 Nejnověji vznikající plochy bydlení u Popůvek se vyznačují koncentrovanou zástavbou, včetně vícebytových objektů

k prodloužení celkově ujeté trasy. Sousední Zastávka u Brna se zvětšila zejména díky novým plochám individuálního bydlení za nádražím směrem k Babicím. Došlo k zajímavému jevu, kdy obec přerostla do katastru sousední obce, ačkoliv nově zastavěné území je integrální součástí Zastávky. Růst obce Tetčice probíhal před rokem 2002, šlo o dozastavění proluk. Ostrovačice těží z výhodné polohy na sjezdu z dálnice D1. V prvním období rostly zejména plochy BI, avšak po menších plochách v různých částech obce (stejně jako v sousedních Říčanech), po roce 2000 vznikaly také plochy pro dopravu a skladování.

Oblast G: Brno-Kníničky, Rozdrojovice, Jinačovice

Poslední z představených lokalit je tvořena celkem třemi sídly na severozápadním okraji Brna. Kníničky jsou městskou částí Brna a postupně se rozrůstají jak jižním, tak severním směrem. Během sledovaného období se zastavěná plocha zvýšila celkem o 9,7 ha. Převážně v období do roku 2002 se rozrostly Rozdrojovice (o 13 ha), poté přibýly další cca 3 ha obytných ploch individuálního bydlení. Postupně se o více než 10 ha rozrostla zástavba také v Jinačovicích, ale více přirozeně se včlenila do již existující zástavby. Za obcí vznikl rozsáhlý golfový areál, který sice není považovaný za zastavěnou plochu, avšak jeho negativní vliv na krajinu a její funkce je zřejmý. Všechny tři lokality jsou obsluhované pouze po silnici třetí třídy a z Bystrce je možno směrem do centra Brna pokračovat pouze po již značně přetížené ulici Kníničská. Nevhodnou situaci však vyřeší až stavba silnice R43, s nájazdem severně od Jinačovic.

DISKUZE

Sledování dynamiky vývoje využití krajiny v zázemí měst a hodnocení suburbanizačních procesů u větších územních celků bylo tématem prací zahraničních autorů, které jsou zmiňovány v úvodu. V příspěvku autorů Poelmans, Rompaey (2009) byla vymezena dvě zónová území v Belgii – zá-

zemí hlavního města Brusel a zázemí města Hageland. Zatímco v okolí Bruselu byly nové zastavěné plochy vytvářeny ze 71 % z orné půdy a z 20 % z trvalých travních porostů, u města Hageland byl poměr u orné půdy ještě vyšší (86 %), trvalé travní porosty (9 %). Ve srovnání s podíly jednotlivých kategorií využití krajiny u nově vzniklých zastavěných ploch za Jihomoravský kraj jde o podobné hodnoty – orná půda (74 %), les (10 %), trvalé travní porosty (6 %). Je zřejmé, že pro zastoupení těchto kategorií jsou rozhodující přírodní poměry v dané oblasti. V případě Barcelony a jejího zázemí (Catalán et al., 2008) byl podíl kategorií využití krajiny u nově vzniklých zastavěných ploch odlišný – orná půda (54 %), les (26 %), křoviny (19 %).

Obdobné zjištění bylo i u dvou odlišných zájmových území v práci autorů Catalán, Saurí, Serra (2008), kde v případě Houstonu a okolí (USA) nově zastavěné plochy vznikaly především z trvalých travních porostů a lesa, v původně zemědělské oblasti města Daqing (Čína) tyto plochy vznikaly zejména z území orné půdy. Je evidentní, že problematika záboru kvalitní orné půdy, případně cenných ploch trvalých travních porostů a lesů v těsném zázemí měst je celosvětovým tématem. V případě státu New Jersey v USA, v kterém se nachází suburbanizované oblasti v zázemí měst New Jersey, New York a Philadelphia (Hasse, Lathrop, 2003), dosahoval nárůst zastavěných ploch v období 1986–1995 ve většině oblastí 5–17 %, což odpovídá indexu změny 1,05–1,17 za 9 let. V Jihomoravském kraji byl index růstu zastavěných ploch mezi roky 1991–1994 a 2006–2009 vyšší než 1,05 u 40% katastrálních území, více než 30% nárůst zastavěných ploch vykazovalo přibližně 6% katastrálních území. Musíme mít ovšem na zřeteli, že v případě analýz za Jihomoravský kraj jde o porovnání změn za delší časové období. V zázemí města Barcelona (Catalán et al., 2008) se celková zastavěná plocha mezi roky 1993 a 2000 rozrostla o 27,7 %, její podíl se ve vymezeném území zvýšil během 7 let o 2,7 %.

Podobné hodnoty dosahovaly v Jihomoravském kraji za sledované 15leté období pouze tři správní obvody obcí s rozšířenou působností – ORP Šlapanice (3,55 %), ORP Brno-měs-

to (3,40 %) a ORP Kuřim (2,51 %). Vyšší intenzita růstu zastavěných ploch v případě Barcelony je dána i samotnou velikostí tohoto sídla (1,6 mil. obyvatel) a jeho významem v rámci Španělska. V případě Barcelony i Brna jde o druhá největší města ve svých zemích.

Hodnoty indexu růstu zastavěných ploch odrážejí v zázemí měst a zejména ve větších územních celcích (např. v celém Jihomoravském kraji) nejen suburbanizační procesy, ale zahrnují v sobě i pozvolný přirozený růst obcí a měst. Jako identifikátor vycházející z charakteristiky využití krajiny je však tento index vhodným ukazatelem pro zachycení zásadních suburbanizačních procesů.

Jedna z prvních analýz suburbanizačních procesů v Brně a jeho nejbližším okolí proběhla v reakci na výsledky Sčítání lidu, domů a bytů 2001 (Mulíček, Olšová, 2002; Mulíček, 2002) převážně na základě srovnání vývoje sociodemografických faktorů v jednotlivých městských částech, resp. jednotlivých obcích v blízkém zázemí města. Sledované území bylo děleno na tři základní sídelní zóny (kompaktní jádrové území vs. kontaktní okrajové části města vs. vnější lem z obcí ležících vně administrativního území Brna). Ve shodě s výsledky analýzy funkčního využití zastavěných ploch 1991–2002 byly identifikovány jako nejdynamičtější se rozvíjející oblasti individuálního bydlení na severním a severovýchodním vnějším okraji města a jeho přilehlém lemu, i přes využití odlišných metodických postupů pro identifikaci takových lokalit. V zázemí města Brna jsou vždy zdůrazňována specifika oblasti jižně od Brna (Mulíček, 2002, Mackovčín et al., 2008). Pro tuto oblast je typický rozvoj komerční suburbanizace ve vazbě na dopravní tepny, zejména silniční síť. Podobné projevy suburbanizace lze však sledovat také např. v zázemí města Praha (Borovičková, Kindl, 2009), případně v zázemí města Prešov (Matlovič, Sedláková, 2007). Společným rysem předchozích příspěvků a obecně většiny prací, které se věnují projevům suburbanizace v České republice a Slovenské republice, je jejich popisná informace o procesech a dopadech na využití krajiny. Nejčastěji je hodnocena suburbanizace pomocí statistických dat o obyvatelstvu, bytové výstavbě, dopravních charakteristikách apod.

Mezi práce, které se snaží proces suburbanizace zachytit pomocí mapování využití v krajině lze řadit následující příspěvky: Bičík, Kupková (2006); Mackovčín et al. (2008); Chuman, Romportl (2008). Velmi zajímavé výsledky přináší posledně jmenovaný příspěvek, v kterém bylo pro sledování změn využití ploch využito mapování CORINE Land Cover z let 1990 a 2000. Toto srovnání za pomoci družicových snímků bylo provedeno pro území České republiky. V Brně a okolí jsou ve shodě s výsledky v tomto příspěvku vymezeny a lokalizovány jak plochy rezidenční suburbanizace, tak komerční suburbanizace. Bohužel užití tohoto mapování je limitováno kvalitou vstupních dat a rozlišením družicových snímků - použitelnost je tedy na studii za území celé republiky, případně krajů. Na základě mapových výstupů, které jsou součástí tohoto příspěvku, je zřejmé, že intenzita suburbanizačních procesů v České republice je jednoznačně nejvyšší v Praze a okolí a je často vázána na dopravní komunikace.

ZÁVĚR

Sledováním změn využití krajiny v Jihomoravském kraji bylo doloženo, že největší nárůst zastavěných ploch je v bezprostřední blízkosti města Brna a jeho okolí. Ve vzdálenosti 25 km od centra města Brna je soustředěno 44,6 % v kraji nově vzniklých zastavěných ploch. Nejvyšší intenzita růstu zastavěného území je v zónách do vzdálenosti 5 km a 10 km od centra města Brna. Nové zastavěné plochy vznikaly nejčastěji z orné půdy (73,9%), lesů (9,6%) a trvalých travních porostů (6,4%). V Jihomoravském kraji je tímto způsobem velmi často ze zemědělského půdního fondu odjímána půda s vysokou bonitou.

Při sledování změn funkčního využití v zázemí města Brna byla pozornost věnována komerční i rezidenční suburbanizaci. V rámci města Brna a jeho okolí se nová rezidenční zástavba nachází, v převážné míře, na jeho severním, západním a východním okraji, přirozené „zelené hranici města“, kterou tvoří pás lesů Brněnské vrchoviny (Bobravská vrchovina, Podkomorské lesy, hřeben Babího lomu, Moravský kras), tedy přírodě blízké oblasti. Naopak největší koncentrace komerčních aktivit je v oblasti na jihu města, v okolí křižovatek dálnice D1 s dálnicí D2 (směr Břeclav – Bratislava) a silnicí I/52 (navazující na rychlostní silnici R52 směr Pohořelice – Wien). V případě rezidenční suburbanizace byla v 90. letech pro zázemí Brna typická individuální výstavba rodinných domů. Po roce 2000 byla již většina nově vytvořených domů a bytů stavěna na základě aktivit developerských firem, díky nimž docházelo k pozvolnému zvyšování podílu ploch hromadného bydlení, přičemž i nadále plošně převažovala území s rodinnými domy. Mezi aktuální projevy suburbanizace v zázemí Brna se řadí také budování průmyslových zón, logistických center a rozšiřování obchodních zón.

Výsledky sledování funkčního využití zastavěných ploch na území města Brna a v jeho zázemí budou jedním ze vstupů pro vytvoření podrobného multimodálního dopravního modelu celé oblasti v programu EMME/3.

Poděkování

Tento příspěvek byl podpořen v instituci Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., výzkumným záměrem MSM 6293359101 „Výzkum zdrojů a indikátorů biodiverzity v kulturní krajině v kontextu dynamiky její fragmentace“ a v Centru dopravního výzkumu, v. v. i., projektem VaV Ministerstva dopravy CG921-109-910 „Časová dostupnost jako dopravní indikátor nekontrolovatelného rozrůstání měst (urban sprawl)“.

LITERATURA

Alberti, M. (2005): The effects of urban patterns on ecosystem function *International Regional Science Review*, vol. 28, no. 2, p. 168–192.

Bičík, I., Kupková, L. (2006): Vývoj využití ploch v Pražském městském regionu. In Ouředníček, M. [Ed.] *Sociální*

- geografie Pražského městského regionu. Praha, Pff UK, s. 42–63.
- Borovičková, H., Kindl, Z. (2009): Suburbanizace v Průhonicích a okolí. In Suburbanizace, příloha časopisu Urbanismus a územní rozvoj 4/2009. Beroun, 23.–24. 4. 2009. Brno, ÚÚR, s. 50–52.
- Catalán, B., Saurí, D., Serra, P. (2008): Urban sprawl in the Mediterranean? Patterns of growth and change in the Barcelona Metropolitan Region 1993–2000. *Landscape and Urban Planning*, vol. 85, no. 3–4, p.174–184.
- Crawford, T. W. (2007): Where does the coast sprawl the most? Trajectories of residential development and sprawl in coastal North Carolina, 1971–2000. *Landscape and Urban Planning*, vol. 83, no. 4, p. 294–307.
- De Ridder, K., Lefebvre, F., Adriaensen, S., Arnold, U., Beckroege, W., Bronner, Ch., Damsgaard, O., Dostal, I., Dufek, J., Hirsch, J., IntPanis, L., Kotek, Z., Ramadier, T., Thierry, A., Vermoote, S., Wania, A., Weber, Ch. (2008): Simulating the impact of urban sprawl on air quality and population exposure in the German Ruhr area. Part II: Development and evaluation of an urban growth scenario. *Atmospheric Environment*, vol. 42, no. 30, p. 7070–7077.
- Deng, J. S., Wang, K., Hong, Y., Qi, J. (2009): Spatio-temporal dynamics and evolution of land use change and landscape pattern in response to rapid urbanization. *Landscape and Urban Planning*, vol. 92, no. 3–4, p. 187–198.
- Hasse, J. E., Lathrop, R. G. (2003): Land resource impact indicators of urban sprawl. *Applied Geography*, vol. 23, no. 2–3, p. 159–175.
- Chuman, T., Romportl, D. (2008): Spatial pattern of suburbanization in the Czech Republic. In Dreslerová J. [ed.]: *Venkovská krajina 2008*. Sborník z 6. ročníku mezinárodní mezioborové konference konané 23.–25. května v Hostětíně, Brno, Česká společnost pro krajinnou ekologii, p. 33–37.
- Jacquin, A., Misakova, L., Gay, M. (2008): A hybrid object-based classification approach for mapping urban sprawl in periurban environment. *Landscape and Urban Planning*, vol. 84, no. 2, p. 152–165.
- Johnson, M. P. (2001): Environmental impacts of urban sprawl: a survey of the literature and proposed research agenda. *Environment and Planning, A* vol. 33, no. 4, p. 717–735.
- Kahn, M. E. (2000): The environmental impact of suburbanization. *Journal of Policy Analysis and Management*, vol. 19, no. 4, p. 569–586.
- Mackovčín, P., Demek, J., Havlíček, M., Slavík, P., Stránská, T. (2008): Landscape Development of the Czech Republic in the last 250 years: case study urban and suburban landscapes of the of Brno. In Boltziar, M. [ed.] *Implementation of Landscape Ecology in New and Changing Conditions*. Proceedings of the 14th International Symposium on Problems of Landscape Ecological Research. Stará Lesná, High Tatra Mts. (Slovakia), 4–7 October 2006. Nitra, Institute of Landscape Ecology of the Slovak Academy of Sciences, p. 237–246.
- Mackovčín, P. (2009): Land use categorization based on topographic maps. *Acta Pruhoniana*, no. 91, p. 5–13.
- Matlovič, R., Sedláková, A. (2007): The Impact of Suburbanization in the Hinterland of Prešov (Slovakia). *Moravian Geographical Reports*, vol. 15, no. 2, p. 22–31.
- Martinuzzi, S., Gould, W. A., Ramos González, O. (2007): Land development, land use, and urban sprawl in Puerto Rico integrating remote sensing and population census data. *Landscape and Urban Planning*, vol. 79, no. 3–4, p. 288–297.
- Mulíček, O. (2002): Suburbanizace v Brně a jeho okolí. In Sýkora, L. [ed.]: *Suburbanizace a její sociální, ekonomické a ekologické důsledky*. Ústav pro ekopolitiku. Praha, s. 171–182.
- Mulíček, O. (2007): Prostorové aspekty současného vývoje brněnské maloobchodní sítě. *Urbanismus a územní rozvoj*, roč. 10, č. 6, s. 14–20.
- Mulíček, O., Olšová, I. (2002): Město Brno a důsledky různých forem suburbanizace. *Urbanismus a územní rozvoj*, roč. 5, č. 6, s. 17–21.
- Ouředníček, M. (2002): Suburbanizace v kontextu urbanizačního procesu. In Sýkora, L. [ed.]: *Suburbanizace a její sociální, ekonomické a ekologické důsledky*. Ústav pro ekopolitiku, Praha, s. 39–54.
- Poelmans, L., Van Rompaey, A. (2009): Detecting and modelling spatial patterns of urban sprawl in highly fragmented areas: A case study in the Flanders–Brussels region. *Landscape and Urban Planning*, vol. 93, no. 1, p. 10–19.
- Poláček, J., Beneš, J., Poláčková, V. (2009). Minimální standard pro digitální zpracování územních plánů v GIS v prostředí zákona č. 183/2006 Sb. Praha, Hydrosoft Veleslavín & UP-24, 90 s.
- Sullivan, W. C., Lovell, S. T. (2006): Improving the visual quality of commercial development at the rural–urban fringe. *Landscape and Urban Planning*, vol. 77, no. 1–2, p. 152–166.
- Sýkora, L. (2002): Suburbanizace a její sociální, ekonomické a ekologické důsledky. Ústav pro ekopolitiku, Praha, 191 s.
- Tang, J., Wang, L., Yao, Z. (2008): Analyses of urban landscape dynamics using multi-temporal satellite images: A comparison of two petroleum-oriented cities. *Landscape and Urban Planning*, vol. 87, no. 4, p. 269–278.

Rukopis doručen: 26. 2. 2010

Přiját po recenzii: 20. 7. 2010

DVĚ NOVÉ ODRŮDY RODODENDRONŮ – ‘BOUZOV’ A ‘LOKET’

TWO NEW RHODODENDRON CULTIVARS – ‘BOUZOV’ AND ‘LOKET’

Michal Severa, Jiřina Růžičková

Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., Květnové nám. 391, 252 43 Průhonice, severa@vukoz.cz

Abstrakt

Příspěvek představuje dvě nové české odrůdy velkolistých rododendronů vyšlechtěné v Průhonicích. Odrůdy byly pojmenovány ‘Bouзов’ a ‘Loket’, přičemž obě doposud prokázaly dobrou odolnost, zejména vůči nízkým zimním teplotám. Vzhledem k jejich velmi ranému kvetení významně rozšiřují spektrum doby kvetení mezi sortimentem odolných českých odrůd velkolistých rododendronů. Obě odrůdy se dají dobře množit roubováním na tradičně užívané podnože, odrůdu ‘Loket’ je možné i řízkovat.

Klíčová slova: rododendron, odrůda, šlechtění, křížení

Abstract

This article presents two new Czech cultivars of broad-leaved rhododendrons bred in Průhonice. They are named ‘Bouзов’ and ‘Loket’, both hybrids seem to be quite hardy so far, especially they have good tolerance for low temperatures during the wintertime. Due to their early flowering time they obviously enhance the flowering period among hardy Czech broad-leaved rhododendron cultivars. Both can be successfully propagated by grafting on the usual stocks, ‘Loket’ is possible to propagate by cuttings as well.

Key words: rhododendron, cultivar, breeding, crossing

ÚVOD

Dřeviny rodu *Rhododendron* L. (česky pěnišník, popř. rododendron nebo azalka) jsou již tradičně předmětem zájmu šlechtitelů díky svému atraktivnímu vzhledu a celkově značné oblibě mezi pěstiteli. Vedle šlechtění estetických vlastností lze poměrně úspěšně v hybridizaci upevňovat znaky spojené s přirozenou odolností k různým biotickým i abiotickým škodlivým činitelům, přičemž prospěšná je zde existence několika set přírodních druhů s různými vlastnostmi. Na druhé straně nevýhodou ve šlechtění těchto rostlin zůstává poměrně dlouhá doba nutná od výsevu do kvetení semenáčů, a tím i možnosti jejich selekce. Obvykle jde o záležitost, jejíž výsledky je možné hodnotit až s určitým časovým odstupem (většinou ne méně než v horizontu deseti i více let).

V první polovině 20. století patřil v českých zemích mezi průkopníky šlechtění v rámci rodu *Rhododendron* L. doc. Bohumil Kavka, který svoji šlechtitelskou činnost věnoval v Průhonicích zprvu opadavým i poloopadavým azalkám, ale posléze jeho pozornosti neušly ani velkolisté stálezelené rododendrony. Určujícím při průhonickém šlechtění se již od počátku stal šlechtitelský cíl zaměřený na odolnost nových odrůd ke klimatu výrazněji kontinentálnímu (ve srovnání například se západní Evropou), tzn. jistá tolerance k chladným mrazivým zimám a relativně vysokým teplotám v kombinaci se suchými periodami v letním období. Na prvotní Kavkovu šlechtitelskou práci navázala celá řada dalších šlechtitelů, kteří v Průhonicích působili v pozdějších letech. Výsledkem jejich společného úsilí je existence několika desítek původních českých odrůd, které mají ve světovém sortimentu rododendronů důležité místo zejména pro svou zimovzdornost (Kavka, 1939; Kavka, 1962; Hieke, 1985; Nekolová, 1998; Tábor, 2007; Severa, Růžičková, 2008 apod.). Tyto odrůdy je tak be-

zesporu možné považovat za součást kulturního dědictví spojeného přinejmenším s historickým vývojem daného regionu.

MATERIÁL A METODY

Celý soubor nově získaných kříženců je postupně podrobován kombinované (pozitivní i negativní) selekci. Hlavní kritéria pro pozitivní hodnocení perspektivních klonů jsou: 1./ celková odolnost rostlin, 2./ úspěšné vegetativní množení, 3./ pěkný habitus a olistění rostlin, 4./ bohatost kvetení, 5./ další sadovnické důležité znaky. V připojených popisech nově uvedených odrůd je hodnocení vybraných morfologických a biologických znaků podrobně zpracováno podle Klasifikátoru rodu *Rhododendron* L. (Nekolová et al., 2002). Pro bližší určení barvy květů, včetně jejich částí, byla použita kódovaná stupnice sestavená Royal Horticulture Society (R. H. S. Colour Chart).

Ve šlechtění rododendronů jsou cíleně hledány cesty k získání nových odrůd, které budou mimo jiné přínosné v posunutí doby kvetení oproti většině pěstovaného sortimentu. Úspěšně se tak stalo i v následujícím případě. Obě nové odrůdy vycházejí z rozpracovaného šlechtitelského záměru s velmi časně kvetoucími druhy velkolistých botanických rododendronů (podrod *Hymenanthes* Blume) vytvořeného ing. Miladou Opatrnou. Výsledky těchto jejích hybridizačních pokusů (Opatrná, 1978) jsou v průběhu let podrobně sledovány, a to jak zpočátku autorkou křížení, tak v pozdějších letech i kolektivem dalších pracovníků Výzkumného ústavu Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i. Rozpracovaný materiál si vyžádal delší časové zpracování díky relativně dlouhé době, ve které původní semenáče dosáhly fertillního stavu, bo-

hatšího kvetení, a tím možnosti jejich vzájemného porovnání. V pozdějších fázích výběrů hrál roli i fakt, že velká část kříženců si i nadále zachovávala svůj poněkud skromnější nástup do fertility i po přemnožení (roubováním na odrůdu 'Cunningham' s 'White'). V konečném výběru, který tak nutně zabra delší časové období, byli nakonec vybíráni a upřednostňováni jedinci mimo jiné s časnějším a bohatším nasazováním květních pupenů na mladých rostlinách. Dvě nové české odrůdy rododendronů jsou tak prvním dílčím výsledkem vycházejícím z těchto úspěšných křížení, avšak dále jsou sledovány a hodnoceny i jejich další perspektivní sesterské semenáče.

Nově vyšlechtěné odrůdy byly porovnávány s původní českou odrůdou 'Alena', která se svou dobou kvetení nejvíce přibližuje oběma odrůdám. Charakter i velikost keřů všech porovnávaných odrůd jsou obdobné díky nezanedbatelnému vlivu jednoho z předků (*R. decorum* Franch.), který se významně podílel na vzniku všech tří odrůd.

Odrůda 'Bouзов' pochází z křížení provedeného na jaře v roce 1955. Jako mateřská rostlina byl zvolen velmi časně kvetoucí botanický druh *R. calophytum* Franch. Tento druh se přirozeně vyskytuje v horách jihozápadní Číny (východní až středozápadní Sečuán, severovýchodní Yunnan) v nadmořských výškách přibližně 1 800 až 4 000 m (Cox et Cox, 1997). Rostliny jsou velmi robustní, na přírodních lokalitách až 9 m vysoké, s dlouhými špičatými listy a široce zvonkovitou korunou bílé až světle růžové barvy a s výraznou tmavou kresbou slitou do nápadné skvrny. V klimatických podmínkách střední Evropy nepatří tento botanický druh k nejodolnějším, poškození na něm může způsobovat silný mráz v zimě a zejména pak pozdní jarní mrazíky, které snadno zničí jeho velmi časně rozkvetlé květy, případně i narašené mladé výhony. Jako otcovská rostlina byla v křížení použita osvědčená, středně raná, dosti odolná a atraktivní česká odrůda 'Arnošt Silva Tarouca' (hybrid *R. decorum* × 'Caractacus'; šlechtitel B. Kavka), jenž má robustní růst a velké, vonné, zářivě červenorůžové květy se světlejším středem a dosti nápadnou tmavou kombinovanou kresbou. Pro potřeby provedení hybridizace musela být otcovská odrůda narychlena, především kvůli přirozeně pozdější době kvetení oproti *R. calophytum*, a to tak, aby došlo k žádoucí synchronizaci ve vývoji květů u obou rodičovských rostlin.

Stejně jako předchozí pochází i druhá odrůda 'Loket' z křížení provedeného na jaře roku 1955. Mateřskou rostlinou však byl tentokrát velmi časně kvetoucí *R. strigillosum* Franch. Tento druh se přirozeně vyskytuje v horách jihozápadní Číny (Sečuán, severovýchodní Yunnan) v nadmořských výškách přibližně 2 100–3 400 m (Cox et Cox, 1997). Rostliny jsou středně vzrůstné, často pravidelného a kulovitého habitu, v domovině dorůstající výšky až 6 m, s dlouhými, úzkými a špičatými listy a s množstvím nápadných štětinatých trichomů, zejména na spodní straně listů, na řapících a borce letorostů. Květy mají otevřeně zvonkovitou korunu, nejčastěji červené nebo karmínové, případně tmavorůžové barvy. Ani tento přírodní botanický druh nebývá v podmínkách střední Evropy příliš odolný. Nejčastěji trpí velmi nízkými teplotami v zimě a především pozdními jarními mrazíky, které mohou zničit jeho velmi časně rašení i s květními poupaty. Otcovskou rostlinou v tomto křížení byla, stejně jako v předchozím případě,

zvolena přirychlená česká odrůda 'Arnošt Silva Tarouca', jejíž doba květu tak byla rovněž uměle přizpůsobena přirozené době květu druhu *R. strigillosum*.

VÝSLEDKY

'Bouзов'

Nová odrůda 'Bouзов' (obr. 1 a 2) je cenná zejména pro pěkný, zcela kompaktní habitus dobře zavětvěných rostlin, silné výhony s masivními, lesklými, tmavozelenými špičatými listy a zejména rané a bohaté kvetení. Květy jsou velké, slabě vonné, koruna otevřeně zvonkovitá, světle růžová s nápadnou převážně háčkovitou tmavou kresbou. Velice atraktivní je rovněž rašení mladých letorostů v době po odkvětu. Z pupenů prorůstající letorosty jsou středně až světle zelené, podepřené nápadně velkými, výrazně tmavě červenými obalnými šupinami – odrůda 'Bouзов' tak poskytuje po odkvětu druhý, v současném sortimentu dosti neobvyklý a málo zastoupený barevně nápadný efekt (obr. 2). Rostliny doposud vykazují dobrou odolnost k nízkým zimním teplotám, v některých letech s méně příznivým průběhem jarních teplot však mohou být již vyvinutá květní poupata poškozena pozdními mrazíky. Standardní množení roubováním na podnože 'Cunningham' s 'White' je bezproblémové, odrůda vykazuje dobrou afinitu s touto podnoží. Podrobný popis odrůdy v tab. 1.

'Loket'

Nová odrůda 'Loket' (obr. 3 a 4) je cenná zejména pro své bohaté rané kvetení v podobě nápadných, velkých, sytě růžových květů. Keře mají vyšší vzrůst, kompaktní, široce keřovitý až lehce vystoupavý habitus a lesklé, velmi tmavě zelené listy. Rostliny zatím vykazovaly dobrou odolnost k nízkým zimním teplotám, v některých letech se může na části nakvétajících poupat objevit poškození způsobené pozdními jarními mrazíky. Standardní množení roubováním na podnože 'Cunningham' s 'White' je bezproblémové, odrůda vykazuje dobrou afinitu s touto podnoží. Odrůda přináší celkem dobré výsledky i při množení řízkováním vyrostlých letorostů, přičemž výsledná výtěžnost zakořenělých rostlin bývá v tomto případě alespoň 50%. Podrobný popis odrůdy v tab. 1.

DISKUZE

V příspěvku jsou nově představeny dvě odrůdy velkolistých rododendronů, které obstály v několikaletém hodnocení. Jedná se o odrůdy pocházející z rozpracovaného šlechtitelského záměru ing. Milady Opatrné, jenž měl za cíl vyšlechtit odolné velmi rané rododendrony. Obě nově představené odrůdy 'Bouзов' (*R. calophytum* × 'Arnošt Silva Tarouca') a 'Loket' (*R. strigillosum* × 'Arnošt Silva Tarouca') jsou přínosné pro svou velmi časnou dobu květu – od první poloviny dubna. V sortimentu původních českých odolných odrůd rododendronů byla dosud udávána jako nejčasnější vzrůstná odrůda J. Kyn-

Tab. 1 Popisy dvou nových odrůd rododendronů – ‘Bouзов’ a ‘Loket’

Název	‘BOUZOV’	‘LOKET’
evidenční číslo	semenáč č. 1	semenáč č. 9
kombinace	<i>R. calophytum</i> × ‘Arnošt Silva Tarouca’	<i>R. strigillosum</i> × ‘Arnošt Silva Tarouca’
šlechtitel	Opatrná M.	Opatrná M.
habitus	pravidelný, široce keřovitý, kompaktní, dobře zavětvěný	široce až vystoupavě keřovitý, kompaktní
v 10 letech výška/šířka rostliny	110 cm/110 cm	130 cm/110 cm
list		
vytrvalost	stálezelený	stálezelený
délka	dlouhý až velmi dlouhý (9,3–15,5 cm)	střední (7,9–9,5 cm)
šířka	široký (4,1–5,7 cm)	střední až široký (3,3–4,2 cm)
tvár	eliptický	eliptický
barva horní strany	tmavě zelená (147 A)	tmavě zelená (tmavší než 147 A)
barva spodní strany	šedozeleá (147 C)	středně zelená (148 B); střední žilka a řapík se slabým až velmi slabým rezavým indumentem
řapík délka	střední (1,9–2,8 cm)	střední (1,4–1,9 cm)
květ		
typ	jednoduchý, s 5 korunními cípy, se slabě až středně zvlněným okrajem	jednoduchý s 5–7 korunními cípy, se slabě až velmi slabě zvlněným okrajem
tvár	otevřeně zvonkovitý	otevřeně zvonkovitý
barva vnitřní	světle růžová (69 B)	růžová (63 C–D, na okrajích 64 D)
barva vnější	světle růžová (69 B), s tmavším růžovým nádechem (75 C)	růžová (64 D), žebra a báze tmavší (61 C)
průměr	střední až velký (7,0–7,9 cm)	střední až velký (7,0–8,9 cm)
délka květní stopky	střední (2,1–3,6 cm)	střední (2,0–3,5 cm)
kalich	nepatrný	nepatrný
barva nitky	bílá	bílá, u báze karmínová
barva čnělky	světle žlutá, u báze žlutozeleá	světle žlutá
barva blizny	žlutá (nápadně velká)	světle hnědá (velká)
barva prašníků	skořicová	skořicová
počet tyčinek	9–11	10–11
poměr pestíku a tyčinek	pestík je delší	pestík je delší
typ a výraznost kresby	výrazná, převážně háčkovitá, na 3 horních cípech	slabá, kombinovaná, na 1 horním cípu; v jícnu výraznější karmínový "nehet"
barva kresby	purpurová (60 B)	tmavě purpurově červená
vůně	slabá	nevoní
květenství		
počet květů	11–13	8–10
pozice	vrcholové	vrcholové
tvár	kulovitý, později rozklesle kulovitý	kulovitý, později rozklesle kulovitý
doba kvetení	raný (od první poloviny dubna; 10 až 14 dní před odrůdou ‘Alena’)	raný (od první poloviny dubna; 10 až 14 dní před odrůdou ‘Alena’)

dla a J. Dvořáka ‘Alena’, jejíž nejranější nakvétání bylo pozorováno v termínu 3. 5. (Hieke, 1985). Našimi pozorováními byly zaznamenány keře této odrůdy v době plného květu již 30. 4., čímž lze u nich nakvétání v některých letech předpokládat ještě o několik dnů dříve. U odrůd ‘Bouзов’ i ‘Loket’ bylo nejranější nakvétání zaznamenáno shodně v termínu 10. 4. Tímto obě nové odrůdy svou raností překonávají dosud nejranější vzrůstnou odrůdu v sortimentu průhonických odrůd řádově o 10–14 dnů. V době po odkvětu je odrůda ‘Bou-

зов’ navíc nápadná atraktivním a nevšedním zbarvením zveličených červených obalných šupin v doprovodu nově rašících letorostů. Tento efekt není pro žádnou z českých odrůd nápadný a nebyl ani publikován (Hieke, 1985). Nová odrůda v tomto směru vyniká i ve srovnání s například u nás poměrně často pěstovanou příbuznou německou odrůdou ‘Dominik’ (‘Kokardia’ × *R. calophytum*). V jejich dalším vzájemném srovnání je ‘Bouзов’ přínosnější také větší velikostí svých květů a jejich slabou vůní. Odrůda ‘Loket’ je ve světovém sor-



Obr. 1 Rhododendron 'Bouzov'



Obr. 2 Rhododendron 'Bouzov' – rašení mladých letorostů



Obr. 3 Rhododendron 'Loket'

timentu porovnatelná s dosti oblíbenou ranou, výrazně červenou americkou odrůdou 'Taurus' ('The Honourable Jean Marie de Montague' × *R. strigillosum*). V porovnání s ní však 'Loket' vykvetá zpravidla o několik dní později (snížení rizika namrznutí) a má zcela odlišný tvar i zbarvení květů.

ZÁVĚR

1. V návaznosti na předchozí šlechtitelskou práci byly



Obr. 4 Rhododendron 'Loket' – sedmiletá rostlina

získány dvě nové odolné odrůdy velkolistých rododendronů: 'Bouzov' a 'Loket'. Obě nové odrůdy zatím prokázaly dobrou odolnost vůči nepříznivým biotickým i abiotickým faktorům a díky své ranosti významně rozšiřují spektrum doby kvetení mezi českými odrůdami.

2. Odrůda 'Bouzov' je hodnotná pro velmi rané a bohaté kvetení, pravidelný kompaktní habitus, nápadné olistění a efektní rašení mladých letorostů.
3. Odrůda 'Loket' je přínosná svým velmi raným kvetením, atraktivním květem a pěkným habitem.

Poděkování

Základní informace a podklady důležité pro vznik článku laskavě poskytla ing. Milada Opatrná. Tato práce byla vytvořena za finanční podpory Ministerstva životního prostředí ČR v rámci výzkumného záměru MŽP0002707301-VIII.02 (Šlechtění okrasných dřevin na zvýšenou odolnost k biotickým a abiotickým činitelům s přihlédnutím na sadovnické důležité znaky).

LITERATURA

- Cox, P. A., Cox, K. N. E. (1997): The Encyclopedia of Rhododendron Species, 2nd edition. Glendoick Publishing, Glendoick, 416 p., ISBN 0-9530533-0X.
- Hieke, K. (1985): Československé šlechtění rodu *Rhododendron* L. In Aktuality Výzkumného a šlechtitelského ústavu okrasného zahradnictví v Průhonicích, Průhonice, VŠÚOZ, 210 s.
- Kavka, B. (1939): Azalea. Popis druhů a odrůd a jejich pěstování v Čechách a na Moravě. Praha, Ministerstvo zemědělství. Zprávy výzkumných ústavů zemědělských, č. 76, 83 s.
- Kavka, B. (1962): The Breeding of New Varieties of *Rhododendron hybridum* and of Large-flowered Dwarf Rhododendrons (*Rhododendron* × *pruhonicianum* Kavka). Acta Pruhoniana, no. 4, p. 1–12, ISBN 80-85116-17-0.
- Nekolová, A. (1998): Nově vyšlechtěné odrůdy rododendronů v Průhonicích. Acta Pruhoniana, č. 66, s. 93–97, ISBN 80-85116-17-0.
- Nekolová, A., Čejchan, A., Faberová, I. (2002): Klasifikátor. Descriptor List Genus *Rhododendron* L. Rada genetických zdrojů rostlin. VÚRV Praha a VÚKOZ Průhonice, 42 s.
- Opatrná, M. (1978): O výsledcích několika křížení mezi botanickými druhy a kultivary rododendronů. Časopis Slezského muzea (série C), roč. 27, č. 1, s. 33–35.
- Severa, M., Růžičková, J. (2008): Průhonická novošlechtění poloopadavých azalek [r. *Rhododendron* L., podr. *Tsutsusi* (Sweet) Pojarkova]. Acta Pruhoniana, č. 89, s. 87–90, ISBN 80-85116-17-0.
- Tábor, I. (2007): Nové průhonické odrůdy rododendronů a azalek. In Havlíčková K. [red.]: Strom a květina – součást života. Sbor. ref. z věd. konference, 4.–5. září 2007, Průhonice, VÚKOZ, s. 245–249, ISBN 978-80-85116-52-6.

Rukopis doručen: 25. 2. 2010

Přijat po recenzi: 25. 3. 2010

Vydává: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., Průhonice
Květnové nám. 391, 252 43 Průhonice
s Novou tiskárnou Pelhřimov, spol. s r. o., Krasíkovická 1787, 393 01 Pelhřimov

Odpovědný redaktor: Doc. Ing. Ivo Tábora, CSc. – (tabora@vukoz.cz)

Grafická úprava a sazba: Mária Táboraová

Náklad: 400 ks

Sazba provedena v Adobe InDesignu písmem Adobe Garamond Pro