

ACTA PRUHONICIANA

89

2008

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



Průhonice 2008

Kolektiv autorů

Ing. Vojtěch Benetka, CSc.

Ing. Kateřina Kozlíková

Ing. Petra Pilařová

Ing. Josef Mertelík, CSc.

Ing. Kateřina Kloudová

RNDr. František Šrámek, CSc.

Ing. Martin Dubský, Ph.D.

Ing. Jana Šedivá, Ph.D.

RNDr. Hana Vejsadová, CSc.

Ing. Kamila Havlíčková, Ph.D.

Mgr. Jiří Suchý

Mgr. Ivana Rudišová

Ing. Rudolf Votruba, CSc.

Ing. Věra Nachlingerová

Ing. Jan Weger, Ph.D.

Ing. Hynek Urbánek

Mgr. Michal Severa

Ing. Jiřina Růžičková

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

Ing. Jaroslav Knápek, CSc.

Ing. Jiří Vašíček, CSc.

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická, Technická 2, 166 27 Praha 6

Ing. Petra Kuchtová-Jadrná

Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zahradnická fakulta, Valtická 337, 691 44 Lednice na Moravě

Ing. Lenka Kubištová

Česká zemědělská univerzita v Praze, fakulta lesnická a environmentální, Kamýcká 129, 165 21 Praha-Suchdol

RNDr. Jiří Kaňka, DrSc.

Ústav živočišné fyziologie a genetiky AV ČR, v. v. i., 277 21 Liběchov

Ing. Jakub Laxa

Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Kamýcká 129, 165 21 Praha

Copyright © Kolektiv autorů, 2008

ISBN 978-80-85116-63-2 (VÚKOZ, Průhonice)

ISBN 978-80-7415-002-9 (Nová Tiskárna Pelhřimov, s. r. o. Pelhřimov)

ISSN 0374-5651

OBSAH

Výnos vybraných klonů vrb a topolů po 9 letech výmladkového pěstování	5
J. Weger	
Model vývoje pěstebních ploch pro záměrnou produkci biomasy	11
K. Havlíčková, J. Suchý	
Metodika analýzy potenciálu biomasy s využitím GIS	17
K. Havlíčková, J. Suchý	
Porosty rychle rostoucích dřevin v zemědělské krajině a biodiverzita	23
K. Havlíčková, I. Rudišová	
Ekonomické aspekty užití biomasy pro spalování biomasy a uhlí	29
J. Knápek, J. Vašíček, K. Havlíčková	
Ekonomické aspekty porostů rychle rostoucích dřevin	35
K. Havlíčková, J. Knápek	
Indukce organogeneze u diploidních kultivarů <i>Pelargonium × hortorum</i> L. H. Bailey	41
H. Vejsadová, P. Kuchtová-Jadrná	
Oddálení iniciace květních poupat u chryzantém (<i>Chrysanthemum × grandiflorum</i> (Ramat.) Kitam) aplikací ethephonu	47
R. Votruba	
Průzkum výskytu <i>Hydrangea Ring Spot Virus</i> v různých druzích <i>Hydrangea</i> spp. v České republice	51
J. Mertelík, K. Kloudová	
Detekce DMV u jiřinek pomocí Real-Time PCR	55
J. Kaňka, J. Laxa, J. Šedivá	
Vliv růstových regulátorů na multiplikaci koniklece (<i>Pulsatilla</i> sp.)	59
J. Šedivá, L. Kubištová	
Chlorózy matečných rostlin petúnií a jejich eliminace	63
F. Šrámek, M. Dubský	
Rozšíření sortimentu a nové pěstební technologie balkonových květin	69
V. Nachlingerová	

Srovnání energetické produkce výmladkové kultury topolu s jednoletými plodinami v bramborářské výrobní oblasti	79
--	----

V. Benetka, K. Kozlíková, P. Pilařová

Význam počtu jedinců při udržování odrůd cizosprašných druhů	83
--	----

H. Urbánek

Průhonická šlechtění poloopadavých azalek (r. <i>Rhododendron</i> L., podr. <i>Tsutsusi</i> (Sweet) Pojarkova)	87
--	----

M. Severa, J. Růžičková

VÝNOS VYBRANÝCH KLONŮ VRB A TOPOLŮ PO 9 LETECH VÝMLADKOVÉHO PĚSTOVÁNÍ

YIELD OF SELECTED POPLAR AND WILLOW CLONES AFTER 9 YEARS OF COPPICING

Jan Weger

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

Abstract: The article comprises the results of yield and growth evaluation of selected poplar and willow clones from a field experiment in the 9th year of growth (3rd harvest). The field experiment was established on 4 locations and coppiced every 3 years. Evaluated parameters include biomass yield, height of main stem, number of stems and survival rate. We can conclude from the obtained results that in the 3rd rotation: i) only some clones maintain progressive growth and yield dynamics; ii) yield of best clones was over 14 o.d.t./ha/year on average from the whole experiment and 20–28 o.d.t./ha/year on two most suitable locations, iii) tested clones are not suitable for dry soils or regions with rain deficit. Statistic evaluation of data (Kruskal-Wallis analysis) found differences between clones and experiment locations that allow for selection of the most suitable clones and for specification of site conditions suitable for them.

Abstrakt: Příspěvek shrnuje výsledky hodnocení výnosu a růstu vybraných klonů topolů a vrb v polním klonovém pokusu v 9. roce růstu, resp. v roce 3. sklizně. Pokus byl založen na 4 různorodých stanovištích a je pěstován výmladkovým způsobem ve tříletém obmýtí. U klonů byly hodnoceny následující parametry: výnos biomasy, výška hlavního kmene, počet kmenů a ztráty. Z dosažených výsledků hodnocení klonů ve třetím obmýtí vyplývá, že: i) již pouze část klonů si udržuje progresivní růstovou dynamiku a dobrý výnos; ii) průměrný výnos nejlepších klonů je přes 14 t(suš.)/ha/rok a na příznivých stanovištích 20–28 t(suš.)/ha/rok; iii) testovaný sortiment není až na výjimky vhodný pro pěstování v srážkově nedostatečných oblastech nebo vysychavých půdách. Statistické hodnocení (Kruskal-Wallisova analýza) prokázalo rozdíly mezi klony a lokalitami pokusu, které umožňují provádět výběr vhodných klonů a vytvoření typologie zemědělských půd (stanovišť) pro pěstování těchto klonů.

Key words: willow, poplar, biomass, yields, short rotation coppice (SRC).

Klíčová slova: vrba, topol, biomasa, výnos, výmladkové plantáže RRD.

1 ÚVOD

Vysoký výnos a jeho co nejdelší setrvalost je hlavním parametrem pro výběr klonů dřevin vhodných pro výmladkové pěstování na zemědělské půdě. Ve výzkumu i praxi v mírně klimatickém pásmu bylo ukázáno, že klony topolů a vrb vhodné pro výmladkové plantáže je možno opakovaně sklízet ve velmi krátkých obmýtích po dobu 15–30 let při zachování dobré vitality jejich jedinců i porostů. Vitalita klonů při výmladkovém pěstování závisí tedy zejména na dobré výmladnosti pařezů a rychlosti výškového a tloušťkového přírůstu kmenů. Při pěstování výmladkové plantáže platí, že vyšší výnos a rychlý růst kmenů snižuje některé náklady na pěstování – vznikající korunový zápoj stromů redukuje konkurenci plevelů a vytváří porostní klima příznivé pro růst celého porostu. Kromě geneticky kódovaných vlastností klonů (výmladnost, rychlý růst) se na dobrém výnosu a vitalitě plantáží podílí také řada dalších podmínek, jako jsou vlastnosti stanoviště, volba délky (velmi krátkého) obmýtí, způsob provedení sklizňového řezu a kvalita pěstební péče, které v celkovém součtu nebo i samostatně mohou mít na prospívání konkrétní plantáže větší vliv než volba sortimentu pěstovaných klonů. Výběr nových vhodných klonů pro pěstební podmínky konkrétních regionů však nadále zůstává jednou z nejdůležitějších podmínek pro budoucí rozvoj výmladkového plantážnictví u nás i jinde ve světě. Mezi specifika výběru klonů dřevin pro výmladkové plantáže u nás patří podmínky zákona o ochraně přírody a krajiny č. 114/1992 Sb., z něhož vyplývá důraz na používání druhů neinvazivních a případně domácích.

Příspěvek shrnuje vybrané výsledky 9letého klonového pokusu se sortimentem topolů a vrb (včetně klonů domácích druhů a proveniencí) založeného na 4 lokalitách se značně rozdílnými stanovištními podmínkami. Pokusné porosty byly sklíženy pravidelně, ve tříletém obmýtí. V období leden – březen 2008 byla provedena 3. sklizeň nadzemní biomasy a proveden odhad výnosu. Na konci vegetace (podzim 2007) byly u klonů měřeny také další parametry pro hodnocení klonů. Cílem polního pokusu, jehož vybrané výsledky článek předkládá, je výběr klonů topolů a vrb z domácích sbírek vhodných pro produkci biomasy výmladkovým pěstováním na zemědělské půdě.

2 METODIKA POKUSU

Pro hodnocení sortimentu byla zvolena metoda klonového selekčního pokusu. Základním principem selekčního pokusu je vystavit vybraný sortiment selekčním a tedy často i extrémním stanovištním podmínkám, v nichž se s největší pravděpodobností a rychlostí projeví vhodné, resp. nevhodné adaptace jednotlivých genotypů – v tomto případě klonů. V zásadě se jedná o experimentální aplikaci teorie katastrofické selekce nebo také efektu hrkla láhve (Bottle-neck effect) popsanou v přírodních populacích dřevin (Lewis, 1962, Mayr, 1956 a 1979).

2.1 Materiál

Sortiment pokusu byl vybrán odborníky VÚKOZ a VÚLHM tak, aby obsahoval zástupce všech hlavních taxonomických skupin vrb a topolů, u kterých se očekávaly vhodné vlast-

nosti pro výmladkový způsob pěstování. V případě vrb (rod *Salix*) to jsou vrba bílá a její kříženci (*S. alba*, *S. × rubens*), vrba košíkářská (*S. viminalis*), vrba lýkocová (*S. daphnoides*) a různí kříženci vrby jívy (*S. caprea* hybrid; *Salix × smithiana* = *S. caprea × S. viminalis*). Testovaný sortiment topolů (rod *Populus*) obsahuje zejména klony balzámových topolů (Sekce *Tacahama*) a jejich hybridů. Ve srovnání s doporučeným lesnickým sortimentem pro lignikultury byly v tomto sortimentu méně zastoupeny šedé (kanadské) topoly (Sekce

Aigeiros, skupina hybridů *P. × euroamericana* = *P. canadensis*). Z celkového počtu 36 testovaných klonů je 14 klonů (převážně vrb) původem z přírodních populací autochtonních druhů v ČR. Sadba byla získána ze sbírek VÚKOZ a VÚLHM. Pro hodnocení sklizně v devátém roce byly vybrány již jen klony, které měly v předcházejících letech nadprůměrný výnos nebo některé další významné vlastnosti (původ, taxonomie). Klony hodnocené v 9. roce růstu – 6 topolů a 10 vrb – jsou v tabulce sortimentu označeny tučně (tab. 1).

Tab. 1 Sortiment topolů a vrb testovaný v pokusu a klony vyhodnocené v 9. roce růstu (tučně)

Kód klonu	Taxon – topoly (<i>Populus</i>)	Původ
P-Andros-454	<i>P. maximowiczii × P. trichocarpa</i> 'Androscoggin'	USA, Polsko
P-ballau-507	<i>P. balsamifera × P. laurifolia</i> I	Bělorusko (SSSR), Gomel
P-ballau-509	<i>P. balsamifera × P. laurifolia</i> II.	Bělorusko (SSSR), Gomel
P-berol2-397	<i>P. × berolinensis</i> II	Německo, Žehušice
P-berol5-404	<i>P. × berolinensis</i> V	Německo, Kunovice
P-delkor-473	<i>P. cf. deltooides × P. koreana</i>	Anglie, Polsko
P-eurNLB-264	<i>P. × euroamericana</i> 'NL-B-132b'	Holandsko, Wageningen
P-gomel2-524	<i>P. cf. balsamifera × P. balsamifera</i> II	Bělorusko (SSSR), Gomel
P-iamGen-420	<i>P. × generosa</i>	Anglie (Key), Pribylina
P-NE44B-466	<i>P. cf. deltooides × P. trichocarpa</i>	Průhonice
P-nigMel-046	<i>P. nigra</i>	Mělník
P-Oxford-494	<i>P. maximowiczii × P. × berolinensis</i> 'Oxford'	USA, Polsko
P-trikor-468	<i>P. trichocarpa × P. koreana</i>	Anglie, NDR
	Taxon – vrby (<i>Salix</i>)	Původ
S-albBiS-469	<i>S. alba</i>	Rumunsko, B. Segarsea
S-albBrn-117	<i>S. alba</i>	Brno
S-albCar-639	<i>S. alba</i> 'Carrone 51'	Francie, MLR
S-albCor-464	<i>S. alba</i>	Rumunsko, Corabia
S-albVoj-471	<i>S. alba</i>	Vojtuš
S-albwIn-129	<i>S. alba</i> hybrid	orig. Pejchl, Polnar
S-albwIn-131	<i>S. alba</i> hybrid	orig. Pejchl, Polnar
S-basMoš-271	<i>S. × basfordiana</i>	Horní Moštěnice
S-capwin-704	<i>S. cf. caprea</i> hybrid	orig. Pospíšil
S-capwin-705	<i>S. cf. caprea</i> hybrid	orig. Pospíšil
S-capwin-706	<i>S. cf. caprea</i> hybrid	orig. Pospíšil
S-cinPek-669	<i>S. cinnerea</i>	Pekařov u Šumperka
S-dapBuk-588	<i>S. daphnoides</i>	Bukovice
S-dapPom-077	<i>S. daphnoides</i> ssp. <i>pomeranica</i>	Přívoz
S-dichlo-225	<i>S. × dichlora</i>	Podlesí
S-rubLip-195	<i>S. × rubens</i>	Slovensko, Lipt. Michal
S-rubVes-391	<i>S. × rubens</i>	Veselí n. Lužnicí
S-smithD-383	<i>S. × smithiana</i>	Bušovice
S-smithF-218	<i>S. × smithiana</i>	Brdo
S-vimKos-337	<i>S. viminalis</i>	Pajchl, Kostelany
S-vimMoš-264	<i>S. viminalis</i>	Horní Moštěnice
S-vimMoš-310	<i>S. viminalis</i>	Horní Moštěnice
S-vimŽil-519	<i>S. viminalis</i>	Slovensko, Žilina

cf. = taxonomické zařazení nutno ověřit (lat. *confirme*)

2.2 Stanoviště pokusu

Pokus byl založen v roce 1999 na 4 lokalitách, které se nacházejí ve značně odlišných přírodních podmínkách a zároveň jsou v oblastech s dobrým potenciálem pro produkci biomasy. Majitelé pozemků měli zájem o využití výsledků testování pro konkrétní „fytoenergetické“ záměry, které v té době měly, např. produkce štěpky pro centrální vytápění, produkce paliva pro vlastní použití nebo vzdělávací a osvětová činnost. Hlavní charakteristiky 4 lokalit jsou uvedeny níže (tab. 2).

Tab. 2 Základní stanovištní charakteristiky 4 lokalit pokusu

Lokalita	Ø °t * (°C)	Σ P* (mm)	m n. m.	BPEJ
Libědice	8,8	508	255	1.60.00
Dalovice	7,1	560	405	5.53.11
Doubravice	7,7	691	330	3.14.10
Nová Olešná	7,2	730	550	7.29.51

*ČHMÚ 2000–2006

Založení jednotlivých pokusných porostů bylo provedeno ve spolupráci s vlastníky půdy podle stejné metodiky a s identickým sortimentem RRD. Pro pokus bylo zvoleno jednorádkové schéma ve sponu – 0,4 m × 2 m – tak, aby odpovídalo hustotě výsadby používané ve výmladkových plantážích (12 500 ks/ha). Celkový počet opakování v pokusu byl osm. Na každé MVP byla založena dvě opakování (tedy 4 × 2 = 8). Každý klon byl vysazen na pokusném dílci (parcelce) v počtu 15 kusů řízků, to znamená, že na každé pokusné ploše bylo vysazeno celkem 30 ks a v celém pokusu 120 kusů od každého klonu. Výsadby byly provedeny v období od 10. 4. do 8. 5. 1999 s ohledem na místní klimatické podmínky. Po založení byly plochy oploceny a mechanicky odpleveleny (1–3×). V Libědicích musel být použit herbicid v době vegetace. V dalších letech bylo odplevelování prováděno jen výjimečně podle potřeby, zejm. v roce po sklizni nebo před měřeními. Porosty nebyly hnojeny.

Obmýcí pokusných porostů v pokusu (doba mezi sklizněmi) je 3 roky. Letošní sklizeň byla v pořadí třetí a byla provedena v období od 31. 1. do 23. 3. 2008. Věk dřevin, resp. jejich pařízků a kořenového systému byl 9 let a stáří sklizených kmenů 3 roky. Sklizeň byla prováděna nejčastěji křovinořezem, případně motorovou pilou. Kmeny se podřezávaly 15–30 cm nad povrchem půdy dle přírodních podmínek a tvaru pařezu. Sklizené kmeny a větve z jedné pokusné parcelky (klon v opakování) byly následně svázány do snopků dvěma stahovacími popruhy. Na jedné parcelce bylo obvykle 2–6 snopků. Hmotnost surové hmoty snopků [kg (sur.)] se vážila přímo na místě dvěma digitálními vahami (max. nosnost 30 kg; přesnost ± 0,02 kg) na které se snopek zavěsil. Hmotnost jednotlivých snopků byla odečítána současně na obou vahách s přesností na gramy.

Po zvážení surové biomasy byl ze snopků kmenů odebrán vzorek o hmotnosti 1–2 kg na zjištění obsahu vody ve dřevě. Vzorek byl na místě zvážen na digitální váze s přesností ± 5 g. Sušení bylo prováděno v sušičce při maximální teplotě 105 °C až do konstantní hmotnosti. V našich podmínkách trvalo sušení obvykle 1,5–2 dny. Podíl sušiny v surové biomase v okamžiku sklizně [v %] byl vypočten jako podíl hmotnosti absolutně suchého vzorku a čerstvé (surové) hmotnosti vzorku.

Výnos sušiny [v kg (suš.)] z pokusné parcelky se vypočítal jako

součin surové hmotnosti všech snopků a procenta sušiny ve vzorku. Sklizená surová biomasa je přepočítávána na průměrný hektarový výnos sušiny za rok v daném obmýcí (t(suš.)/ha/rok, 0 % obsah vody). Hektarový výnos sušiny se z údajů polního vážení počítal dle vzorce:

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

Y_d výnos klonu na hektar za rok v sušině – t(suš.)/ha/rok

W_w surová hmotnost všech živých jedinců klonu v pokusné parcelce – kg (sur.)

D podíl sušiny v surové hmotnosti vzorku – %

N_p počet jedinců vysázených v pokusné parcelce – kusy (v našem pokusu = 15)

N_{ha} počet jedinců v pokusu přepočtený na hektar (hustota výsadby) – ks/ha

N_{yr} počet roků v obmýcí – roky (v našem pokusu = 3)

C koeficient k přepočtu hmotnosti z polních jednotek na kalkulované – v našem pokusu = 1000

Průměrný hektarový výnos pro daný klon v pokusu byl potom vypočten jako průměr výnosů z jednotlivých opakování pokusu (max. 8). Slouží především k porovnání klonů mezi sebou v rámci pokusu. Z hlediska dalšího praktického využití takto vypočteného výnosu je nutno uvést, že může být zatížen některými nepřesnostmi (přepočtení 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 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 a Statistica.

3 VÝSLEDKY A DISKUSE

3.1 Průběh počasí

Průběh počasí byl v průběhu pokusu příznivý pro cíl pokusu – v prvním roce bylo příznivé klima, které umožnilo velmi dobré ujetí pokusné výsadby. V následujících letech byl potom průběh počasí dosti rozdílný, což mohlo přispět k zdůraznění rozdílu mezi testovanými klony. Průměrná denní teplota za rok (Ø °t) ze všech 4 lokalit se ve sledovaném období pohybovala od 7,9–9,2 °C a byla v celkovém průměru 8,6 °C v podstatě shodná s průměrem za ČR. Průměrné roční srážky pokusných lokalit se pohybovaly od 372–785 mm a byly v průměru o 114 mm pod průměrem ČR (693 mm) ve sledovaném období. Zatímco teploty měly na jednotlivých lokalitách a letech podobné průběhy i stabilní rozdíly od průměru ČR, srážky měly mnohem větší diverzitu jak v průbězích, tak v celkových sumách. Významným jevem na všech lokalitách byl výskyt přísušků až extrémních such nejčastěji v první polovině vegetace (III.–VI.). Poslední tři roky (3. obmýcí) pokusu je možno charakterizovat jako průměrně teplé a srážkově mírně podprůměrné ve srovnání s předcházejícími roky.

3.2 Hodnocení lokalit

Jedním ze statisticky velmi průkazných výsledků jsou rozdíly mezi růstem klonů na 4 lokalitách pokusu (tab. 4). Výrazně lepší růst a výnos na některých lokalitách pokusu a horší na

zbývajících je možno nalézt u většiny klonů. V závislosti na hodnoceném parametru klonů se lokality pokusu obvykle rozdělí na lepší či příznivější – Doubravice, Nová Olešná – a horší či nepříznivější – Dalovice a Libědice. Statisticky průkazně se lokality takto rozdělí u většiny sledovaných parametrů, jak je zřejmé v tabulce 4 v případě výnosu a výšky. Jedinou výjimkou jsou ztráty (počet živých jedinců), u kterých Dalovice v tomto rozdělení nahrazuje Doubravici. Vysvětlení rozdílů je podle našeho názoru možné hledat zejména v hydrologických a srážkových rozdílech lokalit. Na jednu stranu je taková rozdílnost v naměřených datech v našem pokusu důvodem nehomogenity rozptylu sledovaných parametrů, která znemožňuje využití některých metod statistického vyhodnocení. Na druhou stranu je možno tyto rozdíly využít k provedení typologie zemědělských stanovišť a pěstební rajonizace klonů. Výsledky z letošního roku jsou využívány k aktualizaci první verze typologie a pěstební rajonizace (Weger a kol., 2007; Weger et al., 2007).

Výrazně rozdílný růst na 4 lokalitách se odrazil také na různé výši ztrát, resp. počtu živých jedinců. Z důvodů odumření všech nebo většiny jedinců nebyly hodnoceny některé výzkumné parcelky, což je zřejmé z počtu hodnocených případů. Výrazné zvyšování ztrát u některých klonů ve 3. obmýti pokusu začíná nepříznivě ovlivňovat charakter pokusného porostu, neboť mezery po odumřelých jedincích a klonech vytvářejí nevyrovnané růstové podmínky pro srovnávané klony. Tento fakt byl brán v úvahu při hodnocení naměřených dat.

3.3 Hodnocení výnosu klonů

Průměrný hektarový výnos hodnocených klonů při třetí sklizni pokusu byl 7,72 t(suš.)/ha/rok, což je o téměř 20 % více než při sklizni druhé. Z výsledků hodnocení klonů, které jsou znázorněny v následující tabulce 3, a i z grafů je však zřejmé, že ve třetím obmýti došlo k další výraznější diferenciaci mezi klony a i rody spojené s výrazným zhoršením výnosových parametrů některých klonů.

Zejména se to týkalo doposud nejlépe hodnocených klonů topolů P-NE44B-466, P-trikor-468 a P-delkor-473, jejichž výnos poklesl oproti předcházející sklizni o 33 %. K zhoršení jejich růstu došlo nejen na méně příznivých lokalitách (Dalovice a Libědice), ale i na příznivých lokalitách (zejm. Doubravice). U těchto klonů je patrné celkové snížení vitality, se kterým jsou spojeny vyšší ztráty a výskyt houbových chorob. Je zřejmé, že tyto klony nejsou vhodné pro způsob výmladkového pěstování uplatněný v pokusu tzn. 3leté obmýti. Ostatní doposud „průměrné“ klony topolů (P-Oxford-494, P-Andros-454) si prozatím zachovaly dobrou vitalitu a jejich výnos je oproti druhé sklizni mírně vyšší. Klon P-Oxford-494 dosáhl letos nejlepší výnos z topolů, ale jeho kumulovaný výnos za 3 sklizně přesto zůstal za výsledkem uvedených tří klonů. V celkovém pořadí všech klonů pokusu se umístil až na 12. místě s podprůměrným výnosem 7,21 t(suš.)/ha/rok. V současnosti v praxi nejvíce pěstovaný klon Jap-105 (Max-4) je v pokusu vysazen pouze na jedné lokalitě, a proto nemohl být srovnáván s ostatními klony. Na lokalitě Nová Olešná dosáhl průměrného výnosu 14,63 t(suš.)/ha/rok, což bylo o 7 % více než P-Oxford-494.

Výnosy hodnocených klonů vrb v letošním hodnocení výraz-

ně převýšily výnosy topolů. Nejvýnosnější dva klony ve třetím obmýti byly S-smith-218 a S-rubLip-195. Jejich průměrný roční výnos ze čtyř stanovišť pokusu byl při přepočtu na sušinu a hektar 14,01 resp. 13,98 t(suš.)/ha/rok a na příznivých stanovištích (Doubravice a Nová Olešná) 17,52–28,45 t(suš.)/ha/rok. Jejich kumulovaný výnos za 9 let (3 sklizně) byl 83,59, resp. 81,74 t(suš.)/ha, což odpovídá průměrnému výnosu 9,29, resp. 9,04 t(suš.)/ha/rok za 9 let existence pokusu. Vysoké průměrné výnosy (> 11 t) dosáhly také klony vrb S-albBrn-117 a S-vimKos-337. Všechny čtyři uvedené klony vykazují dobrou vitalitu na všech lokalitách pokusu a je možné je považovat za vhodné pro výmladkové plantáže v ČR. Z hlediska ochrany přírody je pozitivní, že se jedná o klony vyselektované z přírodních populací autochtonních druhů v ČR, jejich spontánní nebo záměrné křížence. Průměrných výnosů dosáhly klony S-capwin-704, S-vimMoš-310, S-vimŽil-519, S-albCar-639. Klony S-basMoš-271 a zejména S-albBiS-469 zvýšily letos výrazně svůj průměrný výnos oproti předcházející sklizni. Stalo se tak zejména díky výnosům na vlhkostně příznivějších lokalitách Doubravice a Nová Olešná. V případě prvního klonu to bylo částečně také z již zmiňovaného důvodu uvolnění prostoru pro růst odumíráním sousedních klonů v pokusu.

Statistické hodnocení pomocí analýzy rozptylu (ANOVA, MP-ANOVA) bylo možné provést pouze u některých parametrů (např. kmeny) a podle některých faktorů (lokalita) z důvodů nehomogenity rozptylu podobně jako v předchozích letech a sklizních. Proto byla použita Kruskal-Wallisova analýza rozptylu. Statisticky průkazně nejvyšší výnosy (> 14 t(suš.)/ha/rok) dosáhly klony vrb S-smithF-218 a S-rubLip-195. Tyto klony mají také velmi dobré výsledky v dalších hodnocených parametrech. Vysoké průměrné výnosy (> 11 t), ale těsně nad prahem statistické průkaznosti vůči ostatním klonům ($p=0,055-0,075$), dosáhly klony vrb S-albBrn-117 a S-vimKos-337.

3.4 Hodnocení dalších parametrů

Průměrná sušina vzorků dřeva testovaných klonů byla 44,8 %, což je o 2,2 % nižší hodnota oproti dlouhodobému průměru testovaného sortimentu ve VÚKOZ (47 %). Statisticky průkazně vycházely rozdíly mezi klony vrb a topolů, přičemž topoly měly sušinu obvykle nižší (až o 9 %).

Průměrné procento živých jedinců (obrácená hodnota ztrát) bylo v souboru hodnocených klonů po 9 letech 76 %, což je pouze o jedno procento méně než při druhé sklizni. Nejlepší procento živých jedinců si udržují klony vrby košíkářské a nejhorší vybrané klony topolů P-trikor-468 a P-delkor-473, u nichž došlo ve třetím obmýti k propadu výnosu a celkové ztrátě vitality.

Tab. 3 Základní výnosové a růstové charakteristiky klonů v pokusu při 3. sklizni v 9. roce růstu

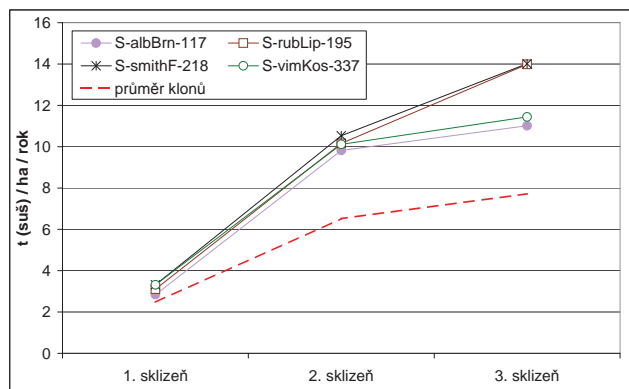
Klony	Příp.	Průměrný výnos	Průměrné procento živých jedinců	Průměrná výška hlavního kmene	Příp.	Průměr počet kmenů
	ks	t(suš.)/ha/rok	%	m	ks	ks
P-Andros-454	7	5,37 ^b	79%	6,2	5	5,3
P-delkor-473	7	5,08 ^b	59% ^b	6,2	5	5,1
P-eurNLB-264	7	5,24 ^b	62% ^b	6,1	5	5,0
P-NE44B-466	6	4,70 ^b	71% ^b	5,2	4	4,6
P-Oxford-494	7	7,21 ^b	70% ^b	5,6	5	4,3
P-trikor-468	7	5,82	55% ^b	6,1	5	3,8
S-albBiS-469	5	11,37	76%	6,3	3	6,9
S-albBrn-117	7	11,01	83%	4,9	5	15,0
S-albCar-639	6	8,48	81%	6,4	4	8,4
S-albwin-129	4	6,87	63% ^b	5,4	3	7,8
S-albwin-131	2	2,66 ^b	67% ^b	4,0	1	9,0
S-basMoš-271	7	8,59 ^b	77%	4,3	5	11,5
S-capwin-704	7	9,15	84%	5,6	5	14,8
S-capwin-706	5	7,98	72%	5,6	3	9,3
S-dapBuk-588	7	6,56 ^b	56% ^b	5,2	4	6,4
S-rubLip-195	7	13,98 ^B	88% ^B	6,4	4	11,4
S-smithF-218	7	14,01 ^B	83%	5,2	5	11,2
S-vimKos-337	7	11,44	85%	5,5	5	10,6
S-vimMoš-264	7	6,87 ^b	89% ^B	5,1	5	11,5
S-vimMoš-310	7	7,26	91% ^B	5,0	5	12,6
S-vimŽil-519	7	7,94	95% ^B	5,9	5	11,1
Celkově vše	133	8,18	76%	5,6	91	8,9

Bb Kruskal-Wallisova analýza rozptylu – statisticky průkazné hodnoty (ve stejném sloupci)

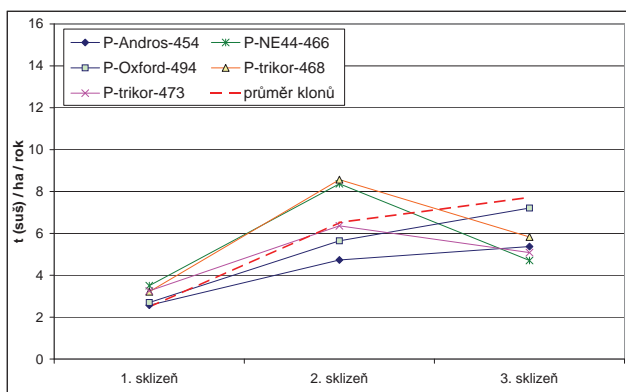
Tab. 4 Základní výnosové a růstové charakteristiky testovaného sortimentu na lokalitách (pořadí dle výnosu)

Klony	Příp.	Průměrný výnos	Průměrné procento živých jedinců	Průměrná výška hlavního kmene	Příp.	Průměr počet kmenů
	ks	t(suš.)/ha/rok	%	m	ks	ks
Libědice	38	4,21 ^b	52% ^b	4,27 ^b	36	8,4
Dálovice	39	5,04 ^b	86% ^{Bb}	4,51 ^b	19	8,9
N.Olešná	36	11,85 ^B	91% ^B	6,30 ^{Bb}	36	9,5
Doubřavice	20	15,22 ^B	76% ^b	8,68 ^B	-	-

Bb Kruskal-Wallisova analýza rozptylu – statisticky průkazné hodnoty (ve stejném sloupci)



Graf 1 Průměrný výnos nejlepších čtyř klonů z pokusu ve třech tříletých obmětích (1999–2007)



Graf 2 Průměrný výnos klonů topolů v pokusu ve třech tříletých obmětích (1999–2007)

4 ZÁVĚRY

Na základě hodnocení výnosu biomasy vybraného sortimentu klonů vrb a topolů ve třetím tříletém obmětí (9. rok výmladkového pěstování) je možné vyslovit následující závěry:

1. Ve třetím obmětí vzrostl průměrný výnos hodnocených klonů o 18 % oproti druhému obmětí na 7,72 t (suš.)/ha/rok
2. Současně došlo k výrazné diferenciaci mezi klony i rody spojené s výrazným zhoršením výnosových parametrů některých klonů, zejména topolů, na některých lokalitách pokusů.
3. V současnosti v praxi nejvíce pěstovaný topolový klon Jap-105 (Max-4) je v pokusu vysazen pouze na jedné lokalitě, a proto nemohl být srovnáván s ostatními klony. Na lokalitě Nová Olešná dosáhl průměrného výnosu 14,63 t(suš.)/ha/rok, což je nadprůměrný výsledek v rámci pokusu.
4. Nejvýnosnější dva klony ve třetím obmětí jsou vrby S-smith-218 a S-rubLip-195, jejichž průměrný výnos ze čtyř stanovišť je okolo 14 t(suš.)/ha/rok a na příznivých stanovištích pokusu 17–28 t(suš.)/ha/rok. Vysoké průměrné výnosy (> 11 t) dosáhly také klony vrb S-albBrn-117 a S-vimKos-337. Všechny čtyři uvedené klony vykazují dobrou vitalitu na všech lokalitách pokusu a je možné je považovat za vhodné pro výmladkové plantáže v ČR.
5. Vliv podmínek stanoviště (lokality) je zřejmě důvodem pro velmi výrazné a statisticky průkazné rozdíly ve výnosu klonů na 4 lokalitách pokusu. Vysvětlení rozdílu je podle našeho názoru možné hledat zejména v hydrologických a srážkových rozdílech lokalit. Tyto skutečnosti je možno využít k provedení typologie zemědělských stanovišť a pěstební rajonizace klonů.
6. Z hlediska ochrany přírody je pozitivní, že mezi nejlépe hodnocenými jsou klony vyselektované z přírodních populací autochtonních druhů v ČR, jejich spontánní nebo záměrní kříženci.
7. Zvyšování ztrát v pokusu začíná nepříznivě ovlivňovat charakter pokusného porostu, neboť vytvářejí nevyrovnané růstové podmínky pro srovnávané klony. Po vyhodnocení růstových parametrů a zejména výmlad-

nosti v letošním roce rozhodneme o metodice hodnocení nebo pokračování pokusu do dalších let.

Poděkování

Tento článek vznikl za finanční podpory výzkumného záměru č. 0002707301 Ministerstva životního prostředí České republiky.

5 LITERATURA

- LEWIS, H. (1962): Catastrophic selection as factor in speciation. *Evolution*, 16: 257–271.
- MAYR, E. (1954): Change of the genetic environment and evolution. In Huxley, J. [ed.] *Evolution as a process*. – Allen & Unwin, London, s. 159–180.
- MAYR, E. (1979): *Evolution und die Vielfalt des Lebens*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- WEGER, J., HAVLÍČKOVÁ, K. (2002): The first results of the selection of woody species for short rotation coppices in the transitional oceanic-continental climate of the Czech Republic. 107–110 s., Twelfth European Conference Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, Amsterdam, ETA Florence.
- WEGER, J., HAVLÍČKOVÁ, K., VLASÁK, P. (2004): Výzkum produkčních charakteristik taxonů dřevin příp. bylin vhodných pro cílenou produkci biomasy v různých půdně klimatických podmínkách ČR. – [Závěrečná zpráva výzk. záměru 0241/2003; depon. in Knih. VÚKOZ, Průhonice].
- WEGER, J., VLASÁK, P., ZÁNOVÁ, I., HAVLÍČKOVÁ, K. (2006): The results of the evaluation of selected willow and poplar clones for short rotation coppice (SRC) in second harvesting period in conditions of the Czech Republic, 15th European Conference Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, Paris, ETA Florence.
- WEGER, J. a kol. (2007): Rámcová typologie zemědělských půd pro pěstování vybraných klonů topolů a vrb k energetickému využití v České republice – *Lesnická práce* 86/4: 32–33.

*Rukopis doručen: 23. 9. 2008
Přijat po recenzi: 19. 11. 2008*

MODEL VÝVOJE PĚSTEBNÍCH PLOCH PRO ZÁMĚRNOU PRODUKCI BIOMASY

MODEL FOR DEVELOPMENT OF CULTIVATION AREA OF AGRICULTURAL LAND FOR BIOMASS PRODUCTION

Kamila Havlíčková, Jiří Suchý

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

Abstract: The article deals with the model for development of cultivation area of agricultural land for biomass production. Analysis includes following biomass resources: grain straw, purposely grown biomass from short rotation coppice and non-woody energy crops (hybrid Sorel, Reed Canary Grass, triticale). Statistical data were used for the evaluation of production potential of residual straw from agriculture from different parts of the Czech Republic, which correspond to former districts (NUTS3) and 18 % of total area. The model presents biomass potential development for period 2008–2030.

Abstrakt: Článek se zabývá problematikou modelu vývoje pěstebních ploch pro záměrnou produkci biomasy. Při modelování ploch v zájmovém území uvažujeme tyto zdroje biomasy: záměrně pěstovanou biomasu z výmladkových plantáží rychle rostoucích dřevin (RRD) a nedřevnaté energetické plodiny (šřovík, lesknice, triticale). Pro zjištění údajů o rozloze orné půdy a TTP (trvalých travních porostů) ve výchozím roce modelu bylo využito statistických údajů pro celé zájmové území o velikosti NUTS1, dále pak údajů o části tohoto území (velikost NUTS3) o rozloze cca 18 % celého zájmového území. Příspěvek prezentuje model vývoje pěstebních ploch v období 2008–2030.

Key words: fast-growing trees, forest residuals, permanent grassland, energy crops, cultivation area.

Klíčová slova: rychle rostoucí dřeviny, trvalé travní porosty, nedřevnaté energetické plodiny, pěstební plochy.

1 ÚVOD

Obnovitelné zdroje energie (OZE) hrají stále důležitější roli v energetické politice vyspělých států. Existuje pro to řada důvodů. Obnovitelné zdroje energie tím, že nahrazují klasické fosilní zdroje, pomáhají snižovat emise skleníkových plynů a snižovat rizika související se změnami klimatu. Využívání OZE však přináší řadu dalších pozitiv. V poslední době se jedním z nejdůležitějších aspektů stává i otázka energetické bezpečnosti. Vyspělé země, a dokladem toho jsou např. země EU, jsou vysoce závislé na dovozu primárních energetických zdrojů, často z potenciálně politicky či ekonomicky nestabilních oblastí. To vytváří četná rizika, ať už ekonomická či politicko-strategická. Obnovitelné zdroje, díky tomu, že jsou místně dostupné, umožňují alespoň částečně tento strategický problém řešit.

Rozvoj využívání OZE s sebou nese i řešení širokého spektra otázek a problémů souvisejících např. s technologiemi jejich užití, omezeními danými podstatou obnovitelných zdrojů (např. závislost na vnějších přírodních podmínkách, specifické otázky připojení do energetické sítě a event. zálohování dodávky elektřiny atd.), postupy pěstování biomasy, potenciály, kterými mohou jednotlivé obnovitelné zdroje v daném území přispět k bilanci primárních energetických zdrojů atd. A v neposlední řadě je velmi důležitou i otázka ekonomiky užití jednotlivých zdrojů OZE, nalezení efektivních způsobů podpory OZE zajišťujících jejich rozvoj při efektivním vynakládání prostředků použitých na přímé či nepřímé podpory.

Biomasa je ve středně a dlouhodobém měřítku rozhodujícím OZE v České republice. V roce 2007 došlo k meziročnímu zvýšení výroby elektřiny z biomasy z 731 GWh na 968 GWh. Nárůst výroby elektřiny byl částečně způsoben nárůstem počtu nových výrobců spoluspalujících biomasu s uhlím. V roce

2007 bylo vyrobeno celkem 968 GWh elektřiny z biomasy, což je více než v roce předchozím (731 GWh). V roce 2007 bylo k výrobě elektřiny celkem použito 665 000 tun biomasy, což je podstatně více než v roce 2006 (512 000 tun). Nárůst byl zaznamenán hlavně u dřevního odpadu, pilin a štěpky. Energie obsažená v biomase spotřebovaná na výrobu elektřiny činila 7 358 TJ (Bufka, 2008).

Zdrojem biomasy jsou v současné době hlavně reziduální nebo odpadní hmoty, jako např. sláma různých obilnin a řepky, nebo dřevní štěpky z lesních či dřevozpracujících podniků. S předpokládaným perspektivním rozvojem tohoto nového oboru fytoenergetiky se zcela jistě nevystačí jen s odpadní či reziduální biomasou, ale bude nutné do budoucna zajistit dostatek biomasy ze záměrně pěstovaných, tzv. energetických plodin.

2 MATERIÁL A METODIKA

Hlavními zdroji dat pro model vývoje pěstebních ploch pro záměrnou produkci biomasy jsou ročenky a data Českého statistického úřadu (rostlinná produkce, rozloha zájmového území, struktura půdního fondu), Zelené zprávy MZe, výsledky a výstupy z výzkumu energetických plodin.

V modelu vývoje pěstebních ploch pro záměrnou produkci biomasy v zájmovém území je uvažováno s těmito zdroji biomasy: cíleně pěstovanou biomasou z výmladkových plantáží rychle rostoucích dřevin a z nedřevnatých energetických porostů.

Pro modelování vývoje pěstebních ploch pro záměrnou produkci biomasy je nejprve potřeba určit si velikost zájmového území a následně zjistit jeho rozlohu orné půdy a TTP (v ha)

ve výchozím roce modelu, např. pro úroveň NUTS1 (celá Česká republika) z údajů Českého statistického úřadu – www.ciso.cz. Výchozím rokem modelu se většinou předpokládá aktuální rok. Následně je třeba určit rozlohu (v ha), kterou zaujme záměrně pěstovaná biomasa (RRD a energetické plodiny nedřevnaté) v koncovém roce modelu v celém tomto zájmovém území (např. v souladu energetické strategie státu pro dosažení cílů EU).

Záměrně pěstovaná biomasa pro energetické využití je dnes u nás nejméně významným zdrojem biopaliv, ale ve všech analýzách a strategiích na dosažení deklarovaného cíle 15–16 % podílu obnovitelných zdrojů na PEZ do roku 2030 je biomasa vypěstovaná na zemědělské půdě nakonec hlavním zdrojem biomasy. Podobný trend je předpokládán i v ostatních evropských zemích, které si daly podobně vysoký cíl. Důležitým hlediskem pro dosažení dobrých výnosů energetických plodin je volba vhodného stanoviště. Pro pěstování energetických plodin lze vedle různých deficitních pozemků, včetně rekultivovaných, využívat i v určité míře konvenčně využívanou zemědělskou půdu. Je zřejmé, že nelze ihned využívat veškerou přebytečnou půdu k energetickým účelům, avšak tato situace vytváří dobré předpoklady k postupnému zavádění energetických rostlin do osevních ploch, což přispěje i k účelnému využívání půdy, nevhodné pro potravinářskou produkci.

Při modelování rozlohy ploch v zájmovém území využitelných pro energetické plodiny bylo využito materiálů MŽP, které byly zpracovány jako podklad pro Státní energetickou koncepci 2004. V těchto materiálech bylo uvažováno s pěstováním energetických plodin v roce 2030 na rozloze 750 000 ha, z toho rychle rostoucí dřeviny byly plánovány na rozloze 60 000 ha.

Na základě získaných údajů o výchozí rozloze území, počtu roků modelu a rozloze pro záměrné pěstování biomasy je třeba zvážit, jakým trendem se bude konečné rozlohy pro biomasu dosahovat. Pokud bychom chtěli v každém roce založit stejně velké plochy pro pěstování, museli bychom již v prvním roce mít k dispozici dostatek volné půdy, vhodné mechanizace a dostatek osiva a sadebního materiálu (např. matečnic pro plantáže RRD).

Daleko vhodnější postup je plochy zakládat postupným zvyšujícím se trendem v každém následujícím roce. V našem modelu je použito geometrické posloupnosti, která (podle našich dosavadních zkušeností) zajistí plynulé navyšování zásoby sadebního materiálu, uvolňování půdy pro účely pěstování biomasy a pořizování mechanizace.

3 VÝSLEDKY

Příklad:

- ⇒ Období modelu: **2008–2030**.
- ⇒ Celková plocha orné půdy pro NUTS1 v roce 2007 (rok před výchozím rokem modelu): **3 039 669** ha.
- ⇒ Celková plocha pro NUTS1, kterou zaujmou RRD a energetické plodiny nedřevnaté v koncovém roce modelu (2030): **750 000** ha.
- ⇒ Plocha orné půdy pro NUTS1, kterou zaujmou

RRD a energetické plodiny nedřevnaté v roce 2030: **732 000** ha (součet s geometrické posloupnosti).

- ⇒ Plocha pro NUTS1, kterou zaujmou RRD na TTP v roce 2030: **18 000** ha (součet s geometrické posloupnosti).
- ⇒ Počet členů n geometrické posloupnosti bude tedy: $(2030-2008) + 1 = \mathbf{23}$.
- ⇒ Koeficient růstu ploch q geometrické posloupnosti v dalším roce zvolíme: **1,15**.

Vzhledem k tomu, že rychle rostoucí dřeviny je možné pěstovat i na trvalých travních porostech, bylo v modelu uvažováno se 42 000 ha pro pěstování rychle rostoucích dřevin na orné půdě a 18 000 ha na trvalých travních porostech. Uvedené rozlohy jsou za celou ČR – úroveň NUTS1.

Úpravou vztahu (1) pro součet geometrické posloup-

nosti $s = a_1 \cdot \frac{q^n - 1}{q - 1}$ dostaneme vztah (2) pro první člen

$$a_1 = \frac{s \cdot (q - 1)}{q^n - 1}, \text{ což je rozloha plochy ve výchozím roce modelu (2008).}$$

Podle vztahu (2) vypočteme:

- ⇒ Plochu orné půdy pro NUTS1, kterou zaujmou RRD a energetické plodiny nedřevnaté v prvním roce modelu (2008): **4 596** ha (a_1 geometrické posloupnosti).
- ⇒ Plochu půdy pro NUTS1, kterou zaujmou RRD na TTP v roce 2008: **113** ha (a_1 geometrické posloupnosti).

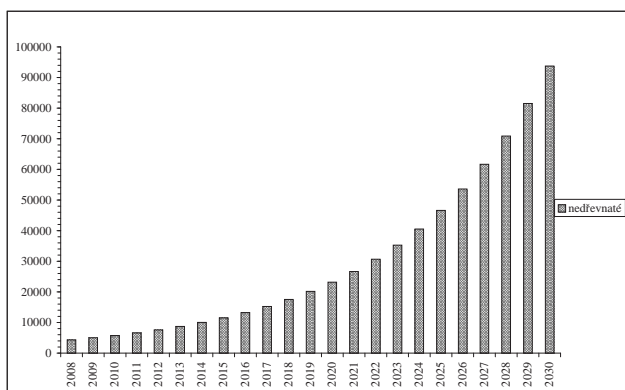
Podle vztahu (3) pro n -tý člen geometrické posloupnosti

$$a_n = a_1 \cdot q^{n-1} \text{ vypočteme:}$$

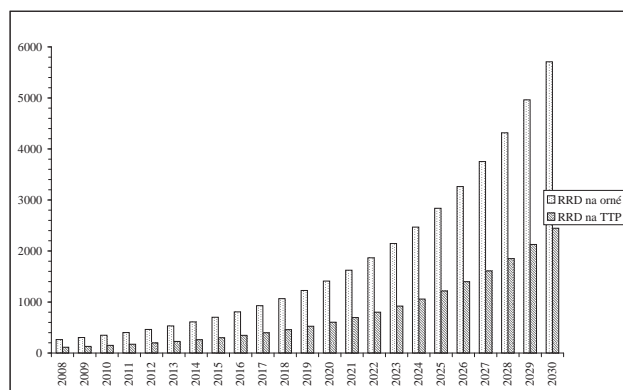
- ⇒ Přírůstek plochy orné půdy pro NUTS1, kterou zaujmou RRD a energetické plodiny nedřevnaté v posledním roce modelu (2030): **99 475** ha (a_n geometrické posloupnosti).
- ⇒ Přírůstek plochy půdy pro NUTS1, kterou zaujmou RRD na TTP v roce 2030: **2 446** ha (a_n geometrické posloupnosti).

V každém roce se tedy plochy (přírůstek pro záměrnou biomasu; úbytek rozlohy orné půdy pro konvenční zemědělství

nebo TTP) změní o hodnotu $a_1 \cdot q^{n-1}$, kde se s rostoucím n zvětšuje hodnota změny – viz tab. 1.



Graf 1 Trend pěstování nedřevnatých energetických plodin na orné půdě v letech 2008–2030 pro NUTS1



Graf 2 Trend pěstování RRD na orné půdě a TTP v letech 2008–2030 pro NUTS1

Modelování vývoje pěstebních ploch pro záměrnou produkci biomasy na orné půdě a TTP pro 18 % rozlohy NUTS1

V následujícím modelu uvádíme přehled, jak se bude vyvíjet v časovém rozmezí 2008–2030 velikost ploch rozlohy orné půdy pro konvenční zemědělství a TTP v oblasti, která se rozkládá na cca 18 % území úrovně NUTS1 – viz předchozí model. Pro lepší představu, zvolených 18 % rozlohy NUTS1 zájmového území odpovídá přibližně úrovni NUTS3 v ČR.

Výchozím předpokladem při modelování rozlohy je, že úbytek orné půdy a TTP (tento úbytek rozlohy je využit k pěstování energetických plodin a RRD) bude ve stejném trendu jako pro úroveň NUTS1.

Parametry:

- ⇒ Období modelu: **2008–2030**.
- ⇒ Celková plocha orné půdy zájmového území – 18 %

Tab. 1 Trend pěstování energetických plodin na orné půdě a TTP v letech 2008–2030 pro NUTS1

Rok	Orná půda v ha	TTP v ha	Nedřevnaté energetické plodiny a RRD na orné půdě	Nedřevnaté energetické plodiny	RRD na orné půdě v ha	RRD na TTP v ha	Celkem RRD v ha
2008	3035073	976113	4596	4332	264	113	377
2009	3029788	975983	5285	4982	303	130	433
2010	3023710	975834	6078	5729	349	149	498
2011	3016721	975662	6990	6589	401	172	573
2012	3008682	975464	8038	7577	461	198	659
2013	2999439	975237	9244	8713	530	227	758
2014	2988808	974975	10630	10020	610	261	871
2015	2976583	974675	12225	11523	701	301	1002
2016	2962525	974329	14059	13252	807	346	1152
2017	2946357	973931	16167	15240	928	398	1325
2018	2927765	973474	18593	17526	1067	457	1524
2019	2906384	972948	21381	20155	1227	526	1753
2020	2881795	972344	24589	23178	1411	605	2015
2021	2853518	971649	28277	26654	1622	695	2318
2022	2821000	970849	32518	30653	1866	800	2665
2023	2783603	969929	37396	35251	2146	920	3065
2024	2740598	968872	43006	40538	2468	1058	3525
2025	2691141	967656	49456	46619	2838	1216	4054
2026	2634266	966257	56875	53612	3263	1399	4662
2027	2568860	964649	65406	61653	3753	1608	5361
2028	2493643	962799	75217	70901	4316	1850	6165
2029	2407144	960672	86500	81537	4963	2127	7090
2030	2307669	958226	99475	93767	5708	2446	8154

Hodnoty v tabulce jsou zaokrouhlovány na celá čísla (např. 4 596 je zaokrouhleno z 4 595,78).

rozlohy NUTS1 v roce 2007 (rok před výchozím rokem modelu): **553 891** ha.

- ⇒ Celková plocha orné půdy NUTS1 v roce 2007 (rok před výchozím rokem modelu): **3 039 669** ha.
- ⇒ Celková plocha TTP zájmového území – 18 % rozlohy NUTS1 v roce 2007 (rok před výchozím rokem modelu): **70 737** ha.
- ⇒ Celková plocha TTP NUTS1 v roce 2007 (rok před výchozím rokem modelu): **976 226** ha.

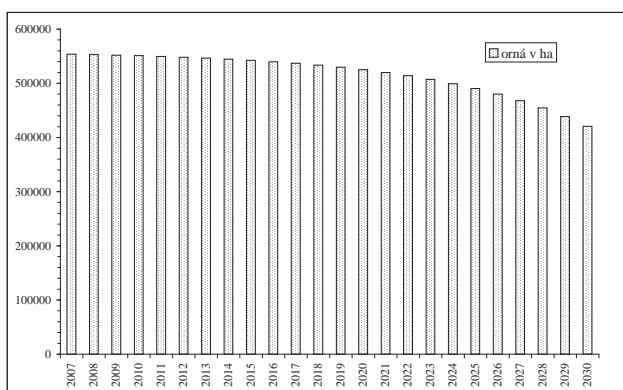
Prvním krokem je získání poměru: celkové plochy orné půdy celého NUTS v roce 2007 k ploše orné půdy zájmového úze-

mí – 18 % rozlohy NUTS1 v témže roce, tedy $\frac{3039669}{553891} =$

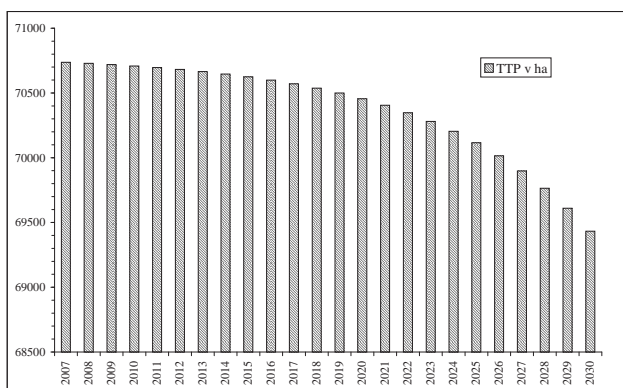
5,488. V dalších krocích se vždy hodnota orné půdy NUTS1 v daných letech 2008–2030 (vypočteno v dřívějším příkladu – viz graf 3) vydělí získaným poměrem **5,488**.

Tento princip platí i pro vývoj ploch TTP, tedy získání poměru celkové plochy TTP v daném NUTS1 a plochy TTP v zájmo-

vém území – 18 % rozlohy NUTS1 (což je $\frac{976226}{70737} =$ **13,801**) a vydělení touto hodnotou údaj plochy TTP celého NUTS1 v každém roce 2008–2030.



Graf 3 Trend úbytku rozlohy orné půdy pro klasické konvenční zemědělství na úkor pěstování energetických plodin v letech 2008–2030



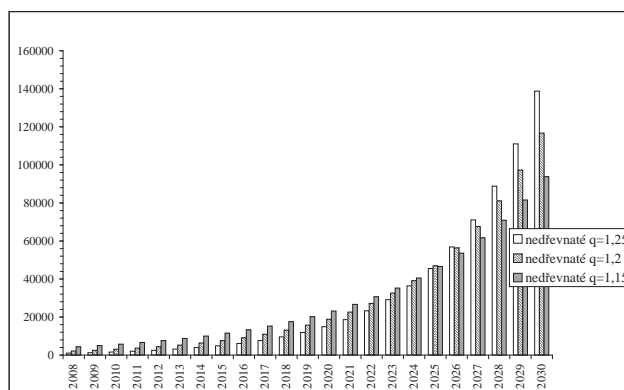
Graf 4 Trend úbytku rozlohy TTP na úkor pěstování RRD v letech 2008–2030

4 DISKUZE A ZÁVĚR

Jak již bylo řečeno v kapitole 2, je důležité zvolit trend tak, aby pěstební plochy RRD a nedřevnatých energetických plodin byly zakládány postupným nárůstem rozlohy v každém následujícím roce. Tím je zajištěno plynulé navyšování zásoby sadebního materiálu, uvolňování půdy pro účely pěstování biomasy a pořizování mechanizace.

Podíváme-li se na jednotlivé řádky v tabulce 1, vidíme, že v každém roce přibude právě tolik ha pro pěstování nedřevnatých plodin a RRD, kolik se v předchozím roce uvolní orné půdy a TTP. Konkrétně tedy pro rok 2009 vychází, že přírůstek plochy RRD na TTP je 130 ha, což je právě rozdíl rozlohy TTP v roce 2008 a 2009, číselně 976 113 ha – 975 983 ha = 130 ha. Je třeba si uvědomit, že tabulka vlastně začíná nulovým řádkem, kterým je výchozí stav v roce 2007, kdy rozlohy plodin začínají na 0 hodnotě, a proto je již v roce 2008 hodnota přírůstku rozlohy pro RRD na TTP 113 ha, což odpovídá úbytku TTP mezi rokem 2007 a 2008. Hodnoty pro rok 2007 jsou počátečními parametry modelu a jsou uvedeny na začátku kapitoly 3. Stejný princip vývoje samozřejmě platí pro RRD + nedřevnaté plodiny na orné půdě.

V grafu 5 je pro srovnání změněna hodnota koeficientu q , charakterizující „rychlost“ vývoje pěstebních ploch. Zdálo by se, že větší hodnota q musí jasně vést k rychlejšímu nárůstu ploch, avšak z grafu je patrné, že je tomu zhruba až po roce 2025 pro nejvyšší hodnotu $q = 1,25$ a pro střední hodnotu 1,2 tomu tak není vůbec (kromě přelomového roku 2025). Příčina tohoto jevu je v tom, že začínáme v roce 2007 na stejné hodnotě (rozlohy pěstebních ploch) pro všechny 3 hodnoty q a taktéž končíme na stejné hodnotě pro všechna q . Jednoduše řečeno, čím větší koeficient růstu, tím musí být zpočátku přírůstek menší, abychom poměrně rozložili nárůst pěstebních ploch (750 000 ha) v celém 23letém období. Kdyby tato limitace nebyla, logicky by větší hodnota q způsobila již v prvním roce vyšší přírůstek.



Graf 5 Porovnání trendu pěstování nedřevnatých energetických plodin v závislosti na změně koeficientu růstu ploch q geometrické posloupnosti

Energetické plodiny nedřevnaté a RRD se v současné době v ČR již pěstují, avšak v malé míře, a cílem našeho modelu nebylo zjistit současný stav. Cílem bylo na modelovém zájmovém území navrhnout postup pro pravidelnou výsadbu.

Při modelování množství dodávek jednotlivých zdrojů biomasy v průběhu roku a s výhledem do roku 2030 je potřeba

uvažovat s pěstováním konkrétních energetických plodin. Ve výpočtech bylo potřeba počítat s aktuálními výnosy energetických plodin v jednotlivých sklizňových obdobích. Při výběru energetických plodin je potřeba zohlednit, zda zvolené energetické plodiny by bylo možné v současné době pěstovat v ČR na velkých rozlohách. Dále musí být zohledněno, zda v ČR je dostatečné množství sadbového materiálu a osiva pro založení těchto porostů. Na základě těchto kritérií byly vybrány následující energetické plodiny: rychle rostoucí dřeviny, šťovík krmný, lesknice rákosovitá a triticale.

Poděkování

Tento článek vznikl za finanční podpory výzkumného záměru č. 0002707301 Ministerstva životního prostředí České republiky.

5 LITERATURA

- BUFKA, A. (2008): Obnovitelné zdroje energie, MPO, 33 s.
- HAVLÍČKOVÁ, K., WEGER, J. a kol. (2006): Metodika analýzy potenciálu biomasy jako obnovitelného zdroje energie. Acta Pruhoniciana 83, VÚKOZ, Průhonice, 71 s., ISBN 80-85116-48-0.

METODIKA ANALÝZY POTENCIÁLU BIOMASY S VYUŽITÍM GIS

METHODOLOGY OF ANALYSIS OF BIOMASS POTENTIAL USING GIS

Kamila Havlíčková, Jiří Suchý

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

Abstract: The paper deals with the methodology and use of a geographic information system to analyze biomass potential in the Czech Republic. Consistent mapping of biomass potential will serve as a basis for the creation of a national development strategy for the use of biomass as the most important RES, which in contrast to some EU countries, the Czech Republic does not currently have. Consistent mapping of biomass potential allows for investors and the government to make more efficient decisions in the implementation of biomass utilization projects and in setting effective subsidies. The procedure for determining biomass potential is based on assigning yields from biomass sources from agricultural lands (crop types) to production and ecological soil units (BPEJ). For forest complexes, land use plans that describe the composition of each forest cover are processed and regularly updated. On the basis of these plans analysis we can calculate the rate, which determines the average biomass yield from forest residuals in connection to a specific forest area or level of analysis.

Abstrakt: Článek se zabývá problematikou metodiky a analýzy potenciálu biomasy v ČR s využitím geografického informačního systému. Důsledné zmapování potenciálu biomasy bude sloužit jako podklad pro vytvoření národní strategie rozvoje využití biomasy jako nejdůležitějšího OZE, která v současnosti v ČR na rozdíl od některých zemí EU chybí. Důsledné zmapování potenciálu biomasy umožňuje efektivnější rozhodování jak investorů, tak i státní správy při realizaci projektů na využívání biomasy a nastavení efektivního systému podpor. Postup při stanovení potenciálu biomasy je založen na přiřazování výnosů jednotlivých zdrojů biomasy ze zemědělské půdy (druhů plodin) podle bonitačních půdně ekologických jednotek (BPEJ). Pro lesní komplexy jsou zpracovány a pravidelně aktualizovány lesní hospodářské plány (LHP), které popisují skladbu každého lesního porostu. Na základě provedené analýzy LHP je možné vypočítat koeficient, který určuje průměrný výnos biomasy ve formě lesních těžebních zbytků ve vazbě na rozlohu lesa pro konkrétní území nebo úroveň analýzy.

Key words: biomass potential, fast-growing trees, forest residuals, permanent grassland, residual straw, production and ecological soil units.

Klíčová slova: potenciál biomasy, rychle rostoucí dřeviny, lesní těžební zbytky, trvalé travní porosty, reziduální sláma, bonitační půdně ekologická jednotka.

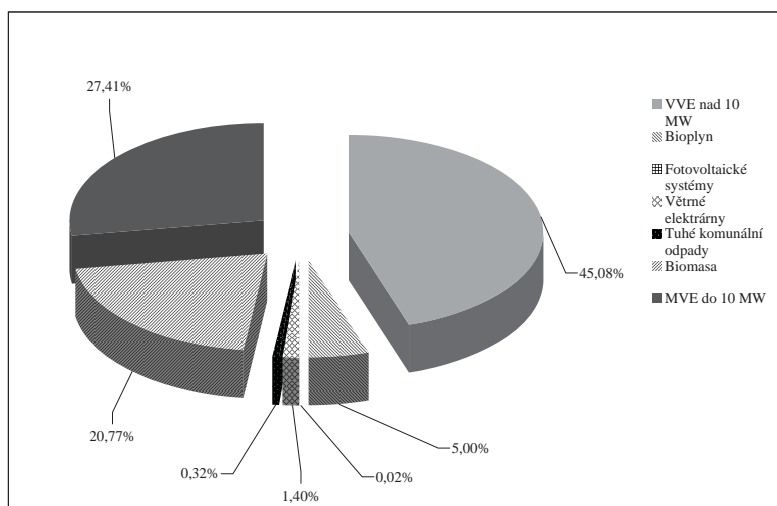
1 ÚVOD

Indikativní cíle podílu OZE pro jednotlivé členské státy vychází ze směrnice 2001/77/EC o podpoře elektřiny z OZE na vnitřním trhu s elektřinou v EU. Jsou definovány jako procentuální podíly výroby elektřiny na hrubé domácí spotřebě elektřiny v každém členském státě. Národní indikativní cíl tohoto podílu je pro Českou republiku stanoven na 8 % v roce 2010. Hrubá výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů se v roce 2006 podílela na tuzemské hrubé spotřebě elektřiny

4,9 %. Podíl obnovitelné energie na primárních energetických zdrojích (PEZ) v roce 2006 činil 4,3 %. Tento odhad se vztahuje k energii obsažené v použitém palivu a nezohledňuje účinnost zařízení.

Biomasa je považována současnou platnou Státní energetickou koncepcí (SEK) jako rozhodující – dominantní druh OZE. Jeho současný rozvoj však brzdí různé bariéry, jednou z nejvýznamnějších je právě absence důsledného zmapování potenciálu jednotlivých forem biomasy. Vyřešení této otázky

Graf výroby elektřiny z OZE v roce 2006 v ČR



Zdroj: Zpráva o plnění indikativního cíle výroby elektřiny z OZE za rok 2006 www.mpo.cz/cz/energetika-a-suroviny/obnovitelne-druhotne-zdroje-energie/.

umožní formulaci strategie užití biomasy jako podklad pro revizi SEK a současně jako podklad pro aktualizaci schémat podpor.

Biomasa je z hlediska technicky využitelného potenciálu pro ČR nejperspektivnější z obnovitelných zdrojů pro výrobu elektřiny a tepla. Její využití je technicky dobře zvládnuto a není spojeno s problémy s nestabilitou dodávek, jako je tomu např. u energie větrné, sluneční, nebo vodní. Stabilitu dodávek lze maximalizovat současným využíváním biomasy s neobnovitelnými zdroji. Hlavním a zároveň obtížně překonatelným limitem využití biomasy je její množství na trhu a dopravní dostupnost.

V roce 2006 došlo k zásadnímu meziročnímu zvýšení výroby elektřiny z biomasy z 560 GWh na 731 GWh. Zčásti je to také tím, že přibylí noví výrobci spoluspalující biomasu s uhlím. V roce 2006 došlo ke zvýšení produkce palivového dříví, ovšem při markantním nárůstu jeho ceny. Současně vzrostla i celková těžba dříví všech sortimentů. Lze tedy předpokládat, že bylo k dispozici více lesních zbytků po těžbě a také při větším objemu zpracovávaného dříví i větší produkce palivového dřeva a dřevního odpadu na pilách apod.

V roce 2006 bylo celkem vyvezeno přes 500 000 tun biomasy vhodné k energetickým účelům, což je poměrně značné množství a odpovídá necelým 8 PJ energie v biomase. Znamná část biomasy vhodné pro energetické účely je v současné době vyvážena do zahraničí a jedná se zejména o palivové dřevo a dřevní brikety a pelety.

Vedle tradičních paliv (dřevního odpadu, pilin, štěpky a celulózových výluhů) byla v roce 2006 zaznamenána zvýšená spotřeba rostlinné hmoty i pelet a briket z rostlinných materiálů. V roce 2006 bylo k výrobě elektřiny celkem použito 512 000 tun biomasy, což je podstatně více než v roce 2005.

V současnosti je v České republice cca 4 264 000 ha zemědělské půdy, která tvoří přibližně polovinu (54 %) celkové rozlohy státu. Více než třetinu půdního fondu tvoří lesní pozemky. Od roku 1995 ubylo 15 000 ha zemědělské půdy, oproti tomu výměra lesní půdy vzrostla o 16 000 ha. Zatímco výměra orné půdy v posledních deseti letech trvale klesá, výměra pozemků evidovaných jako trvalé travní porosty se naopak o 71 000 ha zvýšila. Polovina zemědělského půdního fondu se nachází v oblastech méně příznivých pro hospodaření (tzv. LFA oblasti) a to jsou právě oblasti, kde je možné pěstovat energetické plodiny.

2 MATERIÁL – MAPOVÉ PODKLADY

Při analýze mapových podkladů se zjistilo, že je účelné rozdělit metodiku analýzy biomasy do několika částí (úrovní) podle velikosti analyzovaného území (rozdíl je v míře agregace podkladů). K tomuto rozdělení je vhodné přistoupit kvůli optimalizaci velikosti dat. Části (úrovně) se liší podrobností výstupů analýzy potenciálu biomasy. Metodika je rozdělena do třech částí: úroveň kraj, úroveň okres a úroveň obec (obce s rozšířenou působností). Tyto úrovně se liší hlavně v míře detailu použitých podkladů, protože z důvodu ekonomičnosti a efektivnosti není vhodné ani účelné používat pro řešení potenciálu biomasy na úrovni kraje či okresu podklady ve stejné míře detailu jako na úrovni obce. Nejvíce agregovaný přístup bude využíván pro zjištění potenciálních oblastí optimálních pro využívání biomasy a bude sloužit jako podklad pro rozhodování na úrovni krajů. Z této části by se měla vybrat zájmová území pro podrobnější analýzu.

Celá metodika je založena na výzkumu množství produkce biomasy v závislosti na působení kvality půdy, podnebí atd. Tyto složky jsou obsaženy pro zemědělský půdní fond v kódech BPEJ.

Bonitační půdně ekologické jednotky

BPEJ byly vytvořeny na základě bonitace čs. zemědělského půdního fondu z let 1973–1978 na podkladě komplexního průzkumu půd provedeného v šedesátých letech. Bonitační půdně ekologická jednotka zemědělských pozemků vyjadřuje pětímístným číselným kódem (psáno např. 2.11.14 nebo 21114) hlavní půdní a klimatické podmínky, které mají vliv na produkční schopnost zemědělské půdy a její ekonomické ohodnocení. První číslice udává klimatický region, druhá a třetí číslice vymezují příslušnost k určité hlavní půdní jednotce (01–78), čtvrtá číslice stanoví kombinaci svažitosti a expozice pozemku ke světovým stranám a pátá číslice určuje kombinaci hloubky půdního profilu a jeho skeletovitosti.

Klimatické regiony (**KR**) zahrnují území s přibližně shodnými klimatickými podmínkami pro růst a vývoj zemědělských plodin. KR se liší zejména v hodnotách sumy průměrných denních teplot vzduchu nad 10 °C, průměrnými ročními teplotami vzduchu, průměrným ročním úhrnem srážek, pravděpodobností výskytu suchých vegetačních období a vláhovou jistotou. V České republice bylo vymezeno celkem 10 klima-

Tab. 1 Použití mapových podkladů pro úroveň kraj

Mapové podklady	Měřítko	Rozlišení	Forma dat rastrová/vektorová	Dodává
Družicová mapa		30 × 30 m	R	ARCDATA, s. r. o.
RZM 50	1 : 50 000		R	ČÚZK
Administrativní mapa ČR	1 : 100 000		V	Geodézie CS nebo ČÚZK
ArcČR 500 + Admin ČR	1 : 500 000		V	ARCDATA, s. r. o.
HPKJ	1 : 5 000		V	VÚMOP
BPEJ	1 : 5 000		V	VÚMOP
CHKO	1 : 5 000		V	ÚHÚL
Lesní hospodářský plán	1 : 5 000		V	ÚHÚL
Mapa lesních porostů	1 : 5 000		V	ÚHÚL
LPIS	1 : 10 000		V	MZe

tických regionů, označených kódy 0–9. Hlavní půdní jednotka (**HPJ**) je účelové seskupení půdních forem, příbuzných ekologickými vlastnostmi, které jsou charakterizovány půdním typem, subtypem, půdotvorným substrátem, zrnitostí a stupněm hydromorfismu. V České republice bylo vymezeno 78 HPJ. Přiřazením údaje o klimatickém regionu k charakteristice HPJ vzniká tzv. hlavní půdně klimatická jednotka (**HPKJ**), která je vyšší taxonomickou jednotkou. Další půdně ekologické faktory jsou označeny 4. a 5. číslicí kódu soustavy BPEJ ČR a obsahují informace o dalších podmínkách stanoviště, které je vhodné zohlednit v případě provádění podrobnější pěstební rajonizace.

3 METODIKA

Aby analýza splnila své cíle, musí projít určitým procesem, který je možno obecně vyznačit na ose: formulace zadání – volba metodiky, nástrojů zpracování a zdrojů dat – zpracování dat – interpretace výsledků. Při dodržení uvedeného postupu a zásad je možné dosáhnout věrohodných výsledků, umožňujících racionální strategické rozhodování zadavatelů o využití biomasy v zájmovém území.

Formulace zadání

Pro volbu metodiky, provedení konkrétní analýzy a i dosažení vhodné přesnosti výsledných údajů je velmi důležité zadání, které specifikuje zadavatel a které musí obsahovat následující základní parametry:

- **Kvantifikaci rozsahu analýzy** neboli z jakého zájmového území chceme biomasu využívat nebo jak velký energetický potenciál biomasy je potřebný pro uvažovaný zdroj.
- **Určení požadovaných zdrojů biomasy** neboli jakou formu biomasy chceme využívat a s jakými parametry případně pro jakou technologii zpracování bude využívána.
- **Definici typu potenciálu biomasy** neboli jaký potenciál chceme znát – např. technický, využitelný, dostupný nebo ekonomický.
- **Určení časového horizontu** neboli v jakém období chceme potenciál začít využívat.

Pokud tyto parametry nejsou dostatečně přesně určeny, analýza potenciálu biomasy nemusí splnit očekávané přínosy a nebo její výsledky nemusí být správné, důvěryhodné.

Volba metodiky, nástrojů analýzy a zdrojů dat a interpretace výsledků

Pokud je zadání analýzy dostatečně přesně formulováno, je možné zvolit vhodnou metodiku, její hlavní nástroje a zdroje dat. V zásadě existují dva metodické postupy pro analýzu potenciálu, a to kalkulační (tabulkový) a s využitím GIS. Z jejich výběru vyplývají potřebné zdroje dat o jednotlivých zdrojích biomasy a jejich limitech.

Interpretace výsledků analýzy potenciálu biomasy je vždy velmi důležitou částí celé analýzy.

Metodický postup s využitím GIS

Metodika a analýza potenciálu biomasy pro ČR bude zpra-

cována pro úroveň kraj. Úroveň kraj – NUTS 3 (od úrovně okres a obec se liší mírou podrobnosti, použitými mapovými podklady a přesností výsledků) byla zvolena vzhledem k rozsahu území – celá ČR. V této úrovni budou stanoveny celkové potenciály biomasy pro jednotlivé kraje a vytipovány oblasti vhodné pro podrobnější analýzu biomasy. Vstupní mapové podklady jsou významně generalizovány.

Metodika je založena na přiřazování výnosů jednotlivých zdrojů biomasy ze zemědělské půdy (druhů plodin) podle BPEJ. Základem analýzy vhodnosti pěstování energetických plodin (v našem případě RRD) je posuzování výnosů plodin podle BPEJ a produkčních schopností půd. Metodika potenciálu pro lesní pozemky je založena na jiném principu než přiřazování výnosů dle BPEJ. Pro lesní komplexy jsou zpracovány a pravidelně aktualizovány LHP, které popisují skladbu každého lesního porostu. Na základě provedené analýzy LHP je možné vypočítat koeficient, který určuje průměrný výnos biomasy ve formě lesních těžebních zbytků ve vazbě na rozlohu lesa pro konkrétní území nebo úroveň analýzy.

Hlavní zdroje dat:

- základní mapový podklad pro BPEJ jsou mapy SMO 5 (státní mapa odvozená) v měřítku 1 : 5 000. Tyto mapy obsahují základní geografické údaje včetně výškopisu. Do této mapy se linie BPEJ zakreslovaly a následně byly z této mapy vektorizovány,
- dalším mapovým podkladem je např. LPIS, který zároveň obsahuje i druh skutečných kultur půdních bloků. To je vhodné používat pro stanovení potenciálů TTP, orné půdy apod.
- BPEJ, LHP,
- ročenky, zelené zprávy,
- rajonizace energetických plodin v systému BPEJ a výnosové křivky z výsledků výzkumných projektů,
- další údaje o limitech biomasy: živočišná výroba, zvláště chráněná území, územní plány.

Hlavní nástroje zpracování:

- SW GIS TopoL, FINAL, Excel,
- odborná literatura s přepočtovými koeficienty.

4 VÝSLEDKY – METODIKA GIS PRO JEDNOTLIVÉ ZDROJE

Sláma

Struktura rostlinné výroby v jednotlivých krajích je rozdílná v závislosti na půdních a klimatických podmínkách. Často se stává, že jsou obiloviny pěstovány na méně vhodných lokalitách, kde nízký výnos nezajišťuje rentabilitu. Sláma zemědělských kulturních plodin, zejména obilovin a řepky, tvoří nadějný zdroj biomasy využitelné pro energetické účely. Lze využívat slámu obilovin, kukuřice, řepky, píceňin pěstovaných na semeno, nekvalitní suché seno. Tyto zdroje se lisují do balíků, briket nebo pelet.

Pro geografickou analýzu potenciálu slámy z tzv. konvenčního zemědělství se používají tabulkové výnosy jednotlivých plodin udávané k jednotlivým hodnotám hlavních půdně klimatic-

kých jednotek (HPKJ). V prvním kroku je však nutné provést průnik dat HPKJ a LPIS (druhů kultur). Tím je zaručené určení výnosů slámy pouze na orné půdě. V druhém kroku jsou přiřazeny údaje výnosů zrna jednotlivých plodin vynásobené koeficientem podílu slámy ke každé jednotce HPKJ. Tím vzniká model GIS – oborová hladina – výnos slámy. Tabulkové výnosy obsahují výnosy zrna na 1 ha, které je pro posuzování výnosu slámy nutno opravit koeficientem podílu slámy (K_s) (Havličková, Weger a kol., 2006).

Seno, travní biomasa TTP

Pro zjištění potenciálu biomasy travních porostů se používají tabulkové výnosy TTP přiřazené hodnotám HPKJ podobně jako u slámy. V prvním kroku se výnosy TTP převádějí do databáze GIS s přiřazenými hodnotami výnosů každé jednotce HPKJ. Tyto tabulkové výnosy TTP obsahují „surový“ výnos na 1 ha, takže pro posuzování výnosu sušiny je nutno hodnoty opravit koeficientem sušiny 0,20 (20 % sušiny). V druhém kroku se provádí průnik dat HPKJ a LPIS. Tím je zaručeno určení výnosů TTP pouze na půdě TTP.

Lesní těžební zbytky

Analýza potenciálu biomasy z lesních porostů je založena na podobném principu jako u zemědělských agrosystémů – tedy na bonitě stanoviště, ale s využitím jiných podkladů než BPEJ a LPIS. V ČR jsou pro lesní porosty zpracovány lesní hospodářské plány (LHP), které vycházejí z tzv. souborů lesních typů (SLT), které udávají mimo jiné také očekávané výnosy (zásoby) dřevní biomasy. Dále také detailně popisují aktuální a cílenou porostní skladbu lesa od druhu a výšky až po stáří porostu. Z těchto dat lze velmi detailně určit potenciál lesa v jednotlivých obdobích podle toho, jak bude probíhat plánovaná pěstební péče (výchovné zásahy) a mýtní těžba dřeva, tzn. nejen k aktuálnímu datu, ale i ve výhledu na 10 let, případně i více. Takto podrobné určení potenciálu lesa je vhodné provádět pouze pro úroveň obec.

Pro vyšší správní úroveň by takto počítaný potenciál byl velice náročný na zpracování. Proto byla provedena analýza LHP vybraných území a vypočítala se hodnota koeficientu lesních těžebních zbytků (K_L) pro kvantifikaci a distribuci potenciálu v úrovních kraj a okres. Hodnota koeficientu dosahuje 0,63 t/ha při vlhkosti 60 % a udává průměrný výnos biomasy ve formě lesních těžebních zbytků ve vazbě na rozlohu lesa. Tento koeficient zůstává stejný v čase. Pro tyto úrovně se také používá jiný mapový podklad, který plošně zobrazuje lesní celky bez případného rozlišení druhu lesa či stáří. Jediné rozlišení pro tyto úrovně je použití popisu, zda daný lesní celek je součástí ZCHÚ či nikoli. V takovém případě se předpokládá, že výnos lesa bude menší v závislosti na těžebních omezeních (Havličková, Weger a kol., 2006).

Energetické plodiny – na příkladu RRD

Pro zjištění produkčního potenciálu záměrně pěstované biomasy byla zvolena jako modelová energetická plodina RRD. Produkční potenciál biomasy RRD je odvozen z výsledků výzkumných prací VÚKOZ, v.v.i., Průhonice. Výnosy zjištěné na výzkumných plochách jsou vztahovány k identickým a příbuzným HPKJ. Protože pro provedení detailní rajonizace vhodných klonů RRD zatím není dostatek podkladů, bylo rozhodnuto vytvořit rámcovou rajonizaci ve formě tabulky hodnocení

vhodnosti stanovišť s využitím dvou podkladů: soustavu BPEJ a výsledků testování vybraných klonů RRD (Weger, Havličková, 2002), (Weger, Vlasák, Zánová, Havličková, 2005), které jsou doporučovány pro zakládání výmladkových plantáží v ČR (Věstník MZe 1/2004).

Pro účely hodnocení stanovištních nároků klonů RRD byly vybrány hlavní půdně klimatické jednotky (HPKJ). Hodnoceno bylo celkem 525 HPKJ, které byly relevantní pro pěstování současného doporučeného sortimentu RRD pro výmladkové plantáže. Jako hodnotící parametry byly použity následující parametry: výnosové a růstové parametry vybraných klonů RRD na 16 stanovištích, tabulkové výnosy pšenice a TTP na daných HPKJ, klimatické charakteristiky klimatických regionů, popisy vlastností hlavních půdních jednotek (zejm. půdní vláha, vysychavost) (Havličková, Knápek, Vašíček, Weger, 2005), (Havličková, Weger a kol., 2006).

Využitím těchto údajů byl proveden expertní odhad vhodnosti KR a HPJ pro pěstování výmladkových plantáží přidělením vah jejich jednotkám. Pro počítačovou analýzu se očekávané výnosy RRD převedly do databáze a přiřadily se ke každé jednotce HPKJ. Tím vznikla oborová hladina modelu GIS – výnos RRD. V dalším kroku – realizace potenciálu energetických plodin (zde RRD) – se provádí prolnutí vrstvy výnosu s vhodnou půdou. To se provádí obvykle ve dvou variantách:

- Maximální „plantážnická“ varianta (energetické plodiny se pěstují na celé rozloze ZPF – jedná se o teoretický údaj, který slouží k určení maximálního potenciálu biomasy a jeho distribuci v území).
- Optimalizovaná varianta (rozsah pěstování energetických plodin je dán zadáním analýzy – např. podílem ZPF určeným k pěstování energetických plodin, požadovaným sklízeným ročním množstvím biomasy a nebo maximální cenou za tunu vypěstované biomasy).

5 ZÁVĚR

Vypracovaný metodický postup analýzy potenciálu biomasy umožní přinést informace o možnostech a využití potenciálu biomasy k energetickým účelům. Pro úroveň analyzovaného území NUTS 3 je vhodné zvolit optimální velikost mapových podkladů, protože z ekonomických a efektivních důvodů není vhodné ani účelné používat pro řešení potenciálu biomasy na úrovni kraje či okresu podklady ve stejné míře detailu jako na úrovni obce. Nejvíce agregovaný přístup slouží pro zjištění potenciálních oblastí, optimálních pro využívání biomasy, např. pro rozhodování na úrovni kraj. Z těchto výstupů je pak možné vybrat oblasti, pro které se zpracuje podrobnější analýza.

Poděkování

Tyto výsledky byly získány s přispěním grantového projektu SP/3g1/24/07 „Metodika a analýza potenciálu biomasy v ČR“ financovaného z výdajů na výzkum a vývoj z rozpočtové kapitoly Ministerstva životního prostředí ČR.

6 LITERATURA

Agrobränsle AB, Stig Larsson, Overview of Experiences with Coppice Plantations of Fast - Growing Tree Species in Biomass Production in Sweden 2003.

HAVLÍČKOVÁ, K., KNÁPEK, J., VAŠÍČEK, J. (2004): The Economics of Short Rotation Coppice – In 2nd World Conference Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, Rome, ETA Florence and WIP-Munich, 561–564 s. ISBN 88-89407-04-2.

HAVLÍČKOVÁ, K., KNÁPEK, J., VAŠÍČEK, J., WEGER, J. (2005): Biomasa obnovitelný zdroj energie – ekonomické a energetické aspekty. Acta Pruhoniana 79, VÚKOZ, Průhonice, 67 s. ISBN 80-85116-38-3.

HAVLÍČKOVÁ, K., WEGER, J. a kol. (2006): Metodika analýzy potenciálu biomasy jako obnovitelného zdroje energie. Acta Pruhoniana 83, VÚKOZ, Průhonice, 71 s. ISBN 80-85116-48-0.

WEGER, J., HAVLÍČKOVÁ, K. (2002): The first results of the selection of woody species for short rotation coppices in the transitional oceanic-continental climate of the Czech Republic. 107–110 s., Twelfth European Conference Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, Amsterdam, ETA Florence.

WEGER, J., VLASÁK, P., ZÁNOVÁ, I., HAVLÍČKOVÁ, K. (2005): The results of the evaluation of selected willow and poplar clones for short rotation coppice (SRC) in second and third harvesting period in conditions of the Czech Republic. – 14th European Conference Biomass & Exhibition for Energy, Industry and Climate Protection, Paris, ETA Florence.

Zpráva o plnění indikativního cíle výroby elektřiny z OZE za rok 2006. [cit. 2008-09-15] Dostupné na www.mpo.cz/cz/energetika-a-suroviny/obnovitelne-druhotne-zdroje-energie/.

POROSTY RYCHLE ROSTOUCÍCH DŘEVIN V ZEMĚDĚLSKÉ KRAJINĚ A BIODIVERZITA

PLANTATIONS OF FAST-GROWING TREES IN AGRICULTURAL LANDSCAPE AND BIODIVERSITY

Kamila Havlíčková, Ivana Rudišová

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

Abstract: Short rotation coppice (SRC) plantations have generally become an acceptable method for producing biomass for energy, but explaining the importance of these plantations for biodiversity is a condition of their gradual introduction to landscape and agricultural practices. Usually economic reasons are the motivation for planting SRCs for biomass for energy purposes. Landscape and ecological indicators are a secondary, but no less important motivation that are closely linked with the economy. This article focuses on SRC plantations of fast-growing trees in the agricultural landscape and their contribution to landscape biodiversity.

Abstrakt: Zdůvodnění významu porostů rychle rostoucích dřevin (RRD) pro biodiverzitu krajiny je jednou z podmínek jejich postupného zavádění do krajiny a zemědělské praxe. Výmladkové plantáže RRD se stávají všeobecně akceptovatelnou metodou na produkci biomasy pro energii. Na prvním místě stojí ekonomické ukazatele, a tedy produkce biomasy pro energetické účely. Jako druhotné, ale ne méně významné, jsou ukazatele krajinné, ekologické, které s ekonomikou úzce souvisí. Článek se bude věnovat výmladkovým plantážím RRD v zemědělské krajině a jejich přínosu pro biodiverzitu krajiny.

Key words: fast-growing trees, short rotation coppice, ecological stability, bioindicator, genus *Carabus*, biodiversity.

Klíčová slova: rychle rostoucí dřeviny, výmladkové plantáže, ekologická stabilita, bioindikátor, rod *Carabus*, biodiverzita.

1 ÚVOD

Česká krajina byla v minulých desetiletích velmi silně devastována lidskou činností. Zvyšování intenzity produkce se podepsalo nejen na biodiverzitě v krajině, ale problémy se dotýkají i samotného zemědělství. V českých zemích se heterogenita krajiny snížila v důsledku kolektivizace v 50. a 60. letech 20. století. Tyto změny vedly k zániku pestré mozaiky polí a travních porostů, z krajiny zmizely remízky, staré úvozové cesty doprovázené porosty keřů a ovocných stromů a snížila se skladba pěstovaných plodin. Proto je od roku 1990 značné úsilí věnováno její ochraně a revitalizaci. Systém finanční podpory a zachování mimoprodukčních funkcí jednotlivých segmentů kulturní krajiny se v posledních letech postupně zdokonaluje a rozšiřuje. MZe např. už po mnoho let dotuje kosení luk (nespásaných z důvodu redukce živočišné výroby) a MŽP dlouhodobě podporuje revitalizaci vodních toků s cílem zpomalení odtoku vody z území.

Rostliny, a zejména dřeviny pěstované pro potřeby cílené produkce energeticky využitelné biomasy, je možné využít ke zlepšení fungování krajiny, např. různých problémových lokalit na okraji obcí, ale i v navazující volné krajině. Jedná se především o využití účinných vlastností dřevin a porostů pro zkvalitnění podmínek životního prostředí, ochrany přírody a tvorby krajiny. Stále častěji diskutovanou otázkou je otázka biodiverzity, druhové rozmanitosti živočichů vyskytujících se v porostech RRD.

Výskyt určitých skupin živočichů také může indikovat ekologickou stabilitu porostu. Indikátory jsou chápány jako měřitelné „náhražky“ pro sledování biodiverzity. Mohou to být různé skupiny organismů splňující určité předpoklady, např. citlivost a dostatečně rychlou reakci na změny vyvolané činností člověka, velký areál svého rozšíření, snadnou a ekono-

mickou dostupnost jejich sledování standardními metodami a relativní nezávislost zjištěných výsledků na velikost vzorku. Komplex epigeických bezobratlých živočichů je v různých částech České republiky tvořen různými druhy, charakteristickými pro různé biogeografické oblasti. Druhy, charakteristické pro lesní ekosystémy, jež původně pokrývaly většinu území našeho státu, jsou vhodnými indikátory změn ekologických podmínek. S rostoucím stupněm revitalizace roste celkový počet druhů, zastoupení druhů s úzkou ekologickou valencí, současně však klesá jejich populační hustota a aktivita. S ohledem na vysokou úroveň taxonomického zpracování a rozsah znalostí ekologických nároků jednotlivých druhů je pro bioindikaci ekologických podmínek různých biotopů vhodná čeleď brouků *Carabidae*. V současnosti probíhá výzkum zaměřený na výskyt epigeických bezobratlých a vybraných indikačních skupin v porostech RRD. Tento výzkum by měl dát odpověď na otázku stability a funkčnosti porostů jako celku a současně by měl poukázat na úlohu porostů při zvyšování biodiverzity v krajině.

2 METODIKA PRÁCE

Za výchozí porosty, na kterých byly sledovány krajinné aspekty, byly vybrány hlavně maloplošné pokusné plochy Výzkumného ústavu Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v.i., Průhonice, které jsou od roku 1995 zakládány pro testování klonů topolů a vrb a jejich produkci biomasy. Dalšími zohledněnými porosty jsou vybrané výmladkové plantáže RRD, které byly založeny převážně zemědělci či obcemi (např. Peklov u Kladna). Na těchto porostech je hodnocen význam a využitelnost produkčních ploch RRD v oblasti ochrany a tvorby krajiny.

V roce 2001 byl na výzkumných plochách VÚKOZ v. v. i., Průhonice zahájen experiment, zaměřený na studium výskytu epigeických bezobratlých v porostech RRD (vrb a topolů). Studium celého komplexu epigeických bezobratlých, jež by bylo samozřejmě nejhodnější a také nejzajímavější, je velmi náročné. Problémem je především časová a finanční náročnost, daná nutností zapojení expertů, schopných správně pojmenovat nejen jednotlivé druhy brouků, ale také suchozemských stejnoonožců (*Isopoda*), mnohonožek (*Diplopoda*), stonožek (*Chilopoda*), pavouků (*Araneae*) a sekáčů (*Opiliones*) a dalších skupin bezobratlých. Z tohoto důvodu jsou hledány jednodušší metody, jež by umožnily spolehlivou bioindikaci změn ekologických podmínek. Pro potřeby bioindikace je třeba vybrat skupinu bezobratlých podle následujících kritérií:

- skupina musí být dostatečně diverzifikovaná, tak aby její zástupci obývali co možná všechny biotopy dané lokality,
- skupina musí být dobře identifikovatelná (musí existovat odborník, který je schopen determinovat všechny druhy daného území),
- skupina musí být kvalitativně i kvantitativně zhodnotitelná (musí existovat nějaká kritéria hodnocení pro tu kterou taxonomickou skupinu).

Na základě těchto kritérií byla vybrána čeleď *Carabidae*. Čeleď je zastoupena relativně velkým množstvím druhů, a to ve většině typů ekosystému. Je dobře známa bionomie jednotlivých druhů, která jim umožňuje kolonizovat biotopy v různých fázích vývoje, a středoevropské druhy střevlíkovitých jsou poměrně snadno a spolehlivě identifikovatelné.

Pro zjištění míry adaptability a reliktnosti byla fauna střevlíků České republiky rozdělena do tří skupin (Hůrka et al., 1996):

skupina R s nejužší ekologickou valencí, mající v současnosti charakter reliktní, jedná se vesměs o vzácné a ohrožené druhy přirozených, nepřilíhí poškozených ekosystémů,

skupina A s adaptabilnějšími druhy, osídlujícími více nebo méně přirozené, nebo přirozenému stavu blízké biotopy, vyskytují se i na druhotných, dobře regenerovaných biotopech, zvláště v blízkosti původních ploch,

skupina E s eurytopními druhy, které nemají často žádné zvláštní nároky na charakter a kvalitu prostředí, druhy nestabilních, měnících se biotopů, obývají silně antropogenně ovlivněnou, tedy poškozenou krajinu, zahrnuje i expanzní druhy, šířící se v současné době do takovýchto nestabilních biotopů.

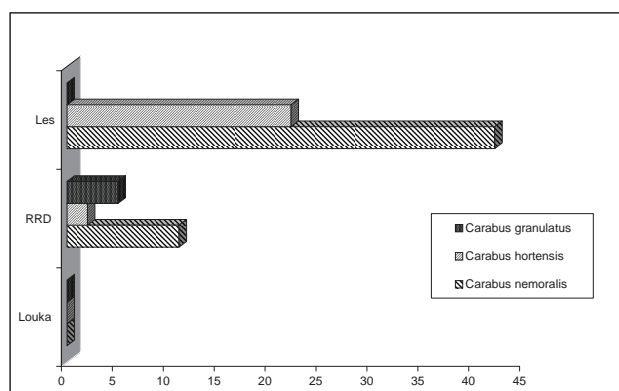
Na experimentální ploše byl již v roce 2001 vytyčen transekt, zasahující tři společenstva: kulturní louku (druhově chudá louka), plantáž RRD a část lesního komplexu parku v Průhonicích. Pasti byly kladeny od sebe ve vzdálenosti asi 10 m, na každém biotopu a číslovány vzestupně od louky směrem k lesu. Zemní pasti, ponořené do půdy po okraj, tvořily plastové láhve, u nichž byla odříznuta horní část (výška asi 20 cm, průměr 8 cm). Pasti se plnily koncentrovaným roztokem formaldehydu (asi 150 ml) a byly zakryty improvizovanou stříškou z hliníkového plechu; toto opatření alespoň částečně brání pronikání různých obratlovců do pasti, jejich přeplnění případnými srážkami i vysychání.

Pasti jsou instalovány od časného jara až do podzimu, kdy je pokus ukončen. Pasti jsou vybírány v měsíčních intervalech. Jejich obsah je slit na misku a po odstranění velkých rostlinných zbytků přelit do láhví. V laboratoři, po proprání ve vodě se materiál přebere a je roztříděn do hlavních skupin: střevlíkovití brouci, pavouci a sekáči, stejnoonožci, mnohonožky a stonožky.

Z komplexu střevlíkovitých brouků se vybírají druhy rodu *Carabus*, a ve všech skupinách se stanovil počet jedinců.

3 VÝSLEDKY

Při porovnání sledovaných druhů v různých biotopech (viz graf) je vidět, že porosty RRD mohou tvořit přechodové stanoviště důležité zejména pro pronikání druhů do zemědělské krajiny. Byl porovnán výskyt sledovaných indikátorů ve třech biotopech; louka, les a porost RRD. V porostech RRD se nacházejí druhy v menším počtu, ale s vyšším zastoupením druhů než v lese. Na louce se nenacházel žádný sledovaný druh.



Graf výskytu sledovaných druhů ve třech biotopech v roce 2006 a 2007

Výmladkové plantáže RRD mohou pozitivně ovlivnit své okolí z hlediska přírodního např. zvýšením biodiverzity, obohacením potravního řetězce, vznikem biokoridorů pro migraci fauny, zvýšením malého vodního cyklu v krajině a jejím ochlazením, revitalizací zemědělských půd atd. Dřeviny jsou schopny půdu prokořenit i v ulehle vrstvě, a tak ji nakypřit a provzdušnit. Současně dochází k značnému odčerpávání přebytečných živin a snížení uvolňování těchto látek do podzemních vod. Bohatý opad listů dále zvyšuje podíl humusu, který dnes začíná chybět, a tím se značně zlepšují fyzikální vlastnosti půdy (Simanov, Čížek, 2004). Spektrum environmentálních faktorů, jež porosty RRD pozitivně ovlivňují, v mnoha ohledech působí na obyvatelnost krajiny, na možnosti jejího hospodářského využití i na ekologickou stabilitu, jejíž narušení přináší ekonomické ztráty. Významný je především příznivý vliv na půdní, vlhkostní a mikroklimatické podmínky – „stepní“ podmínky intenzivně zemědělsky využívané krajiny se mění v podmínky „lesní“, charakterizované zejména obnovením funkce tzv. krátkého či uzavřeného vodního cyklu (Pokorný, 1997a; Pokorný, 1997b; Ripl, Pokorný, Eiseltová, Ridgill, 1996). Tato funkce samozřejmě ovlivňuje charakter jednotlivých biotopů, možnosti vývoje různých biocenóz a obnovy rozmanitosti druhů a společenstev (biodiverzity) v krajině. Tvrzení, že tyto

porosty mohou plnit funkci refugií, biokoridorů či interakčních prvků ÚSES, je jistě správné, v podmínkách intenzivně využívané zemědělské krajiny však u nás dosud neověřené. Možnou funkci interakčních prvků ÚSES a případně i antropicky podmíněných biocenter (Löw, J. et al., 1995) naznačují výsledky výše citovaných i jiných výzkumů, je však žádoucí tuto funkci jednoznačně prokázat i v podmínkách České republiky (Weger, Jech, Havlíčková, Šír, 2002).

Výmladková plantáž RRD začíná záhy po svém založení – od druhé vegetační sezóny, kdy dosáhne porost výšky nad 1,5 m – plnit krajinné funkce, kterými významně a převážně pozitivně ovlivňuje své nejbližší okolí. Výsadba RRD a jejich porostů (výmladkové plantáže) je velmi vhodným způsobem obnovy malého vodního cyklu, a tím také revitalizace funkcí krajiny narušených velkoplošným odlesněním a zorněním. Porosty RRD chrání půdu před evaporací, přispívají ke stabilizaci odtoků a stabilizují místní klima.

Často diskutovanou otázkou je také ekologická stabilita výmladkových plantáží RRD – jejichž odolnost vůči biotickým a abiotickým škodám. Jednou z možností, jak ji zvýšit, je například zakládání smíšených porostů – klonových a druhových směsí. Pokud se vyberou klony s podobnými růstovými vlastnostmi, je založení smíšených porostů možné aniž by byl ovlivněn výnos oproti jednoklonovým monokulturám.

V současnosti jsou ověřovány i další dřevinné druhy, které by mohly být vhodné pro produkční nebo polyfunkční porosty RRD, např. olše (*Alnus*) a lísky (*Corylus*), jejich využití je předpokládáno jako uplatnění doplňkové dřeviny produkčních plantáží nebo pro zakládání porostů, kde produkční funkce (výnos) nebude hlavním cílem. Například růži šípovou (*Rosa canina*), kalinu obecnou (*Viburnum opulus*), habr obecný (*Carpinus betulus*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*) by bylo možno použít pro opláštění okolo produkčních porostů. Růže je významným hnízdištěm a úkrytem hmyzožravého ptactva i drobné zvěře a bylo by ji možno ponechat neskliženou i v roce sklizně produkčního porostu.

4 DISKUZE

Původní hypotéza výzkumu bezobratlých byla, že půda plantáží, porostlých vzrostlejšími dřevinami, pokrytá opadem listů a zastíněná, by již měla být vhodná pro postupné rozšiřování lesních druhů, z nichž některé projevují tendenci do plantáže migrovat. Druhy *Carabus hortensis*, *Carabus nemoralis* jsou řazeny (Hůrka et al., 1996) do skupiny A druhů, osídlujících více méně přirozená, nebo přirozenému stavu blízká stanoviště. Vyskytují se i na druhotných, dobře regenerovaných biotopech. Tato skupina zahrnuje především typické druhy lesních porostů. Je zřejmé, že právě rozšíření těchto druhů do biocenózy plantáže RRD indikuje příznivý vývoj, směřující k nastolení stabilních podmínek. U porostů RRD je třeba brát v úvahu specifický způsob hospodaření (managementu). Porosty RRD se v průběhu své existence několikrát sklízí. Při vykácení části porostu se může projevit zvýšení druhového bohatství. Vyšší druhové bohatství střeblíků po vykácení bývá vysvětlováno jako důsledek příznivějších mikroklimatických podmínek pro druhy otevřených stanovišť a stanovištní generalitu a vyšším druhovým bohatstvím vegetace na mýtinách,

které ovlivňuje společenstva střeblíků přímo (více potravy pro herbivorní druhy) a nepřímo (více herbivorních bezobratlých jako potrava pro dravé střeblíky). V úvahu je také potřeba brát orbu mezi řádky, resp. její zamezení, a tvorbu rostlinného opadu, který přispívá k rozrůznění vertikální distribuce střeblíků a k omezení vnitrodruhové kompetice. Výskyt střeblíků závisí na mnoha abiotických a biotických faktorech. Zejména na vlhkosti, charakteru vegetace, teplotě, geologickém substrátu, migrační schopnosti druhů, predaci a také vlivu člověka. Výzkumy (Syravátka, Šír, Balounová, 1999 aj.) prokázaly, že v případech příznivých změn půdních, vegetačních a vlhkostních podmínek může poměrně rychle docházet k významným pozitivním změnám složení komplexu těchto bezobratlých.

Tato úvaha, včetně dosud dosažených výsledků, naznačuje, že od porostů RRD lze očekávat nikoli vytvoření podmínek pro existenci společenstev skutečně lesních, nýbrž druhově mnohem rozmanitějších společenstev přechodových.

Charakteristika jednotlivých krajinných funkcí porostů RRD je závislá na konkrétní krajinné struktuře, způsobu a intenzitě využívání, metodě hospodaření, charakteru osídlení, stavu a rozmístění přírodních prvků i zdrojů znečištění a devastací. Účinnost porostů výmladkových plantáží je možné zvýšit především racionálním výběrem stanoviště před založením porostu, přizpůsobením tvaru porostu, rozšířením druhové skladby, úpravou managementu hospodaření a doplněním technických prvků nebo vazeb na stávající krajinné prvky v souladu s požadovaným efektem.

Zapojené porosty RRD jsou schopné ochlazovat krajinu prostřednictvím svých fotosyntetických orgánů, proto pás těchto porostů může působit jako izolační proti přehřívání zemského povrchu, což je jedna z příčin, proč dochází k extrémním klimatickým vlivům na zemi. Tento ochlazovací mechanismus krajiny byl omezen odlesněním a změnou využití krajiny – velkoplošné zemědělství se stepními plodinami – obilovinami.

Mezi účinné nástroje, které umožňují efektivní zapojení produkčních porostů RRD do procesu ochrany a tvorby krajiny, je opláštění, které pěstitel vysazuje okolo porostu. Pro toto opláštění musí být použity pouze domácí druhy, ale nemusí se jednat pouze o topoly a vrby. Je možné výsadbu udělat s rozšířenou druhovou skladbou. Opláštění u porostů RRD představuje účinný nástroj, který umožňuje pozitivní zapojení porostů RRD do funkčního systému krajiny a případně i částečnou lokální náhradu porostů trvalé zeleně. Tento efekt je možné dále ovlivnit druhovou i prostorovou skladbou, vycházející z konkrétních podmínek a charakteru stanoviště.

V současnosti je variant s rozšířenou druhovou skladbou využíváno jen mimořádně, vzhledem k pracnosti a nákladnosti založení porostu, ale také nejsou zatím žádné zkušenosti s délkou jednotlivých obmýtí tohoto opláštění. Předpokládá se však, že by se neskázely tak často, jako samotný porost výmladkové plantáže.

Cílem zakládání pokusných porostů (opláštění) je dlouhodobé ověřování vhodné technologie výsadby, výběr jednotlivých druhů a kombinace dřevin, možnosti kombinace s RRD, metody ochrany a obnovy opláštění, možnosti jejich využití v produkci biomasy, případně možnost jejich využití zejména v oblasti biologické a estetické funkce a vzájemných vlivů

oplaštění a vlastních ploch plantáže. Na základě prvních zkušeností z tříletého sledování je možné říci, že pro opláštění jsou z hlediska ujmavosti a přežívání velmi vhodné dřeviny jako kalina obecná (*Viburnum opulus*), řešetlák počistivý (*Rhamnus cathartica*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), líska obecná (*Corylus avellana*), dřín obecný (*Cornus mas*) a ještě je možné uvažovat o výsadbě růže šípkové (*Rosa canina*) + trnky (*Prunus spinosa*). RRD jsou také již delší dobu používány k tvorbě zeleně a biologické rekultivaci na antropogenních půdách. Mezi výhody použití RRD je možno počítat sadbu přímo do půdy neobohacené ornici, rychlý růst a časné plnění ekologických a ostatních funkcí trvalé zeleně v krajině. Co se týče půdy, listový opad zlepšuje půdní vlastnosti a kořeny meliorují půdní vrstvy až do hloubky 10 metrů. Relativně novou oblastí využití RRD je dekontaminace půd od těžkých kovů, kdy vrby a topoly jsou schopny přijímat těžké kovy. Této oblasti se věnují na České zemědělské univerzitě, Fakultě agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů v Praze-Suchbale.

Výmladkové plantáže RRD jsou využívány např. ve Švédsku pro dočišťování vody z komunálních čistíren odpadních vod (ČOV). Několik takovýchto vrbových porostů ve Švédsku vzniklo od roku 1997, jedná se o rozlohy porostů od 10–75 ha. Výmladkové plantáže RRD jsou zavlažovány tzv. terciárními efluenty, což je odpadní voda pročištěná v klasických dvoustupňových ČOV, která obsahuje zbytky živin (dusík a fosfor) a někdy i menší množství těžkých kovů (měď, zinek, kadmium). Této problematice se výzkumně věnují zejména ve Švédsku, kde sledují dočišťující účinnost odpadních vod pomocí vrbových porostů a také hnojivý účinek pro produkci biomasy. Ze sedmiletého sledování byly získány následující průměrné údaje: závlahová perioda od 10. května do 20. října s aplikací 730–770 mm.m²/rok a s obsahem živin N–P–K/72–10–85 kg/ha/rok. (Hasselgern, 1998; Anonymous (2004); Larson et al., 2003).

5 ZÁVĚR

Udržení a zvyšování biodiverzity krajiny by mělo být v současnosti jednou z priorit ochrany přírody. Druhově bohatý a vyvážený půdní život je žádoucí a zásadní pro zachování úrodnosti půdy. V důsledku intenzivního využívání a obhospodařování krajiny dochází k degradaci ekosystému a k snižování biologické rozmanitosti. Pěstování RRD má pozitivní vliv na zemědělskou půdu i krajinu. Dochází k provzdušňování utužené půdy, která vzniká ve velkém procentu případů v důsledku pojezdů a zpracováním půd, dále zabraňují vodní a větrné erozi, zadržují vodu v krajině. Uvnitř zapojeného porostu RRD (v 3.–4. roce) se vytváří teplotní a vlhkostní podmínky podobné porostům trvalé zeleně nebo lesním porostům, které jsou prokazatelně vítaným stanovištěm a novou nikou pro širokou škálu živočichů, například drobné zvěře, ptactva a hmyzu. K atraktivnosti tohoto nového prvku krajinné struktury přispívá také nízká intenzita jeho obhospodařování v porovnání s konvenční rostlinou produkcí nebo ovocnými sady.

Článek byl zaměřen pouze na čeleď *Carabidae* (jedna úzká skupina), ale významným a zajímavým přínosem by byla i komplexní studie věnovaná výskytu savců, ptáků a ostatních bezobratlých v porostech RRD.

Poděkování

Tyto výsledky byly získány s přispěním grantového projektu 2B06132 „Biodiverzita a energetické plodiny“ financovaného z výdajů na výzkum a vývoj z rozpočtové kapitoly MŠMT ČR.

6 LITERATURA

- ANONYMOUS (2004): Recycling of Wastewater and sludge in *Salix* plantation, Agrobränsle. Produced by Lindoff Communications, Lund, Sweden.
- BOHAČ, J. (2003): Střevlíkovití a drabčíkovití (*Coleoptera*, *Staphylinidae*) brouci NPR Brouskův mlýn a jejich využití pro biomonitorování stavu biotopů. In Národní přírodní rezervace Brouskův mlýn, sborník 2003.
- DEDEK, P. (2006): Ecology of carabid beetles (*Coleoptera: Carabidae*) in floodplain forest conditions. Diplomová práce Katedra ekologie a životního prostředí, Univerzita Palackého v Olomouci.
- HASSELGERN, K. (1998): Use of municipal wastewater in short rotation energy forestry – full scale application. In Proceedings of the International Conference for Energy and Industry, Würzburg, p. 835–838.
- HŮRKA, K., VESELÝ, P. a FARKAČ, J. (1996): Využití střevlíkovitých (*Coleoptera: Carabidae*) k indikaci kvality prostředí. Klapalekiana 32: 15–26.
- LARSSON, S. et al. (2003): Short rotation willow biomass plantations irrigated and fertilised with wastewaters. Results from a 4-year multidisciplinary field project in Sweden, France, Northern Ireland and Greece. No. 37, 2003, Danish Environmental Protection Agency, 53 p.
- LÖW, J. et al. (1995): Rukověť projektanta místního územního systému ekologické stability. Metodika pro zpracování dokumentace. Doplněk Brno, 124 s.
- MOTTL, J., ŠTĚRBA, S. (1975): Topoly, dřeviny pro ozelenění. VÚLHM, Jíloviště – Strnady.
- MOTTL, J. (1989): Topoly a jejich uplatnění v zeleni. Aktuality VŠÚOZ, Průhonice, 204 s., ISBN 80-85116-02-2.
- MOTTL, J. et al. (1992): Využití topolů při rekonstrukci krajiny Severočeské hnědouhelné pánve narušené těžbou uhlí a průmyslovými emisemi. – In DÚ 02-01 projektu Ekologické soustavy obhospodařování lesů v měnících se přírodních a ekonomických podmínkách. VÚOZ Průhonice, 82 s.
- POKORNÝ, J. (1997a): Landscape macroenergetics omitted. Ekologie a společnost VII (6): 5–7.
- POKORNÝ, J. (1997b): Management of water cycle and energy flow for ecosystem control - the energy-transport-reaction (ETR) model. Ecological Modelling 78: 61–76.
- RIPL, W., POKORNÝ, J., EISELTOVÁ, M., RIDGILL, S. (1996): Holistic approach to the structure and function of wetlands and to their degradation. Wetlands International 32: 16–35.

- SIMANOV, V., ČÍŽEK, V. (2004): Pěstování dřevin pro energetické využití dřeva. MZLU, Brno, 79 s.
- SYROVÁTKA, O., ŠÍR, M. and BALOUNOVÁ, Z. (1999): Revitalization of headwater area Senotin – pilot study: inspiration for sustainable development? In Proceeding of the International Conference „Ekotrend“, České Budějovice, ZF JU, 1999: 12–17.
- ŠIMÍČEK, V. (1992): Vrby při úpravách vodních toků a ekologické obnově krajiny. MZe, Praha, 141 s.
- WEGER, J., JECH, D., HAVLÍČKOVÁ, K., ŠÍR, M. (2002): Výzkum krajinných funkcí cílené produkce biomasy (rychle rostoucími dřevinami) – zejména jejich přínosy pro diverzitu krajiny a hydrologický režim. [Závěrečná zpr. projektu VaV320/3/99, In knih. VÚKOZ, Průhonice], 34 s.

EKONOMICKÉ ASPEKTY UŽITÍ BIOMASY PRO SPOLUSPALOVÁNÍ BIOMASY A UHLÍ

ECONOMIC ASPECTS OF BIOMASS UTILIZATION – CO-FIRING CASE

Jaroslav Knápek¹, Jiří Vašíček¹, Kamila Havlíčková²

¹České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická, Technická 2, 166 27 Praha 6, knapek@fel.cvut.cz, vasicek@fel.cvut.cz

²Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v.i., Květnové nám. 391, 252 43 Průhonice, havlickova@vukoz.cz

Abstract: Co-firing of biomass – coal mixture plays key role in renewable energy sources utilization in the Czech Republic. Co-firing support is based on compensation of increased cost of power generation due to biomass utilization. Biomass price and long term assurance of biomass delivery are the key factors of economic success of co-firing projects. Biomass price is result of market equilibrium between biomass supply and demand and is influenced by the factors on supply and demand sides. Biomass co-firing is the key factor influencing current market with biomass and price of biomass used for co-firing serves as indicator for marginal price of biomass.

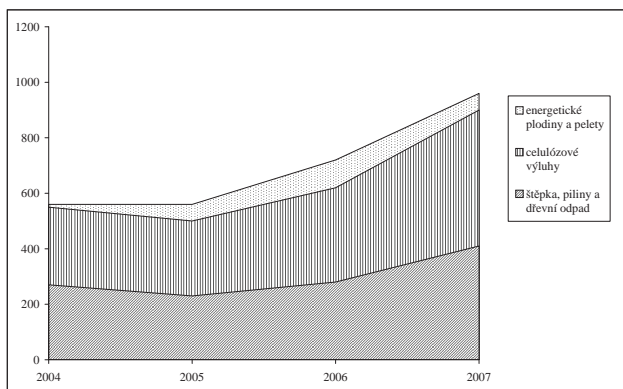
Abstrakt: Spoluspalování biomasy ve směsi s uhlím má jeden z největších potenciálů pro další rozvoj užití OZE v ČR a již v současnosti hraje významnou roli ve výrobě elektřiny z OZE. Podpora užití biomasy pro výrobu elektřiny spoluspalováním vychází z kompenzace nákladů vyvolaných užitím biomasy. Klíčovou proměnnou, která ovlivňuje efektivnost těchto projektů je cena biomasy ve vazbě na výši zelených bonusů, které tvoří příplatek k tržní ceně. Metodika nastavení zelených bonusů a jejich výše ovlivňují efektivnost projektů na tento způsob využití biomasy. Spoluspalování biomasy je klíčovým faktorem ovlivňujícím trh s biomasou a určujícím cenu biomasy na trhu s biomasou.

Key words: co-firing of biomass and coal, renewable energy sources, biomass price.

Klíčová slova: spoluspalování biomasy a uhlí, obnovitelné zdroje energie, cena biomasy.

1 ÚVOD

Biomasa je již v současnosti jedním z nejvýznamnějších obnovitelných zdrojů energie používaných v České republice pro výrobu elektřiny. Její role má dále růst, a v dlouhodobějším výhledu se očekává, že bude hrát rozhodující roli v podílu obnovitelných zdrojů energie na celkovém příspěvku OZE při výrobě elektřiny (cca 80–85 % celkového podílu OZE na výrobě elektřiny v roce 2030 – Státní energetická koncepce z roku 2004). Současný podíl biomasy na výrobě elektřiny z OZE dosahuje cca 21 % (2006) z celkové výroby elektřiny s využitím OZE. Téměř polovina výroby elektřiny na bázi biomasy je postavena na využití celulózových výluhů. Vývoj výroby elektřiny na bázi spalování různých druhů biomasy uvádí následující obrázek.



Obr. 1 Struktura výroby elektřiny z biomasy (brutto) v České republice (MPO 2007)

V současné době mají sice ve struktuře výroby elektřiny z OZE rozhodující úlohu vodní elektrárny (cca 72 %), potenciál pro zvyšování jejich výroby je však již téměř vyčerpán. Jak již bylo uvedeno, předpokládá se, že rozhodujícím obnovitelným zdrojem do budoucna, který pomůže naplnit závazku ČR v této oblasti, bude biomasa.

Celková brutto výroba elektřiny z biomasy byla v roce 2006 731 GWh. Větší část této výroby byla použita pro vlastní potřeby výrobce (spotřeba technologických procesů), pouze menší část byla dodána do sítě (cca 285 GWh). Zhruba 350 GWh z celkových 731 GWh bylo vyrobeno tzv. spoluspalováním. Za spoluspalování se v českých podmínkách obvykle označuje spalování směsi biomasy a uhlí. Biomasa ve vhodné formě je přidávána do uhlí (podle možností spalovací technologie obvykle mezi 5–10 %, ale i více).

Spoluspalování má několik výhod oproti jiným způsobům využití biomasy pro výrobu elektřiny. Mezi tyto výhody patří především:

- Minimální investiční náklady spojené s výrobou elektřiny z biomasy. Není potřeba stavět nový zdroj na biomasu včetně veškerého zázemí – investiční náklady jsou tak omezeny pouze na skladování biomasy a zajištění jejího přidávání do uhlí.
- Charakteristiky spalovacího procesu jsou dány použitou technologií (zpravidla fluidní kotle) a spalovaným hnědým uhlím. Spalovací proces je tak stabilní a není ovlivňován proměnlivými parametry biomasy. Účinnost spalovacího procesu je zpravidla vyšší než při spalování čisté biomasy.

- Při nedostatku biomasy není nutné omezovat výrobu elektřiny, biomasa je nahrazena uhlím.

Další výhodou z hlediska schématu podpory je i to, že spoluspalování probíhá na zdrojích, které jsou zahrnuty v národním alokačním plánu na emise CO₂. Použití biomasy šetří výrobci emisní povolenky a tato úspora povolenek je tak jedním ze zdrojů financování výroby elektřiny z biomasy.

Rozvoj spoluspalování biomasy byl nastartován v roce 2004, kdy byla poprvé zdefinována možnost podpory pro tento způsob užití biomasy. Rozvoj projektů na spoluspalování biomasy je však do jisté míry brzděn některými faktory, jako jsou např. nejistoty a rizika spojená s cenou biomasy, způsobem a výší podpory výroby elektřiny ze spoluspalování a v neposlední řadě i se získáváním biomasy a možností uzavírat dlouhodobé kontrakty na dodávky biomasy.

Příspěvek popisuje základní princip podpory pro výrobu elektřiny v ČR a diskutuje specifika podpory výroby elektřiny na bázi spoluspalování. Současně pojmenovává rizika z pohledu investorů do tohoto typu projektu, a to především rizika spojená s cenou biomasy.

2 METODIKA

2.1 Základní principy podpory výroby elektřiny z OZE v ČR

Základem pro podporu užití OZE pro výrobu elektřiny je zákon 180/2005 Sb. a s ním spojené vyhlášky Energetického regulačního úřadu (ERÚ). Zejména jde o vyhlášku 475/2005 Sb. (novelizovanou vyhláškou 364/2007 Sb.), která definuje tzv. technicko ekonomické parametry projektů na využití jednotlivých druhů OZE, a vyhlášku 150/2007 Sb., která doplňuje schéma podpory z hlediska upřesnění doby podpory a způsobu každoroční aktualizace výše výkupní ceny. Z hlediska spoluspalování jsou pak relevantní ještě další vyhlášky stanovující způsob vykazování elektřiny ze spoluspalování (vyhláška ERÚ 502/2005 Sb.) a vyhláška MŽP zavádějící kategorizaci biomasy.

Základní principy schématu podpory v ČR jsou:

- Výrobce si může před koncem kalendářního roku vybrat z dvou variant, zda bude příští rok žádat o podporu formou garantované výkupní ceny nebo formou zelených bonusů. Režim výkupní ceny znamená, že příslušná distribuční společnost (resp. ČEPS, a.s.) má za povinnost nabídnoutou elektřinu za stanovenou výkupní cenu vykoupit. Distribuční společnost má odpovědnost za odchylku při dodávce elektřiny. Takto vykoupená elektřina slouží (jako účetní fikce) ke krytí ztrát elektřiny při přenosu a distribuci elektřiny. Zelený bonus je doplněk k tržní ceně elektřiny. Výrobce v tomto případě prodává elektřinu za tržní cenu a je odpovědný za zajištění odchylek. Režim zelených bonusů má pro výrobce vyšší riziko, to musí být zohledněno ve výši zelených bonusů.
- Zelený bonus a výkupní cena jsou výrobci hrazeny distribuční společností, resp. přenosovou společností, k jejíž síti je výrobce připojen. Vícenáklady spojené s výkupem této elektřiny jsou zahrnuty jako zvláštní, oddělená, položka do nákladů na přenos (distribuci) elektřiny. Spo-

luspalování je podporováno pouze zelenými bonusy.

- Výše podpory výkupními cenami je zajištěna po celou dobu životnosti dané technologie. Původně zákon 180/2005 Sb. určoval, že podpora musí být zajištěna po dobu alespoň 15 let, vyhláška ERÚ 150/2007 pak stanovila, že podpora je po dobu předpokládané technické životnosti zařízení (technicko ekonomické parametry jsou pak uvedeny ve vyhlášce ERÚ 364/2007 Sb.). V současnosti je podpora garantována pod dobu 20 let (s výjimkou MVE, kde je garantovaná doba 30 let). Výkupní cena, která byla stanovena pro zdroj uvedený v daném roce do provozu, je v následujících letech upravována o inflaci indexem PPI (s tím, že nárůst je nejméně 2 % a nejvýše 4 % ročně – viz vyhláška 150/2007 Sb.).
- Použití principu „časové“ matice. To znamená, že výkupní cena stanovená pro daný rok je garantována po stanovenou dobu (20, resp. 30 let) s navyšováním o index PPI. Pro zdroje uvedené do provozu v následujících letech však může být stanovena jiná výkupní cena, a to jak vyšší, tak i nižší. To umožňuje ve výkupní ceně odrazit změny v ceně technologií (např. pokles měrných investičních nákladů nebo změny kurzu české koruny vůči euru) nebo akt nutnosti využívání lokalit s horšími podmínkami (např. při vyčerpání potenciálu lokalit s nejvyššími průměrnými rychlostmi větru je při rozvoji větrných elektráren nutné využít i lokality s horšími podmínkami).

Zákon 180/2005 Sb. stanovuje, že investor musí mít zajištěnu alespoň patnáctiletou dobu návratnosti. Výkupní ceny a zelené bonusy jsou ve skutečnosti odvozovány od ekonomické analýzy referenčních projektů tak, aby investor měl zajištěn adekvátní výnos z vloženého kapitálu (s respektováním adekvátní výše rizika).

Pro omezení rizika na straně investorů (příprava projektů často vyžaduje delší dobu – i několik let) může výkupní cena pro nové zdroje poklesnout meziročně pouze maximálně o 5 %.

Výkupní ceny a zelené bonusy stanovuje ERÚ tak, aby byly vytvořeny podmínky pro splnění národního indikativního cíle k roku 2010 (8 % podílu OZE na brutto spotřebě elektřiny).

Podrobnosti o metodice způsobu stanovení výkupních cen a zelených bonusů lze nalézt např. v Knápek, J., Vašíček, J., Ouředníková, M. (2007). Základním principem je nalezení takové ceny vykupované elektřiny, aby NPV projektu bylo rovné nule. Investor pak dosahuje výnosu z vloženého kapitálu ve výši diskontu použitého pro výpočet NPV (Havlíčková, Weger, et al., 2006).

2.2 Obecná metodika stanovení zelených bonusů

Zelené bonusy jsou doplňkem (očekávané) tržní ceny elektřiny (při respektování technických charakteristik dodávky elektřiny z daného druhu OZE a použité technologie). Jak již bylo uvedeno, výrobce prodává svoji elektřinu na volném trhu a má odpovědnost za odchylku vznikající při dodávce elektřiny. Výše zeleného bonusu musí odpovídat výši výkupní ceny s tím, že zelený bonus musí zohledňovat vyšší riziko spojené s nutností zajišťovat prodej elektřiny na trhu a současně

i s odpovědností za odchylku. Pro výši zeleného bonusu platí základní pravidlo:

$$Gb_i > Ft_i^* - Mp_i \quad (1)$$

Gb_i ... zelený bonus pro i-tý druh OZE

Ft_i^* ... výkupní cena pro i-tý druh OZE přepočtená s od povídajícím vyšším diskontem

Mp_i ... očekávaná tržní cena elektřiny z i-tého druhu OZE

Odhad tržní ceny elektřiny na následující rok je založen na technických charakteristikách dodávané elektřiny z daného druhu OZE a konkurenčních možností obstarání elektřiny na trhu s elektřinou. Respektování technických charakteristik dodávané elektřiny automaticky vede k tomu, že elektřina z různých druhů OZE má různé ocenění.

Při výpočtu zelených bonusů hraje velmi důležitou roli stanovení odpovídající výše diskontu. Diskont použitý při výpočtu výkupních cen i zelených bonusů má význam tzv. vážené ceny kapitálu – WACC (Havlíčková, WEGER et al., 2006). S pomocí modelu CAPM lze odhadnout, že odpovídající výše diskontu pro režim výkupních cen je cca 7 %. Naopak, pokud bychom předpokládali, že všechna produkce bude (za jinak stejných podmínek) prodávána na volném trhu s elektřinou, lze opět s pomocí modelu CAPM odhadnout, že v tomto případě by byla odpovídající výše diskontu (jako WACC) cca 10 % – (blíže viz Beneš, Knápek, 2007). V reálné situaci režim zelených bonusů znamená, že výrobce získává příjem jak z prodeje elektřiny, tak i ze zeleného bonusu. Příjem ze zeleného bonusu představuje „zajištěnou“ část příjmu, naopak příjem z prodeje elektřiny představuje „nezajištěnou“ část příjmu. Podíl zajištěných příjmů je pro různé druhy OZE velmi rozdílný a pohybuje se od cca 95 % (fotovoltaika) k cca 50 % (existující malé vodní elektrárny). Na základě poměru zajištěných a nezajištěných příjmů lze dle „obchodního“ rizika rozdělit jednotlivé druhy OZE do následujících třech kategorií:

- vodní, fotovoltaické a geotermální elektrárny,
- elektrárny využívající biomasu a bioplyn,
- malé vodní elektrárny.

Odpovídající výši diskontu pro výpočet Ft_i^* (viz výše) lze odvodit z vážené hodnoty diskontu pro zajištěné příjmy (7 %) a nezajištěné příjmy (10 %), kde váhami jsou podíl zajištěných a nezajištěných příjmů na celkových příjmech.

3 VÝSLEDKY

3.1 Metodika pro stanovení zelených bonusů v případě spalování biomasy a uhlí

Jak již bylo uvedeno v úvodu, spalování je z hlediska způsobu podpory výjimečné. Především se předpokládá, že se využívá stávající zdroj a nestaví se nový zdroj. Současně se předpokládá, že subjekty provozující spalování jsou velké energetické podniky (elektrárny a teplárny). Tyto zdroje mají výrazně lepší pozici na trhu s elektřinou, než je to typické v případě jiných (zpravidla menších) firem provozujících jiné typy projektů na užití OZE. Současně spalování nezpůsobuje změnu rizika spojeného s prodejem elektřiny. Proto není v tomto případě adekvátní uvažovat o zvýšení rizi-

ka z titulu podpory v režimu zelených bonusů, jako je tomu v ostatních případech OZE.

Způsob výpočtu výše zelených bonusů pro jednotlivé typy použité biomasy se odlišuje od výpočtu zelených bonusů pro ostatní druhy OZE. Hlavními odlišnostmi jsou:

- Nepředpokládá se výstavba nového zdroje, jsou uvažovány pouze omezené investiční náklady související s logistikou biomasy a jejím přidáváním do uhlí.
- Doba životnosti pro referenční projekty na spalování je odvozena od očekávané zbytkové životnosti uhelných elektráren – předpokládá se, že významná část uhelných elektráren ukončí svůj provoz v horizontu po roce 2015 – typická doba životnosti projektů na spalování biomasy je tak cca 10–12 let.
- Zelené bonusy se mohou pro každý rok stanovit nezávisle na předchozí hodnotě. Zelené bonusy jsou v principu odvozeny od nárůstu nákladů vyvolaných užitím biomasy pro spalování.
- Nárůst provozních výdajů je dán rozdílem mezi měrnými náklady na uhlí a na biomasu (včetně dopravy).
- Nepředpokládá se změna v účinnosti výroby elektřiny (měrná spotřeba tepla v palivu zůstává shodná jako v případě spalování pouze uhlí).
- Úspora emisních povolenek je zahrnuta do výpočtu zelených bonusů – předpokládá se, že zdroje provozující spalování spadají pod NAP.
- Nepředpokládá se zvýšení rizika z titulu spalování ve srovnání se stavem, kdy biomasa není přidávána do uhlí (rizikem jsou zde míněna všechna rizika od technologického po obchodní).

Výši zeleného bonusu lze stanovit podle vzorce:

$$Gb_{cf} = \frac{d}{W} + \Delta fc - sa \cdot k \quad (2)$$

d ... roční výše odpisů dodatečných investic vyvolaných spalováním (investiční náklady dělené 10 – 10 let očekávané doby životnosti projektu)

W ... velikost roční výroby elektřiny z biomasy

Δfc ... zvýšení měrných palivových nákladů na 1 MWh vyrobené elektřiny

sa ... ocenění úspory emisních povolenek na 1 MWh vyrobené elektřiny

k ... koeficient participace na úspoře emisních povolenek (k je v intervalu od 0 do 1)

Zvýšení palivových nákladů závisí na měrné ceně 1 GJ tepla v palivu uhlí a biomasy. V závislosti na druhu použité biomasy a umístění elektrárny (které významně ovlivňuje náklady na dopravu uhlí) lze nárůst nákladů z titulu záměny uhlí biomasou odhadnout v rozmezí 45–110 Kč/GJ tepla v palivu.

Zahrnutí ušetřených emisních povolenek do výpočtu vyžaduje rozhodnutí, do jaké míry bude výrobce participovat na ekonomickém efektu vyplývajícím z toho, že nemusí nakupovat dodatečné povolenky či může uspořené povolenky prodávat. Pokud bude celý efekt z úspory zahrnut do výpočtu, výrobce bude mít minimální motivaci pro realizaci takového projektu. Zelený bonus by mu totiž pokryl pouze vícenásobky z použití biomasy, nepřinesl by mu však žádný zvýšený prospěch.

To by při uvážení všech problémů souvisejících s obstaráváním a použitím biomasy nevyhnutelně vedlo k nerealizaci takovýchto projektů. Naopak, pokud by byl na vrub výrobce ponechán veškerý efekt z úspory povolenek, vedlo by to k neadekvátně vysokému zisku pro výrobce. Vliv emisních povolenek může být dokumentován na následujícím příkladě. Za předpokladu typických podmínek ČR (spalování energetického hnědého uhlí a typické ceny uhlí a biomasy) lze uvažovat jako typickou hodnotu rozdílu měrné ceny biomasa – uhlí cca 40 Kč/GJ. Při předpokladu měrné spotřeby cca 11,5 GJ/MWh a úspory jedné emisní povolenky při výrobě 1 MWh elektřiny z biomasy je pak nárůst palivových nákladů plně kompenzován uspořenou emisní povolenkou (při předpokladu ceny povolenky cca 23 EUR). Pokud by cena povolenek přesáhla cca 25 EUR, mohly by zelené bonusy odrážet pouze vyvolané investiční náklady.

4 DISKUZE

4.1 Trh s biomasou a faktory ovlivňující cenu biomasy

I přes fakt, že spoluspalování vyvolává pouze omezené investiční náklady, zůstávají zde nezanedbatelné výdaje související s dopravou a skladováním biomasy a jejím přidáváním do uhlí. Projekty na spoluspalování biomasy jsou při rozhodování o realizaci či nerealizaci hodnoceny z ekonomického hlediska stejně jako všechny podnikatelské projekty. Cena biomasy je jedním z klíčových faktorů ovlivňujících ekonomickou efektivnost těchto projektů, zároveň je však faktorem, zatíženým zdaleka nejvyšší nejistotou. Nejistota v ceně biomasy a fluktuace cen biomasy jsou způsobeny především omezeným rozsahem trhu s biomasou, kdy trh je velmi citlivý na jakékoliv, i relativně malé, vychýlení z rovnováhy. Rozsah trhu s biomasou dokumentuje následující tabulka.

Tab. 1 Struktura užití biomasy pro energetické účely v ČR, v roce 2006 (v t)

Palivo	Na elektřinu	Na teplo	Celkem
Štěpka, piliny atd.	199437	851560	1050997
Palivové dříví	-	62071	62071
Rostlinné materiály	30152	9801	39953
Brikety a pelety	2726	3317	6043
Celulózové výluhy	156927	1040179	1197106
Celkem	389518	1788791	2356170
Odhad spotřeby domácností			2852206
Export biomasy			330331
Energetická biomasa celkem			5538707

Současný stav trhu s biomasou lze charakterizovat následovně:

- De facto neexistuje centralizovaný trh s biomasou, trh s biomasou se skládá z řady lokálních trhů.
- Užití biomasy pro energetické účely je do značné míry omezeno na zpracování odpadů z průmyslu zpracování dřeva, z papírenství apod. Cílené pěstování biomasy pro energetické účely je stále pouze v počátcích. Rozsah trhu je tak velmi limitován.
- Nabídka biomasy je do značné míry omezena a nepokrývá současnou poptávku po biomase, zejména poptávku velkých

elektrárenských a teplárenských zdrojů pro spoluspalování.

- Zelené bonusy (resp. jejich výše) jsou jedním ze základních faktorů ovlivňujících cenu biomasy. Zvýšení zelených bonusů umožňuje výrobcům elektřiny zaplatit producentům – dodavatelům biomasy vyšší cenu a naopak.

Cena jakékoliv formy biomasy, u níž se předpokládá použití pro energetické účely, je ovlivňována řadou faktorů. Faktory mohou být rozděleny do dvou základních skupin – na faktory ovlivňující stranu nabídky a na faktory ovlivňující stranu poptávky po biomase.

Faktory na straně nabídky přímo ovlivňují ekonomickou efektivnost projektů na získávání biomasy z pohledu investora. Především sem patří:

- Podpory cíleného pěstování biomasy a systémová podpora eliminující a snižující rizika v této oblasti podnikání.
- Změny v cenách jednotlivých významných nákladových vstupů potřebných pro realizaci projektu (např. ceny zemědělské techniky a zemědělských služeb, mzdy, nájmy pozemků atd.).
- Daň a celkové podmínky podnikání.

Faktory na straně poptávky ovlivňují poptávku po biomase jako celku, resp. poptávku po jednotlivých jejích formách. Obecně poptávka po biomase roste tehdy, když je její užití jakýmkoliv způsobem stimulováno nebo pokud rostou ceny klasických paliv, pro které je biomasa přímým substitutem. V případě ČR biomasa může přímo substituovat především hnědé uhlí využívané jak domácnostmi, tak i velkými energetickými podniky. Mezi faktory na straně poptávky především patří:

- Ceny emisních povolenek.
- Ekologické daně uvalené na klasická paliva nebo regulační opatření spočívající v zákazu užití určitého druhu paliv (např. hnědého uhlí pro vytápění v domácnostech).
- Regulační opatření spočívající ve zvýšení ekonomické výhodnosti užití biomasy – např. zvýšení zelených bonusů pro spoluspalování biomasy a uhlí.
- Změny cen hlavních světových energetických komodit – ropy a zemního plynu.
- Změna ceny tuzemského uhlí.

Cena biomasy nemůže být vyjádřena jedním číslem. Biomasa je heterogenní kategorie, která zahrnuje různé druhy biomasy. I když jsou tyto druhy biomasy obecně vzájemnými konkurenty (z hlediska biomasy jako paliva), je nutné respektovat fakt, že různé formy biomasy vyžadují různé technologie pro užití a jsou s nimi spojeny i různé náklady na užití. To může, a praxe to i potvrzuje, vyvolávat různou velkou poptávku po různých druzích biomasy.

4.2 Spoluspalování jako marginální faktor určující cenu biomasy

Cena biomasy, resp. jejího konkrétního druhu, je vždy dána vztahem mezi nabídkou a poptávkou na trhu s biomasou. Při odhadu budoucí ceny biomasy, např. pro účely výpočtu ekonomické efektivnosti projektu na užití biomasy pro výrobu elektřiny, je vždy nutné vycházet z předpokládaného vývoje

faktorů na straně poptávky a nabídky. Vzhledem k množství faktorů, které zde hrají roli, se jedná o poměrně komplikovanou úlohu.

V současnosti, a dá se předpokládat, že i nejméně do roku 2012–2015, je rozhodujícím faktorem ovlivňujícím výši ceny biomasy velikost zelených bonusů pro spalování biomasy ve velkých teplárenských a elektrárenských zdrojích. To je dáno tím, že kapacita těchto zdrojů velmi významně převyšuje současné využití pro spalování. Současně i množství biomasy spalované s uhlím (cca 320 tis. tun v roce 2006) představuje méně než desetinu celkové spotřeby biomasy pro energetické účely. Pokud však odečteme spotřebu domácností a celulózové výluhy, zbývá cca 1,1 mil. biomasy použité pro výrobu elektřiny a tepla. Pokud vztáhneme rozsah trhu s biomasou pouze k tomu číslu, je zřejmé, že změny ve výši spotřeby biomasy pro spalování mohou zcela zásadně ovlivnit rovnováhu trhu. Na rozdíl např. od kotelen na biomasu mohou elektrárny spalující biomasu s uhlím velmi rychle zvýšit či snížit spotřebu biomasy. Na velikost zelených bonusů tak bezprostředně reaguje trh s biomasou zvýšením či snížením ceny biomasy.

Současná výše zelených bonusů pro spalování je 1275/790/240 Kč/MWh (2007) a 1390/790/240 Kč/MWh (2008). Z jejich výše lze odhadnout, že cena cíleně pěstované biomasy se v současnosti bude pohybovat cca v rozmezí 130–140 Kč/GJ a u lesních těžebních zbytků cca 80–90 Kč/GJ.

5 ZÁVĚR

Spalování biomasy a uhlí je v podmínkách ČR obnovitelným zdrojem energie pro výrobu elektřiny s největším a nejrychleji aktivovatelným potenciálem. Stejně jako v případě jakýchkoliv podnikatelských projektů, tak i zde hraje ekonomická efektivnost zásadní roli při rozhodování investorů, zda projekt realizovat či nikoliv. Rozhodování investorů je ovlivněno dvěma zásadními fakty. Prvním je dostupnost biomasy a možnost uzavírat dlouhodobější dohody na její dodávku, druhým pak cena biomasy. V současnosti je velmi těžké předikovat do budoucnosti cenu biomasy, neboť ji ovlivňuje celá řada faktorů jak na straně nabídky, tak i na straně poptávky. V horizontu do cca roku 2012–2015 bude hrát rozhodující úlohu spalování biomasy a jeho podpora.

Poděkování

Tyto výsledky byly získány s přispěním grantového projektu SP/3g1/24/07 „Metodika a analýza potenciálu biomasy v ČR“ financovaného z výdajů na výzkum a vývoj z rozpočtové kapitoly Ministerstva životního prostředí ČR.

6 LITERATURA

BENEŠ, M., KNÁPEK, J. (2007): Market Value of Electricity Generated Based on RES Utilization. ISESCO Science and Technology Vision. vol. 3, no. 3, s. 93–96. ISSN 1114-8829.

KNÁPEK, J., VAŠÍČEK, J., OUŘEDNÍKOVÁ, M. (2007): Financial support of renewable energy sources, its effectiveness and consequences to business. In IVth International Scientific Symposium Elektroenergetika 2007. Lesná – Vysoké Tatry. s. 564–569. ISBN 978-80-8073-844-0.

HAVLÍČKOVÁ, K., WEGER, J. et al. (2006): Metodika analýzy potenciálu biomasy jako obnovitelného zdroje energie. Acta Pruhoniana 83, VÚKOZ Průhonice, 71 s., ISBN 80-85116-48-0.

EKONOMICKÉ ASPEKTY POROSTŮ RYCHLE ROSTOUCÍCH DŘEVIN

ECONOMIC ASPECTS OF SHORT ROTATION COPPICES

Kamila Havlíčková¹, Jaroslav Knápek²

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

²České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická, Technická 2, 166 27 Praha 6, knapek@fel.cvut.cz

Abstract: The article deals with the effective growing of SRC plantations of fast-growing tree species (RRD) on agricultural land in the Czech Republic. It focuses on calculating the minimum price of biomass grown specifically for energy purposes based on economic models of SRC plantations of fast-growing tree species. This article contains basic principles for creating an economic model to calculate the price of biomass as a fuel, using the methodology of minimum production price that ensures a return on the investor's capital. The model's input data are from experimental plots included in the research on plantations of fast-growing tree species and from the economic cost calculations of individual activities with respect to the current Czech conditions. The use of a mechanized Class Jaguar harvesting machine is assumed in the model. The model also assumes the complete valuation of all necessary inputs at market prices including the opportunity cost.

Abstrakt: Článek se věnuje problematice efektivního pěstování výmladkových plantáží rychle rostoucích dřevin (RRD) na zemědělské půdě v České republice. Zaměřuje se na výpočet minimální ceny biomasy cíleně pěstované pro energetické účely na základě ekonomických modelů výmladkových plantáží rychle rostoucích dřevin. Článek obsahuje základní principy tvorby ekonomického modelu pro výpočet ceny biomasy jako paliva, metodiku minimální ceny produkce, zajišťující investorovi požadovaný výnos z vloženého kapitálu. Použité vstupní údaje v modelu pocházejí z experimentálně zjištěných dat na výzkumných plochách plantáží rychle rostoucích dřevin a z ekonomických propočtů nákladovosti jednotlivých činností s respektováním aktuálních podmínek ČR. V modelu je uvažováno s mechanizovanou sklízni sklízecím strojem Class Jaguar. V modelu je předpokládáno důsledné oceňování všech potřebných vstupů tržními cenami včetně důsledného respektování principu „*opportunity cost*“.

Key words: fast-growing trees (RRD), economic aspects, biomass production, the minimum price.

Klíčová slova: rychle rostoucí dřeviny (RRD), ekonomické aspekty, produkce biomasy, minimální cena.

1 ÚVOD

Biomasa je ve středně a dlouhodobém měřítku rozhodujícím OZE v České republice. Podle Státní energetické koncepce z roku 2004 by se biomasa měla podílet na celkovém příspěvku OZE k primárním zdrojům v cílovém roce 2030 cca 80–85 %. Její využití je dobře technicky zvládnuto, avšak hlavním a zároveň obtížně překonatelným limitem využití biomasy je její množství na trhu a dopravní dostupnost.

Rychle rostoucí dřeviny pěstované ve výmladkových plantážích na zemědělské půdě jsou jedněmi z perspektivních a již i komerčně pěstovaných energetických plodin v Evropě. Za rychle rostoucí dřeviny jsou podle lesnických kritérií považovány dřeviny, které dosahují výnosu biomasy nad $10 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$, což odpovídá přibližně $4,5 \text{ t (suš.)} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. K produkci štěpky k energetickému využití jsou v našich podmínkách využívány klony či odrůdy vrb a topolů, které mají kromě vysokého výnosu vynikající výmladnou schopnost (obrážení z pařezu po seříznutí) a schopnost vegetativního množení (z řízků). Vhodnou vlastností je také dobrý výškový přírůst zejména po výsadbě (nad 40–70 cm). Klony splňující uvedené vlastnosti je možno potom pěstovat na zemědělské půdě v tzv. výmladkových plantážích – jejich základní parametry jsou uvedeny v tabulce 1. V našich klimaticko-půdních podmínkách považujeme za nadprůměrné výnosy výmladkových plantáží od 8–10 t (suš.) $\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$. Na rozdíl od dobře známých lesnických lignikultur topolů, které jsou sklízány po 15–30 letech růstu, jsou výmladkové plantáže RRD na zemědělské půdě sklízány ve velmi krátkém obmýtí (tzv. minirotači) 2–9 let,

kterou je možné opakovat několikrát po sobě bez nutnosti nové výsadby. Jejich produktem je (dřevní) biomasa využitelná zatím hlavně jako palivo, ale i jako průmyslová surovina.

2 METODIKA PRÁCE

Za výchozí porosty, na kterých byly sledovány ekonomické aspekty, byly vybrány hlavně maloplošné pokusné plochy Výzkumného ústavu Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v.i., Průhonice, které jsou od roku 1995 zakládány pro testování klonů topolů a vrb a jejich produkci biomasy. Dalšími zohledněnými porosty byly vybrané výmladkové plantáže RRD, které byly založeny převážně zemědělci či obcemi (např. Peklov u Kladna). Ekonomický model byl vytvořen pro výmladkové plantáže RRD s cílem výpočtu ceny 1 GJ biomasy pro energetické užití. Při jeho tvorbě byly simulovány konkrétní podmínky praktické realizace – modelový projekt obsahuje všechny procesy, které jsou v praxi nezbytné pro jeho realizaci, tzn., že do modelových projektů byly zařazeny kromě procesů bezprostředně souvisejících s pěstováním biomasy i nezbytné režijní a pomocné (obslužné) činnosti, bez kterých není v praxi možné realizovat podnikání. Náklady související s jednotlivými procesy, které jsou nezbytné pro realizaci těchto projektů, jsou odvozovány od analýzy fyzického rozsahu jednotlivých procesů a činností (např. jaká je fyzická spotřeba času pro pletí, okopávání, kolikrát je třeba pletí provádět v daném roce apod.). Fyzický rozsah jednotlivých činností byl stanoven na základě tzv. „časových snímků činností“ (Havlíčková, Knápek, Vašíček, 2002).

Při výpočtu ceny štěpky z plantáže RRD bude důsledně dodržován postup respektování tzv. „*opportunity cost*“ – tzn., že na vrub projektu budou důsledně zahrnuty náklady všech činností (přímých i nepřímých) s projekty souvisejících (viz Brealey, Meyers, 1992). Nebude tak docházet ke zkreslení, že (z ekonomického hlediska nesprávně) na vrub určitého projektu nejsou zahrnuty náklady související se zařízením a vybavením (např. pozemky, budovy, strojní vybavení apod.), které má investor k dispozici v rámci své dosavadní činnosti (a které by např. mohl využít pro jiné účely, odprodat či pronajmout).

Náklady související s režijními, obslužnými a pomocnými činnostmi (např. vedení a správa firmy, sociální zázemí, ostraha apod.) budou v modelovém projektu respektovány principem příčinnosti a úměrnosti. Tzn., že z režijních a dalších činností firmy (předpokládá se, že pěstování biomasy není jediným předmětem podnikání daného subjektu) budou na vrub posuzovaných projektů zahrnuty pouze ty položky, které s tímto typem aktivit mají příčinnou souvislost. Současně bude jejich výše odhadnuta s respektováním časového průběhu aktivit v roce – činnosti související s plantáží totiž neprobíhají rovnoměrně po celý rok, ale jsou koncentrovány do několika typických částí roku. Po zbytek roku (resp. po významnou část roku) pak s plantáží biomasy nejsou spojeny žádné činnosti. Na vrub modelového projektu tak budou zahrnuty pouze alikvótní části nákladů spojených s režijními a dalšími pomocnými činnostmi daného subjektu. Tyto náklady mají z hlediska chování charakter stálých nákladů (které jsou konstantní bez ohledu na rozsah aktivit), v modelu se tak předpokládá, že tyto náklady jsou po zbylou část roku efektivně použity na jiné aktivity daného subjektu. Vytvoření modelových postupů propočtů hodnocení ekonomické efektivity těchto typů projektů bude ve vazbě na obecnou metodiku hodnocení ekonomické efektivity (s respektováním specifik pěstování biomasy pro energetické účely (viz Brealey, Meyers, 1992).

Zásady ekonomického hodnocení efektivity projektů a vytváření ekonomických modelů pro výpočet tzv. minimální ceny jednotky produkce byly vztaheny k výchozímu roku 2007. Na základě analýzy byly identifikovány následující okruhy procesů:

- Přípravné a rozhodovací procesy.
- Příprava pozemku.
- Zajištění sadbového materiálu.
- Založení porostu.
- Procesy mezi založením porostu a sklizněmi.
- Sklizeň biomasy včetně dopravy na centrální úložiště.
- Navrácení pozemku do výchozího stavu.
- Režijní procesy související s realizací projektu.
- Podpora pro danou formu biomasy.

Vzhledem k předmětu řešení (stanovení ceny biomasy v Kč/GJ) jsou do modelu zahrnuty pouze procesy, které přímo souvisí se získáváním cíleně pěstované biomasy. Předpokládá se dostupnost biomasy (daného druhu – dřevní štěpka, pro přímé spalování) nikoliv přímo „na poli“, ale v určitém centrálním svozovém místě, vzdáleném v průměru 10 km od vlastního produkčního pozemku.

Ekonomický model byl vytvořen v prostředí speciálního softwaru FINAL, který umožňuje modelovat projekty různého

druhu. V modelu jsou zachyceny všechny procesy, které jsou nezbytné pro realizaci daného projektu.

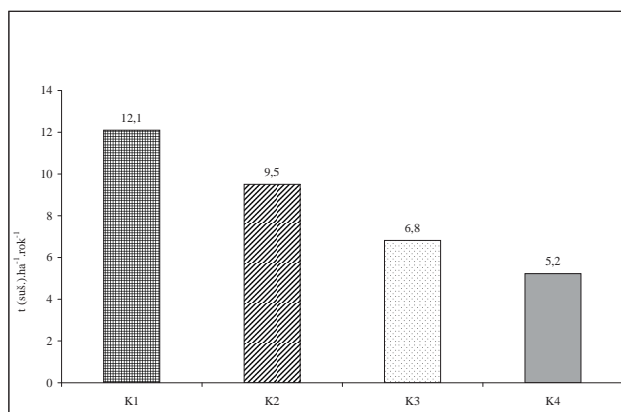
Při tvorbě ekonomických modelů se důsledně vycházelo z principu, že všechny procesy musí být oceněny tržními cenami 2007 s jejich eskalací v dalších letech. Aplikace této zásady je nezbytná proto, aby výsledky modelování byly v praxi použitelné. Při realizaci projektů ve velkém rozsahu totiž nelze předpokládat, že určité aktivity (procesy) budou zajištěny zdarma, či za symbolické ceny. Důsledně se tak ohodnocují všechny procesy včetně režijních a přípravných procesů.

3 VÝSLEDKY

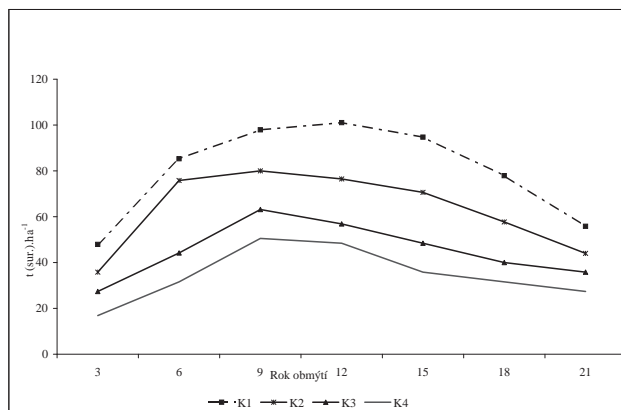
3.1 Ekonomický model výmladkové plantáže RRD o rozloze 5 ha

3.1.1 Základní předpoklady výpočtu

Pro vytvoření modelu plantáže RRD byla provedena analýza procesů potřebných pro realizaci projektu na získávání biomasy v podobě štěpky z plantáže RRD. Pro vytvoření ekonomického modelu byly použity aktualizované výsledky výzkumu (Havličková, Weger, a kol., 2006) o typických výnosových křivkách plantáží RRD. Model pracuje se čtyřmi typickými výnosovými křivkami K_1 až K_4 , které jsou charakterizované v grafech 1 a 2.



Graf 1 Průměrné výnosy biomasy pro typické výnosové křivky plantáže RRD



Graf 2 Typické výnosové křivky plantáže RRD pro různé podmínky stanovišť

Pro vytvoření ekonomického modelu plantáže RRD byl vytvořen referenční projekt plantáže, který vycházel z následujících předpokladů:

Rozloha plantáže:	5 ha
Počet řízků na hektar:	10 000
Zajištění sklizně: použití speciální mechanizace, náklady odvozeny na základě zahraničních zkušeností	
Svozová vzdálenost:	10 km
Doba životnosti plantáže:	21 let
Průměrná inflace:	2,5 %
Nominální diskont:	8,65 %

Mezi další základní předpoklad patřil i předpoklad, že výkonné procesy jsou zajišťovány jako externí služba – např. sázení, sklizeň, orba apod. Resp. pro nákladové ocenění těchto procesů jsou použity tržní ceny těchto služeb. To je v souladu s principem „*opportunity cost*“.

Model je vytvořen tak, že jednotlivé procesy jsou z hlediska vazby na výnos biomasy, resp. rozlohu plantáže, rozděleny na procesy s variabilními náklady a procesy s fixními náklady¹. To umožňuje specifikaci výnosové křivky, resp. zadáním velikosti plantáže, pružně aktualizovat model pro změněné podmínky. V modelu jsou definovány 4 výše uvedené typické výnosové křivky. Ty lze snadno aktualizovat. Stejně tak lze snadno aktualizovat jednotlivé vstupní náklady.

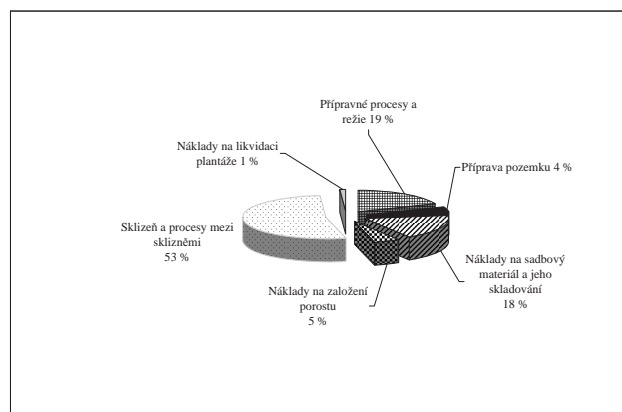
Model předpokládá, že v čase $t = 1$ (rok 2008) se provádí analýza a příprava projektu včetně studie proveditelnosti (feasibility study). Současně se předpokládá, že rozhodnutí o realizaci projektu je k dispozici tak, aby v tomto roce bylo možné provést přípravu pozemku na založení plantáže (podzimní přípravné práce). V dalším roce $t = 2$ (rok 2009) na jaře se předpokládá založení plantáže.

Náklady na nájem pozemku se předpokládají ve výši 800 Kč·ha⁻¹·rok⁻¹. Související režijní náklady jsou odhadnuty na cca 5 000 Kč·rok⁻¹². Náklady na nájem pozemku se podílejí na celkových nákladech projektu cca 1,5 %³. To znamená, že i relativně vysoká změna této položky příliš neovlivní minimální cenu. Předpokládá se, že pro realizaci projektu plantáže RRD je použit „relativně dobrý“ pozemek, u kterého není nutné provádět nadstandardní opatření – jako např. rozsáhlé odplevelování, nadstandardní hnojení apod. Celkové náklady na podzimní přípravu pozemku jsou odhadnuty na 3 300 Kč·ha⁻¹. Jarní přípravné práce pak na 4 400 Kč·ha⁻¹ včetně hnojení organickým hnojivem.

Předpokládá se cena jednoho řízku ve výši 3,50 Kč. Jde o jednu z nejdůležitějších individuálních nákladových položek, jejíž váha je cca 20 % z celkových (diskontovaných) výdajů projektu. Zároveň se jedná o jednu z nejrizikovějších položek – tyto náklady je třeba vynaložit hned na začátku projektu, přičemž není jistota, že projekt bude úspěšný (např. z důvodu nepříznivých podmínek počasí nedojde k ujmoutí řízků apod.). Náklady na odvoz a skladování do okamžiku sázení jsou oproti nákupu řízků malé a dopad jejich případné změny na minimální cenu je zanedbatelný. Naopak změna ceny řízků, vzhledem k jejich váze i k faktu, že jde o výdaj peněz na začátku projektu, bude ovlivňovat minimální cenu podstatně. Např. nárůst ceny řízků o 50 % (např. v důsledku jejich nedostatku) se projeví cca v 9–10 % nárůstu minimál-

ní ceny. Pro sázení řízků se předpokládá použití mechanizace (zajištění jako služba), výše ceny za vysazení jednoho řízku se předpokládá cca 0,8 Kč/řízek. Ostatní náklady související se založením plantáže jsou cca o řád nižší než náklady na sázení.

Náklady na sklizeň jsou rozhodujícími náklady projektu. Jejich váha je více jak 50 %. Předpokládá se využití specializované mechanizace – nástavce na sklizňové stroje (Class Jaguar 890). Odhad nákladů na základě zahraničních zkušeností je cca 13 EUR·t(sur.)⁻¹. Předpokládá se odvoz traktorem s valníkem na centrální složiště vzdálené 10 km. Výše nákladů na sklizeň byla konfrontována i s variantou, že bude k dispozici speciální nástavec na sklizňový stroj (bude zakoupen a bude provozován pro tyto účely tak, že dojde k jeho racionálnímu využití)⁴. Po skončení doby životnosti plantáže se předpokládá navrácení půdy do původního stavu. Odstranění pařezků se předpokládá pomocí hluboké orby a hřebenových bran.



Graf 3 Struktura výdajů (diskontovaných) projektu plantáže RRD

3.1.2 Výstupy z ekonomického modelu

Model je propočítán pro dvě základní verze:

- bez dotace,
- s dotací SAPS – výchozí úroveň 2 790 Kč·ha⁻¹ s nárůstem tak, aby v roce 2018 výše dotace dosáhla 7 000 Kč·ha⁻¹, dle informace ze Státního zemědělského intervenčního fondu (SZIF).

Minimální cena biomasy (ve formě štepky) je pro jednotlivé výnosové křivky následující:

Tab. 1 Minimální cena pro jednotlivé výnosové křivky

	bez dotace [Kč GJ ⁻¹]	s dotací SAPS [Kč GJ ⁻¹]
K ₁	109	80
K ₂	122	86
K ₃	147	97
K ₄	176	110

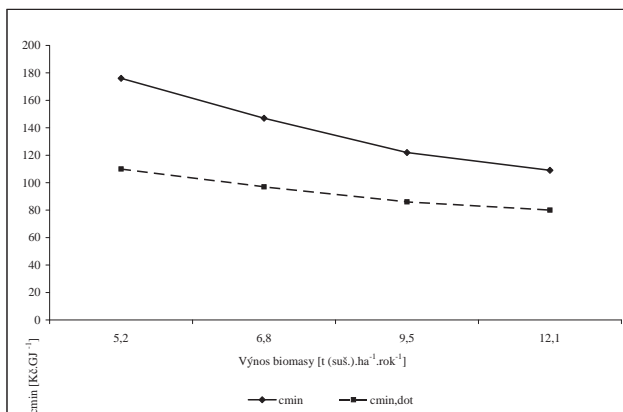
1 I fixní náklady jsou závislé na rozsahu projektu. Např. typické režijní náklady jako jsou náklady na administrativu, správu apod. jsou v určitém rozmezí velikosti plantáže v zásadě konstantní. Při řádově větším projektu to však již obecně neplatí a je třeba vyšší fixních nákladů přehodnotit.

2 Jde o určité zjednodušení. V praxi se pravděpodobně budou režijní náklady v letech lišit dle toho, zda v daný rok probíhá sklizeň či nikoliv. Vzhledem k jejich výši je však lze zanedbat.

3 Jde o podíl na celkových diskontovaných nákladech.

4 Samozřejmě, pokud by byla tato speciální mechanizace, která stojí řádově několik milionů Kč, použita pouze na omezenou rozlohu plantáží RRD, došlo by k naprosto neúměrnému zatížení ekonomiky plantáží těmito náklady. Pořízení této mechanizace je nereálné bez předpokladu jejího užití ve větším rozsahu.

Graficky tyto hodnoty znázorňuje následující obrázek.



Graf 4 Závislost c_{min} na výnosech a dotaci

Rozdíl mezi hodnotou s a bez dotace je ovlivněn (tj. relativní odstup mezi c_{min} pro různé výnosové křivky) tím, že dotace je navázána na plochu, nikoliv na výnosovou křivku. Tzn., že u křivek s vyšším výnosem biomasy je „výpadek“ dotace méně významný než u křivek s nižším výnosem.

Při předpokladu nákladů na jednofázovou sklizeň ve výši cca 13 EUR·t(sur.)⁻¹ pak spodní mez minimální ceny biomasy vychází cca 122 Kč·GJ⁻¹. Za dobu existence výmladkové plantáže (21 let) lze množství vyprodukované energie ve štěpce odhadnout ve výši cca 14 240 GJ, což je cca 135 GJ·ha⁻¹·rok⁻¹. Pomyslný energetický ekvivalentní výkon výmladkové plantáže je pak cca 4,3 kW·ha⁻¹ (počítáno pro roční časový fond 8 760 hodin, předpokládá se výhřevnost 7,14 GJ·t⁻¹ štěpky pro 52,5 % vlhkost). V nákladech na sklizeň jsou zahrnuty i náklady na přepravu štěpky na vzdálenost cca 10 km.

4 DISKUZE

Mezi pozitivní faktory situace v ČR, z hlediska záměrného pěstování biomasy, patří velká rozloha tzv. marginálních zemědělských půd s nižším produkčním potenciálem z hlediska konvenční zemědělské produkce. Velká část zemědělské půdy (45 %) navíc leží v horských a podhorských oblastech s členitým kopcovitým terénem a tvrdými klimatickými podmínkami, kde není v dnešní době intenzivní zemědělská výroba ekonomicky efektivní. Dále je k pěstování biomasy možné využít půd tzv. problémových, které jsou nevhodné pro potravinářskou produkci v důsledku nevhodné lidské činnosti. Jejich rozloha je odhadována na 54 000 ha (Havlíčková, Knápek, Vašíček, Weger, 2005). Pro pěstování RRD jsou také vhodné zaplavované údolní nivy, které nejsou pro klasickou rostlinnou výrobu vhodné.

Pro odhad ceny biomasy z výmladkových plantáží RRD lze použít ekonomické modely výmladkových plantáží RRD, kdy jsou v modelech zakomponovány předpoklady, za kterých by mohly být jednotlivé projekty realizovány. Vlastní výpočet ceny pěstované biomasy pak vychází z výpočtu čisté současné hodnoty (NPV) hotovostních toků generovaných projektem za jeho celý životní cyklus, kdy je hledána taková cena biomasy, aby NPV projektu bylo rovno nule. Investor pak realizuje výnos z vloženého kapitálu ve výši diskontu, který odráží míru rizika daného typu podnikání.

Skutečná cena biomasy, stejně tak jako každé jiné komodity, bude vytvářena na základě vztahu mezi nabídkou a poptávkou a bude odrážet i event. (státní) zásahy – intervence – na příslušném trhu (dotace, stanovená minimální výkupní cena, povinnost výkupu apod.). Skutečná cena biomasy tak může být vyšší i nižší než minimální cena odhadnutá pomocí ekonomických modelů. V dlouhodobém horizontu však díky principu vyrovnávání nabídky a poptávky bude cena biomasy mít tendenci odrážet dlouhodobé marginální náklady na její získávání.

Při aplikaci současných znalostí a zkušeností s výmladkovými plantážemi RRD lze minimální cenu pro průměrný roční výnos 6,8 t (suš.)·ha⁻¹·rok⁻¹ odhadnout ve výši cca 147 Kč·GJ⁻¹ za předpokladu mechanizované sklizně, kdy jsou náklady na sklizeň cca 13 EUR·t(sur.)⁻¹ biomasy. Ve výpočtu je uvažováno s průměrným výnosem cca 97 GJ·ha⁻¹·rok⁻¹ a současné cenové úrovně dalších služeb bez dotace. Minimální cena zde představuje cenu produkce v počátečním roce realizace plantáže, která při každoročním navýšení o inflaci zaručí krytí všech výdajů po dobu životnosti výmladkové plantáže 21 let a výnos z vloženého kapitálu ve výši diskontu.

Z výše uvedené diskuze vyplývá, že se do budoucna bude otevírat prostor pro vyšší konkurenceschopnost cíleného pěstování biomasy, přičemž jedním z významných zdrojů nesporně budou výmladkové plantáže RRD.

Cena biomasy bude závislá na vztahu mezi nabídkou a poptávkou po jednotlivých formách biomasy, cenovém vývoji „klasických“ PEZ, regulací a zásahy ze strany státu (dotace, minimální výkupní ceny, atd.). Konkurenceschopnost biomasy bude závislá i na vývoji tzv. minimální ceny produkce, která zajistí atraktivitu investice do pěstování biomasy pro potenciální investory. Zde je klíčovým faktorem výše a struktura budoucích dotací.

5 ZÁVĚR

Situace na trhu s biomasou je významně ovlivněna podporou na využití biomasy pro výrobu elektřiny, a to zejména uvažované spoluspalování biomasy ve velkých elektrárnách a tepelných zdrojích. Výrazný nárůst poptávky po biomase pak nevyhnutelně způsobuje poměrně rychlý růst její ceny a přiblížení se cenám biomasy z porostů výmladkových plantáží RRD. Je zřejmé, že pokud by mělo být využito biomasy v takovém rozsahu, jak předpokládá Státní energetická koncepce (SEK) ČR z roku 2004, nebude to možné zajistit jinak, než v kombinaci s cíleným pěstováním různých forem biomasy (energetické dřeviny, byliny). Podíl cíleně pěstovaných dřevin a bylin v TJ tepla v palivu (mimo biomasu pěstovanou pro produkci bi-nafty a biolihu) pak bude dosahovat cca 50–60 % z biomasy jako celku.

Současné znalosti o ekonomice záměrně pěstované biomasy jsou do určité míry omezené díky pouze malému množství realizovaných ploch (řádově pouze desítky hektarů), krátkosti experimentování (max. cca 13 let), stále nevyřešenému způsobu sklizně dřevin z rozsáhlých ploch výmladkových plantáží a i nedostatečné znalosti vlivu zakomponování krajinných funkcí do rozsáhlých ploch porostů. V neposlední řadě je stále předmětem výzkumu i optimalizace výběru stanovišť pro jed-

notlivé druhy energetických plodin pro výsadbu a produkční křivky pro jednotlivé energetické plodiny s různou dobou životnosti porostu.

Při využití dosavadních zkušeností a znalostí s výmladkovými plantážemi RRD lze minimální cenu biomasy odhadnout ve výši 110–150 Kč·GJ⁻¹ za předpokladu mechanizované sklizně pomocí sklízecího stroje Class Jaguar a výnosu biomasy v rozmezí 100–160 GJ·ha⁻¹·rok⁻¹, při současné cenové úrovni ostatních požadovaných služeb.

Tento odhad lze současně považovat za limitní pro úvahy o zásadním zvýšení biomasy pro výrobu elektřiny a/nebo tepla. Klíčovým faktorem je zde samozřejmě zajištění sklizně (možnost zajištění sklizně jako služby) nebo při koupi speciální sklízecí techniky pak její vytížení. Obojí má však silnou souvislost s rozlohou plantáží RRD. Dokud nebudou realizovány plantáže o celkové rozloze stovek či spíše tisíců hektarů, je málo pravděpodobné, že by nějaký investor investoval do nákupu speciální mechanizace na sklizeň. Současně bude rozhodovat výše podpory státu na využití těchto forem energie, ale také pravděpodobný vývoj cen biomasy z plantáží rychle rostoucích dřevin.

Poděkování

Výsledky prezentované v článku byly získány s přispěním grantového projektu MŠMT ČR 2B06131 „Nepotravinářské využití biomasy v energetice”.

6 LITERATURA

- BREALEY, J., MEYERS, M. (1992): Teorie a praxe firemních financí. Victoria Publishing, Praha, ISBN 80-85605-24-4.
- HAVLÍČKOVÁ, K., KNÁPEK, J., VAŠÍČEK, J. (2002): Model pro odvození ceny za cíleně pěstovanou biomasu – plantáž rychle rostoucích dřevin. In 3T. Teplo, technika, teplotářství, 12/5, s. 9–12, ISSN 1210-6003.
- HAVLÍČKOVÁ, K., KNÁPEK, J., VAŠÍČEK, J. (2004): The Economics of Short Rotation Coppice. In 2nd World Conference Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, Rome, ETA Florence and WIP-Munich, 561–564, ISBN 88-89407-04-2.
- HAVLÍČKOVÁ, K., KNÁPEK, J., VAŠÍČEK, J., WEGER, J. (2005): Biomasa jako obnovitelný zdroj energie ekonomické a energetické aspekty. Acta Pruhoniciana 79, VÚKOZ, Průhonice, 67 s., ISBN 80-85116-38-3.
- HAVLÍČKOVÁ, K., WEGER, J. a kol. (2006): Metodika analýzy potenciálu biomasy jako obnovitelného zdroje energie. Acta Pruhoniciana 83, VÚKOZ, Průhonice, 71 s., ISBN 80-85116-48-0.

INDUKCE ORGANOGENEZE U DIPLOIDNÍCH KULTIVARŮ *PELARGONIUM* × *HORTORUM* L. H. BAILEY

ORGANOGENESIS INDUCTION IN *PELARGONIUM* × *HORTORUM* L. H. BAILEY DIPLOID CULTIVARS

Hana Vejsadová¹, Petra Kuchtová-Jadrná²

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

² Mendelova zemědělská a lesnická universita v Brně, Zahradnická fakulta, Valtická 337, 691 44 Lednice na Moravě

Abstract: The objective of the work was to find the essential factors affecting indirect organogenesis induction in diploid cultivars (F1 hybrid types) of the species *Pelargonium* × *hortorum* L. H. Bailey. The green-leaved cultivar ‘Gizela F1’ and three cultivars from Pruhonice series ‘Black Velvet’, ‘Black Velvet Scarlet F1’, ‘Black Velvet Violet F1’ and ‘Black Velvet Appleblossom F1’, were chosen for the experiments. ‘Black Velvet’ plants are typical dark-brown leaves with light-green edges. The influence of sowing medium composition on seedling growth as well the effect of light conditions and growth regulators on organogenesis rate were studied. As initial explants we took intact blades and petiole segments from micro-mother plants initiated using *in vitro* seedling apices. In ‘Black Velvet Scarlet F1’, shorter seedling growth was observed onto MS sowing media containing ½ or ¼ salt concentration, active charcoal and sucrose as compared to water agar medium. We demonstrate the long-run leaf explant cultivation in the darkness onto media with cytokinins meta-topolin (m-T) or thidiazuron (TDZ) is an essential factor in organogenesis induction in all tested cultivars.

Abstrakt: Cílem práce bylo zjistit podstatné faktory, které ovlivňují indukci nepřímé organogeneze u diploidních kultivarů typu F1 hybridů páskatých pelargónií (*Pelargonium* × *hortorum* L. H. Bailey). Pro experimenty byla vybrána zelenolistá odrůda ‘Gizela F1’ a tři odrůdy z průhonické série ‘Black Velvet’, ‘Black Velvet Scarlet F1’, ‘Black Velvet Violet F1’, ‘Black Velvet Appleblossom F1’. Rostliny ‘Black Velvet’ se vyznačují tmavě hnědými listovými čepelemi s tenkými zelenými okraji. Byl studován vliv složení výsevního média na růst semenáčů a efekt světelných podmínek i růstových regulátorů na míru organogeneze. Jako primární explantáty byly použity intaktní čepele a segmenty řapíků odebrané z mikromatečnic založených z apexů *in vitro* semenáčů. U ‘Black Velvet Scarlet F1’ bylo zjištěno, že na MS médiích obsahujících ½ nebo ¼ koncentraci solí, aktivní uhlí a sacharózu dochází k nižšímu růstu semenáčů než na vodním agarovém médiu. Pro indukci organogeneze byla u všech sledovaných odrůd klíčovým faktorem dlouhodobá kultivace listových explantátů ve tmě na médiích s obsahem cytokininů meta-topolinu (m-T) nebo thidiazuronu (TDZ).

Key words: *Pelargonium* × *hortorum*, diploid cultivars, *in vitro* explants, indirect organogenesis.

Klíčová slova: *Pelargonium* × *hortorum*, diploidní kultivary, *in vitro* explantáty, nepřímá organogeneze.

1 ÚVOD

Hlavní podíl na genetickém základě současných kříženců *Pelargonium* × *hortorum*, česky pelargónie páskaté, mají původní druhy *Pelargonium inquinans* (L.) Ait. a *Pelargonium zonale* (L.) Ait. Tyto hybridy se označují také jako hybridy *Pelargonium zonale*, protože jsou tomuto druhu nejvíce morfologicky a geneticky podobné (Starý, 1999). Sortiment pelargónií páskatých je v současnosti tvořen diploidními i tetraploidními kultivary (Hofmann, 1992, Starý, 1999). Diploidní kultivary jsou pěstovány ve formě F1 hybridů, jejichž šlechtění má v ČR dlouhou tradici. V devadesátých letech byly vyšlechtěny atraktivní F1 hybridy s tmavě hnědými listy (Starý, 1999). Vybarvení listů u kultivarů z průhonické série ‘Black Velvet’ je unikátní, vyznačuje se intenzivní hnědou barvou s ostře ohraničenými tenkými zelenými okraji listů (Plavcová, 2007). V sortimentu diploidních kultivarů jsou tyto atraktivní hnědolisté hybridy nedávnou novinkou a v sortimentu tetraploidních kultivarů hnědolisté formy zcela chybí (Plavcová, osobní sdělení). Vypracování metody *in vitro* regenerace přes indukci organogeneze u průhonických páskatých pelargónií je jedním ze základních předpokladů dosažení tetraploidie u diploidních jedinců se zachovanými vlohami pro jedinečné tmavě hnědé zbarvení listových čepelí.

In vitro regeneraci explantátů odebraných z diferencovaných orgánů dospělých rostlin (např. hypokotyly, části listových čepelí a řapíků) sledovali u *Pelargonium* × *hortorum* za různých kultivačních podmínek Agarwal a Ranu (2000), Mithila et al. (2001) či Hassanein a Dorion (2005, 2006). Iniciace přímé organogeneze z již založených základů rostlin, a vliv různých cytokininů na její míru, byla předmětem studií autorek Wójciana a Gabryszewska (2001, 2004), které prokázaly vyšší účinnost meta-topolinu v porovnání s benzyladeninem (BA). V literatuře však nenalezneme údaje o iniciaci nepřímé organogeneze u páskatých pelargónií, která je základním předpokladem získání tetraploidních jedinců v podmínkách *in vitro*.

Cílem práce bylo zjistit podstatné faktory, které ovlivňují indukci nepřímé organogeneze u *in vitro* explantátů diploidních kultivarů *Pelargonium* × *hortorum* L. H. Bailey. Byl studován vliv složení výsevního média na růst semenáčů a efekt světelných podmínek a růstových regulátorů na míru organogeneze u explantátů z mikromatečnic založených z apexů *in vitro* semenáčů.

2 MATERIÁL A METODA

Rostlinný materiál

Pro experimenty byly vybrány tři F1 odrůdy *Pelargonium × hortorum* L. H. Bailey ze série 'Black Velvet' (rostliny s tmavě hnědými listovými čepelemi s tenkými zelenými okraji): 'Black Velvet Scarlet F1' (oranžovočervené zářivé květy), 'Black Velvet Violet F1' (fialové květy) a 'Black Velvet Appleblossom F1' (světle růžové květy). Pro srovnávací pokusy byla použita kontrolní zelenolistá odrůda 'Gizela F1' s klasickou zonální kresbou na listech a zářivě červenými květy. Jako primární explantáty byly použity explantáty z mikromatečnic založených z apexů *in vitro* semenáčů.

Povrchová sterilizace semen

Pro sterilizaci osiva byla použita koncentrovaná 98% H₂SO₄ (30–50 s) a 1,5% chlornan sodný (NaClO) s kapkou Tweenu 80. Chlornan sodný (ve formě komerčního přípravku Savo) byl aplikován po dobu 50–90 min na semena předošetřená kyselinou sírovou.

Kultivační podmínky

Jako kultivační nádoby byly použity Erlenmayerovy baňky 100 ml (25 ml média/baňka) a plastové Petriho misky s průměrem 8,5 cm (30 ml média/miska). Intaktní listové čepele i segmenty čepelí byly umístěny na médium vrchní nebo spodní stranou. Explantáty byly kultivovány v termostatu ve tmě (22–23 °C) nebo kultivační místnosti s fotoperiodou 16/8 hod (světlo/tma), při teplotě 23/19 °C (den/noc) a světelné intenzitě 55 μmol.m⁻².s⁻¹ (zářivky).

Výsevní média

VPG1: vodovodní voda; 7 g.l⁻¹ agar Sigma, pH 5,8

VPG2: ¼ koncentrace solí MS (Murashige a Skoog 1962); 10 g.l⁻¹ sacharóza; 0,8 g.l⁻¹ aktivní uhlí, 7 g.l⁻¹ agar Sigma, pH 5,8

VPG3: ½ koncentrace solí MS média; 20 g.l⁻¹ sacharóza; 0,8 g.l⁻¹ aktivní uhlí, 7 g.l⁻¹ agar Sigma, pH 5,8

VPG4: vodovodní voda; 10 g.l⁻¹ sacharóza; 7 g.l⁻¹ agar Sigma, pH 5,8

Indukční média

RP1: 2 mg.l⁻¹ thidiazuron (TDZ)

RP2: 2 mg.l⁻¹ meta-topolin (*m*-T) a 0,5 mg.l⁻¹ kyselina 2,4-dichlorfenoxycetová (2,4-D)

RP3: 2 mg.l⁻¹ TDZ a 0,5 mg.l⁻¹ 2,4-D

RP4: 2 mg.l⁻¹ *m*-T a 0,5 mg.l⁻¹ kyselina indolylmásečná (IBA)

MS média obsahovala plnou koncentraci solí, modifikovanou směs vitaminů (thiamin – 0,4 mg.l⁻¹; pyridoxin – 0,2 mg.l⁻¹; kys. nikotinová – 0,4 mg.l⁻¹; myo-inositol – 100 mg.l⁻¹; glycin – 4 mg.l⁻¹), kasein hydrolyzát – 500 mg.l⁻¹, polyvinylpyrrolidyn (PVP) – 1000 mg.l⁻¹, sacharózu – 25 g.l⁻¹, agar Sigma – 7,5 g.l⁻¹, pH 5,7–5,8

Statistické vyhodnocení

Pro statistické vyhodnocení výsledků byla použita vícefaktorová analýza variance ANOVA a srovnávací Fisherův test (F-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 P ≤ 0,05.

3 VÝSLEDKY A DISKUSE

Vliv výsevního média na růst semenáčů

U odrůdy 'Black Velvet Scarlet F1' bylo zjištěno, že na médiích obsahujících ½ nebo ¼ koncentraci solí MS média, aktivní uhlí a sacharózu (média VPG2, VPG3) dochází k pomalejšímu růstu semenáčů než na vodním agarovém médiu VPG1 (tab. 1). Prokázalo se, že vodovodní voda pro přípravu výsevního média zcela dostačuje a živné a podpůrné látky nejsou pro klíčení semen a další vývoj semenáčů potřebné.

Tab. 1 Vliv složení výsevního média na délku *in vitro* semenáčů odrůdy 'Black Velvet Scarlet F1' po 8 dnech

Označení média	Složení média	Délka semenáčů (mm)
VPG1	vodovodní voda	45–60
VPG2	¼ MS, 10 g.l ⁻¹ sacharóza, 0,8 g.l ⁻¹ aktivní uhlí	25–35
VPG3	½ MS, 20 g.l ⁻¹ sacharóza, 0,8 g.l ⁻¹ aktivní uhlí	20–30
VPG4	vodovodní voda, 10 g.l ⁻¹ sacharóza	45–60

Počet semenáčů/varianta: 20

Na médiích s obsahem sacharózy docházelo v případě nedostatečně sterilizovaného osiva do několika dnů k viditelnému rozvoji populací bakterií na povrchu média v místě kontaktu s osemněním. Proto bylo v dalších experimentech výhradně používáno médium VPG4, obsahující vodovodní vodu a sacharózu v množství 10 g.l⁻¹, která byla do média přidána pouze za účelem stimulace projevu přítomnosti bakterií, což umožnilo spolehlivé rozlišení sterilního a nedostatečně sterilizovaného klíčícího osiva. Navíc přítomnost sacharózy významně růst semenáčů neovlivnila.

V podmínkách *in vitro* byly provedeny výsevy za účelem snadného získání zdravého materiálu. Vzhledem k tomu, že všechny sledované odrůdy byly diploidní F1 hybridy, kultury z výsevů geneticky plně odpovídaly kulturám, které by byly získány z apexů dospělých rostlin. Z podobných důvodů upřednostnil např. Mohamed-Yasseen et al. (1995) jako výchozí materiál mikropropagace osivo před nodálními segmenty odebranými z dospělých rostlin při zavádění kultur u *Psidium guajava* L. Autorky Wojtania a Gabryszewska (2004) prováděly subkultivaci apexů odebraných z podmínek *in vivo* v intervalech tří týdnů na média obsahující auxiny i cytokiny a přes inhibiční vliv polyfenolů získaly regenerující explantáty. Založením primárních kultur z osiva se lze vyhnout složitým postupům a lze získat materiál s vysokým regeneračním potenciálem. Visser-Tenyenhuis et al. (1994), Murthy et al. (1996), Hutchinson a Saxena (1996) používali pro pokusy se somatickou embryogenezi části semenáčů vyšetých v podmínkách *in vitro*, semena klíčila na médiích obsahujících agar a destilovanou vodu. Médium bez živných látek se osvědčilo i v naší práci, do média byla přidávána pouze sacharóza pro stimulaci množení bakterií, které mohly být přítomny v osemnění nedostatečně sterilizovaných semen.

Založení primárních kultur ze sterilních výsevů se u sledovaných odrůd pelargónií osvědčilo pro absenci problémů s polyfenolickými exudáty a vysoký regenerační potenciál explantátů, které jsou zvláště při nepřímé organogenezi více rezpozibilní než materiál odebraný z dospělých rostlin *in vivo*.

Vliv světelných podmínek a růstových regulátorů na indukci nepřímé organogeneze u *in vitro* explantátů

Organogeneze byla indukována na médiích RP1 (TDZ – 2 mg.l⁻¹) a RP4 (2 mg.l⁻¹ *m*-T + 0,5 mg.l⁻¹ IBA) u intaktních listových čepelí (inkubovaných vrchní stranou na médiu) a segmentů řapíků odebraných z mikromatečnic testovaných odrůd. Na médiích RP2 a RP3 s obsahem auxinu 2,4-D k morfogenezi nedošlo. Indukcí explantátů ve tmě po dobu 5 týdnů bylo docíleno tvorby kalusu. Již ve tmě u některých explantátů začala na kalusu vznikat organogenní pletiva, kde byly patrné základy pupenů a prýtů. Po přemístění explantátů na světlo se prýty dále vyvíjely (obr. 1). Organogenní struktury byly pozorovány na explantátech sledovaných odrůd s výjimkou 'Black Velvet Violet F1'. Nejvíce responzivní byly explantáty odrůdy 'Black Velvet Scarlet F1', u níž došlo k indukci organogeneze na všech uvedených médiích (tab. 2). U 'Black Velvet Appleblossom F1' a 'Gizela F1' byla zjištěna nejvyšší míra organogeneze u čepelí v přítomnosti *m*-T + IBA (médiu RP4). Na stejném médiu došlo také k regeneraci segmentů řapíků, ale pouze u 'Black Velvet Appleblossom F1'. Odrůda 'Black Velvet Violet F1' na obou médiích tvořila celistvé kalusy bez globulárních či organogenních struktur, explantáty neregenerovaly. Jak ukazují obr. 2 a 3, prýty vzniklé nepřímou organogenezí se po subkultivaci na média bez růstových regulátorů dále standardně vyvíjely a později vytvořily kořeny.

U intaktních čepelí odrůdy 'Black Velvet Scarlet F1' kultivovaných při fotoperiodě světlo/tma 16/8 h byl na médiích RP1 a RP4 indukován kalus bez tvorby organogenních struktur. U segmentů řapíků měla „regenerace“ podobu ztloustnutí pletiv, na nichž nebyla tvorba kalusových struktur patrná. U čepelí se kalus tvořil především na jejich bázích, zatímco

ostatní části čepelí od okrajů nekrotizovaly. Na řezné bázi čepelí, obrácených na médium, byla organogeneze stimulována TDZ nebo kombinací *m*-T + IBA (tab. 3). Na médiích RP2 a RP3 s obsahem 2,4-D docházelo k nekrotizaci explantátů sice méně, avšak všechny typy regenerujících explantátů tvořily pouze bílé rozpadavé kalusy.

U listových *in vitro* explantátů odrůdy 'Panaché Sud' uvádějí Hassanein a Dorion (2005) jako nejvhodnější kombinaci pro iniciaci organogeneze kombinaci růstových regulátorů 0,2 mg.l⁻¹ kyseliny naftyloctové (NAA) + 0,5 mg.l⁻¹ BA + 0,5 mg.l⁻¹ zeatin, podstatným faktorem ovlivňujícím míru organogeneze byla koncentrace NAA v médiu. Naše pilotní výsledky, které byly publikovány ve formě abstraktu (Kuchtová a Vejsadová 2006), však významný vliv tohoto auxinu neprokázaly. Nassour a Dorion (2000) i Hassanein a Dorion (2006) úspěšně navodili regeneraci u protoplastových kultur *Pelargonium × hortorum* v přítomnosti thidiazuronu nebo benzyladeninu.

V přítomné práci byla nepřímá organogeneze průkazně indukována u čepelí a segmentů řapíků především kombinací cytokininu *m*-T s auxinem IBA (17–27 % regenerujících explantátů), ale také přítomností TDZ, a to v závislosti na typu explantátu a genotypu sledované odrůdy. Podmínkou úspěšné regenerace byla vždy inkubace explantátů ve tmě po dobu pěti týdnů, naopak jejich kultivace při světelné fotoperiodě 16/8 h stimulovala tvorbu neregenerujícího kalusu. Ze čtyř testovaných odrůd, 'Black Velvet Scarlet F1', 'Black Velvet Violet F1', 'Black Velvet Appleblossom F1' a 'Gizela F1', reagovala nejlépe odrůda 'Black Velvet Scarlet F1', u níž došlo k tvorbě pupenů a prýtů bez ohledu na typ média a explantátu.

Tab. 2 Vliv růstových regulátorů na indukci organogeneze a tvorbu prýtů po 5 týdnech inkubace explantátů ve tmě

Odrůda	Růstový regulátor	Typ explantátu	Indukce organogeneze *(%)	Počet prýtů/explantát
'Gizela F1'	TDZ	čepele	10,0 ^d	1,3 ^d
	TDZ	segmenty řapíků	-	-
	<i>m</i> -T + IBA	čepele	26,7 ^a	2,6 ^c
	<i>m</i> -T + IBA	segmenty řapíků	-	-
'Black Velvet Scarlet F1'	TDZ	čepele	6,7 ^e	10,0 ^a
	TDZ	segmenty řapíků	3,3 ^{ef}	4,0 ^c
	<i>m</i> -T + IBA	čepele	16,7 ^c	7,8 ^b
	<i>m</i> -T + IBA	segmenty řapíků	3,3 ^{ef}	3,0 ^c
'Black Velvet Appleblossom F1'	TDZ	čepele	-	-
	TDZ	segmenty řapíků	-	-
	<i>m</i> -T + IBA	čepele	23,3 ^{ab}	4,0 ^c
	<i>m</i> -T + IBA	segmenty řapíků	10,0 ^d	3,0 ^c
'Black Velvet Violet F1'	TDZ	čepele	-	-
	TDZ	segmenty řapíků	-	-
	<i>m</i> -T + IBA	čepele	-	-
	<i>m</i> -T + IBA	segmenty řapíků	-	-

* Průměrný počet explantátů s tvorbou pupenů a prýtů vyjádřený v %. Počet explantátů/varianta: 30. Čepele – kontakt s médiem vrchní stranou listu.

ANOVA, F-test Opakování s rozdílnými indexovými písmeny v tomtéž sloupci jsou vzájemně statisticky významně odlišná na úrovni $P \leq 0,05$.

Tab. 3 Vliv růstových regulátorů na indukci organogeneze a tvorbu prýtů u 'Black Velvet Scarlet F1' po 10 týdnech kultivace explantátů při světelné 16h fotoperiodě

Růstový regulátor (mg.l ⁻¹)	Typ explantátu	Indukce kalusu* (%)	Indukce organogeneze** (%)	Počet prýtů/explantát
TDZ	segmenty řapíků	0	-	-
TDZ	čepel A	17,9 ^c	-	-
TDZ	čepel B	37,0 ^d	7,7 ^b	10 ^a
<i>m</i> -T + 2,4-D	segmenty řapíků	61,0 ^b	-	-
<i>m</i> -T + 2,4-D	čepel A	100 ^a	-	-
<i>m</i> -T + 2,4-D	čepel B	87,5 ^b	-	-
TDZ + 2,4-D	segmenty řapíků	83,2 ^b	-	-
TDZ + 2,4-D	čepel A	86,4 ^b	-	-
TDZ + 2,4-D	čepel B	100 ^a	-	-
<i>m</i> -T + IBA	segmenty řapíků	54,5 ^c	-	-
<i>m</i> -T + IBA	čepel A	53,3 ^c	-	-
<i>m</i> -T + IBA	čepel B	75,0 ^b	9,2 ^a	3 ^b

* Průměrný počet explantátů s tvorbou kalusu vyjádřený v %.

** Průměrný počet explantátů s tvorbou pupenů a prýtů vyjádřený v %. Počet explantátů/varianta: 30. Čepel A: na médium umístěný spodní stranou, čepel B: kontakt s médiem vrchní stranou listu.

ANOVA, F-test Opakování s rozdílnými indexovými písmeny v tomtéž sloupci jsou vzájemně statisticky významně odlišná na úrovni $P \leq 0,05$.

U kontrolní odrůdy 'Gizela F1' regenerovaly jen listové čepel, u 'Black Velvet Appleblossom F1' čepel i řapíky. Lze shrnout, že pro indukci nepřímé organogeneze u průhonicových páskatých pelargónií byly klíčovým faktorem světelné podmínky a cytokininy *meta*-topolin nebo thidiazuron.

4 ZÁVĚR

- Zakládání kultur *in vitro* ze sterilních výsevů se osvědčilo z důvodu absence problémů s polyfenolickými exudáty a vysokého regeneračního potenciálu explantátů ze semenáčů, které jsou zvláště při nepřímé organogenezi více rezpozibilní než materiál odebraný z dospělých *in vivo* rostlin.
- Kultivace explantátů ve tmě po dobu 5 týdnů zvýšila výrazně efektivitu iniciace morfogeneze, zatímco působení světelné periody mělo na regenerační potenciál explantátů negativní vliv.
- Cytokinin *meta*-topolin (*m*-T) v kombinaci s auxinem kyselou indolylmáslnou (IBA) a samotný thidiazuron (TDZ) průkazně pozitivně ovlivnily indukci organogeneze u 'Black Velvet Scarlet F1', 'Black Velvet Appleblossom F1' a kontrolní varianty 'Gizela F1'. U explantátů odrůdy 'Black Velvet Violet F1' nebyly organogenní struktury pozorovány.
- Jako nejvíce rezpozibilní explantáty byly zjištěny intaktní listové čepel obrácené vrchní stranou na živné médium.

Poděkování

Tato práce vznikla v rámci projektu č. VIII.06: „Zvýšení efektivnosti šlechtitelských postupů u okrasných rostlin metodami *in vitro*“ výzkumného záměru MŽP č. 0002707301 finančně podpořeného Ministerstvem životního prostředí.

5 LITERATURA

- AGARWAL, P. K., RANU, R. S. (2000): Regeneration of plantlets from leaf and petiole explants of *Pelargonium × hortorum*. In *Vitro Cellular and Developmental Biology – Plant*, vol. 36, no. 5, s. 392–397.
- HASSANEIN, A., DORION, N. (2005): Efficient plant regeneration system from leaf discs of zonal (*Pelargonium × hortorum*) and two scented (*P. capitatum* and *P. graveolens*) geraniums. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, vol. 83, no. 2, s. 231–240.
- HASSANEIN, A., DORION, N. (2006): High efficiency colony formation and whole plant regeneration from mesophyll protoplasts of *Pelargonium × hortorum* 'Panaché Sud'. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, vol. 81, no. 4, s. 714–720.
- HOFMANN, C. (1992): *Schöne Pelargonien (Geranien)*. Stuttgart, Eugen Ulmer GmbH & Co., 95 s.
- HUTCHINSON, M. J., SAXENA, P. K. (1996): Acetylsalicylic acid enhances and synchronizes thidiazuron-induced somatic embryogenesis in geranium (*Pelargonium × hortorum* Bailey) tissue cultures. *Plant Cell Reports*, vol. 15, no. 7, s. 512–515.
- KUCHTOVÁ, P., VEJSADOVÁ, H. (2006): Efficient *in vitro* regeneration and polyploidization in *Pelargonium × hortorum* Bailey. In Mercuri, A., Schová, T. [eds.]: XXII. International Symposium EUCARPIA. Book of Abstracts, Sanremo, 2006, s. 33.
- MITHILA, J., MURCH, S. J., KRISHNARAJ, S., SAXENA, P. K. (2001): Recent advances in *Pelargonium in vitro* regeneration system. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, vol. 67, no. 1, s. 1–9.

MOHAMED-YASSEEN, Y. A., BARRINGER, S. A. J., SCHNELL, R. J., SPLITTSTOESSER, W. E. (1995): *In vitro* shoot proliferation and propagation of guava (*Psidium guajava* L.) from germinated seedlings. Plant Cell Reports, vol. 14, no. 8, s. 525–528.

MURASHIGE, T., SKOOG, F. (1962): A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiologia Plantarum, vol. 15, no. 3, s. 473–497.

MURTHY, B. N. S., SINGH, R. P., SAXENA, P. K. (1996): Induction of high-frequency somatic embryogenesis in geranium (*Pelargonium × hortorum* Bailey cv Ringo Rose) cotyledonary cultures. Plant Cell Reports, vol. 15, no. 6, s. 423–426.

NASSOUR, M., DORION, N. (2000): Plant regeneration from protoplasts of micropropagated *Pelargonium × hortorum* 'Alain': effect of some environmental and medium factors on protoplast system efficiency. Plant Science, vol. 155, no. 2, s. 133–140.

PLAVCOVÁ, O. (2007): Leaf zonation of Pruhonice's brown leaved F1 varieties of *Pelargonium zonale* hort. In Strom a květina – součást života = The Tree and Flower – a Part of Life. Sborn. vědec. konf., Průhonice, 2007, s. 257–259.

STARÝ, F. (1999): *Pelargonium*. Zahradnický slovník naučný. 4, N-Q. Praha, Ústav zemědělských a potravinářských informací, 562 s.

VISSER-TENYENHUIS, C., MURTHY, B. N. S., ODUMERU, J., SAXENA, P. K. (1994): Modulation of somatic embryogenesis in hypocotyl-derived cultures of geranium (*Pelargonium × hortorum* bailey) CV Ringo Rose by a bacterium. In Vitro Cellular and Developmental Biology – Plant, vol. 30, no. 3, s. 140–143.

WOJTANIA, A., GABRYSZEWSKA, E. (2001): Effect of cytokinins and amino acids on multiplication of *Pelargonium* cultivars. Acta Societatis Botanicorum Poloniae, vol. 70, no. 3, s. 203–207.

WOJTANIA, A., GABRYSZEWSKA, E. (2004): Effect of metatopolin on the growth and development of *Pelargonium × hortorum* shoots *in vitro*. Biotechnologia, vol. 65, no. 2, s. 162–167.



Obr. 1 Indukce organogeneze u 'Black Velvet Scarlet F1'



Obr. 2 Vývoj prýtů u 'Black Velvet Scarlet F1'



Obr. 3 Vývoj prýtů u 'Gizela F1'

ODDÁLENÍ INICIACE KVĚTNÍCH POUPAT U CHRYZANTÉM (*CHRYSANTHEMUM* × *GRANDIFLORUM* (RAMAT.) KITAM.) APLIKACÍ ETHEPHONU

DELAY OF FLOWER BUD INITIATION IN CHRYSANTHEMUM (*CHRYSANTHEMUM* × *GRANDIFLORUM* (RAMAT.) KITAM.) BY ETHEPHON TREATMENT

Rudolf Votruba

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

Abstract: Summer and early autumn flowering varieties of garden chrysanthemums (*Chrysanthemum* × *grandiflorum* (Ramat.) Kitam.) are day-neutral for flower bud initiation. The aim of the work was to determine whether application of ethephon (2-chloroethylphosphonic acid) affects flower bud initiation on the shoots of mother plants. Five different clones were used. The delay was evaluated as number of lobed leaves generated on the shoot up to the terminal flower bud. Ethephon affected development of the shoots and delayed flower bud initiation. The number of the leaves increased over 2,5–7 leaves depending on clone in the most responsive variant (spray of 500 ppm Ethrel, a.i. ethephon 480 g/l). Action of ethephon had no long duration, significantly drooped 40 days after application. The response of the clones was unequal and also the duration of ethephon activity in the plants was different. Retardative effect of the ethephon was expressed in shortening of internodes and therefore the whole shoots.

Abstrakt: Odrůdy zahradních chryzantém (*Chrysanthemum* × *grandiflorum* (Ramat.) Kitam.) kvetoucí v létě a časně na podzim jsou neutrální k délce dne. Byl zjišťován vliv aplikace ethephonu (úč. l. 2-chlorethylfosfonová kyselina) na oddálení iniciace květních pupat na výhonech matečných rostlin u pěti klonů. Ethephon ovlivnil vývin výhonů na matečných rostlinách a zpozdil iniciaci květních pupat. Toto zpoždění bylo hodnoceno jako počet listů vytvořených na odebraných řízcích až po terminální pupě, za níž byl pupen schopný poskytnout vegetativní postranní výhon. U nejlepších variant se po postřiku Ethrelem 500 ppm (ethephon 480 g/l) zvýšil počet listů ve srovnání s kontrolou o 2,5–7 listů v závislosti na klonu. Účinek ethephonu nebyl dlouhodobý, za 40 dní po aplikaci výrazně poklesl. Jednotlivé klony reagovaly nestejně a také doba působení v rostlině byla různá. Retardační účinek ethephonu se projevil na zkrácení internodií a tedy celých výhonů.

Key words: *Chrysanthemum* × *grandiflorum*, mother plants, ethephon.

Klíčová slova: *Chrysanthemum* × *grandiflorum*, matečné rostliny, ethephon.

1 ÚVOD

Odrůdy zahradních chryzantém kvetoucí v létě a časně na podzim jsou neutrální k délce dne z hlediska iniciace květních pupat. U těchto chryzantém je obtížné získat kvalitní výhony bez pupat pro odběr řízků na matečných rostlinách. Mladé rostliny nemají pak dostatek pupenů, které jsou schopné poskytnout kvalitní vegetativní výhony. Kromě pěstebních opatření posilujících vegetativní růst může potlačit iniciaci květních pupat aplikace některých růstových látek.

K přírodním regulátorům růstu a vývoje rostlin s velmi širokou škálou aktivity v různých fázích vývoje rostliny patří etylén. Jedním z účinků etylénu na většinu buněk nadzemních částí rostlin je potlačení dlouhivého růstu a stimulace růstu laterálního (Macháčková, Ullman, 1987). Jako zdroj etylénu se používá ethephon (úč. l. 2-chlorethylfosfonová kyselina), který po aplikaci na listy proniká do rostliny, kde se rozkládá na etylén, fosfát a chloridy. Obchodní přípravky s účinnou látkou ethephon jsou např. Ethrel, Flordimex a Floral. První zmínka o účincích ethephonu na stimulaci rozvětvení rajčat, pelargonii a růží je již z roku 1965 (Thomas, 1982). Působení ethephonu na zahradní chryzantémy zjišťovali Cockshull a Horidge (1978) a Cockshull et al. (1979).

Aplikace ethephonu se prakticky uplatňuje pro zlepšení kvality řízků např. u matečných rostlin novoguinejských balzamín, které jsou neutrální k délce dne a vytvářejí množství květních pupat po celý rok.

Cílem práce bylo zjistit, zda ošetření matečných rostlin ethephonem ovlivní počet vegetativních pupenů na postranních výhonech a oddálí tedy iniciaci květních pupat odrůd chryzantém neutrálních k délce dne.

2 MATERIÁL A METODY

Bylo použito pět různých klonů chryzantém z tzv. skupiny Multiflora, které nevykazují dlouhodobou reakci a reagují jako neutrální k délce dne. Na výhonech matečných rostlin těchto klonů se vytvářejí pupata i v dlouhodobých podmínkách.

Mladé rostliny určené pro vypěstování matečných rostlin byly vysazeny 25. 2. do rašelinového substrátu a zaštipnuty za 5. listem. V každé pokusné variantě byly 3 opakování po 3 rostlinách. Pěstební teploty byly 16 °C noc, 18 °C den, 22 °C ventilace, výživa byla zajišťována pravidelným přihnojováním. Matečné rostliny i odebrané řízky byly pěstovány ve skleníku v dlouhodobých podmínkách (fotoperiodicky účinné osvětlování v únoru 22,00–2,00 hod., v březnu 22,00–1,00 hod., v dubnu 22,00–24,00 hod., od května přírodní délka dne). Na matečných rostlinách byly ponechány pouze dva horní postranní výhony I. řádu s vyrovnaným vývinem. Oba ponechané postranní výhony byly zaštipnuty za 4. listem.

Přípravek Ethrel (ethephon 480 g/l) byl aplikován na matečné rostliny ve vodném roztoku v uvedených koncentracích ručním postřikovačem až do úplného smáčení listů.

Pokusné varianty:

- A – kontrolní varianta
- B – aplikace Ethrelu 100 ppm 1× (11. 3.)
- C – aplikace Ethrelu 100 ppm 2× (11. 3. a 9. 4.)
- D – aplikace Ethrelu 500 ppm 1× (11. 3.)

Z matečných rostlin byly postupně odebrány řízky z výhonů II., III. a IV. řádu, vždy za 3. listem na výhonu.

Řád výhonů	Odběr řízků	Hodnocení
II.	5. 4.	11. 5.
III.	26. 4.	21. 5.
IV.	12. 5.	4. 6.

V každé variantě bylo od každého klonu vysazeno pro hodnocení 8 nezakořeněných řízků ve 3 opakováních, tj. 24 řízků z výhonů II. řádu a 16 nezakořeněných řízků ve 3 opakováních, tj. 48 řízků z výhonů III. a IV. řádu.

Pro hodnocení účinku ethephonu na oddálení iniciace poupat na výhonech chryzantém byl použit jako měřítko počet listů na odebraných řízcích, za nimiž byl pupen poskytující vegetativní postranní výhon. Po vytvoření terminálních květních poupat byly na zakořeněných řízcích spočítány laločnaté listy, za nimiž nebylo vytvořeno postranní poupě nebo krátký výhon se lžičkovitými nelaločnatými listy zakončený poupětem. Uvedené počty listů byly tedy zjištěny na zakořeněných řízcích (mladých rostlinách). Celkový počet laločnatých listů na celém výhonu by byl vyšší o tři listy ponechané na zbylé části výhonu na matečné rostlině při odběru řízků. Čím větší byl počet těchto listů, tím větší byl předpokládaný účinek ethephonu na oddálení iniciace květních poupat.

Získané výsledky byly statisticky vyhodnoceny analýzou rozptylu jednoduchého třídění a Duncanovým testem (program Unistat 4.53).

3 VÝSLEDKY A DISKUSE

V tabulce 1 jsou uvedeny průměrné počty listů na rostlině, za nimiž byl pupen schopný poskytnout vegetativní postranní výhon, které byly zjištěny při 1. hodnocení. Hodnocené rostliny pocházely ze řízků z výhonů II. řádu, které byly odebrány za 25 dnů po 1. aplikaci Ethrelu. U všech pěti klonů zařazených v pokusu byl statisticky významně nejvyšší počet listů zjištěn ve variantě D, která byla ošetřena Ethrelem 500 ppm. Nejnižší počet listů byl u všech klonů v kontrolní neošetřené variantě A, ale pouze u dvou klonů byly hodnoty statisticky významně nejnižší. Ve variantách B a C ošetřených Ethrelem 100 ppm byly počty listů při 1. hodnocení vzájemně podobné. U třech klonů se statisticky významně nelišily od kontrolní varianty A, i když byly výrazně vyšší. Statisticky neprůkazné rozdíly byly způsobeny velkým rozptylem v počtu listů na rostlinách v rámci opakování a varianty. Příčinou je to, že kvalita řízků některých klonů chryzantém ze skupiny Multiflora se značně liší podle postavení výhonů na rostlině – vytvářejí rozdílný počet listů, za nimiž je pupen schopný poskytnout vegetativní postranní výhon.

Z výsledků v 1. hodnocení je zřejmý průkazný vliv aplikace Ethrelu u matečných rostlin chryzantém na zvýšení počtu listů. Koncentrace Ethrelu 100 ppm byla patrně příliš nízká, ale koncentrace 500 ppm účinná. Na rostlinách se po aplikaci neprojevovalo žádné poškození, v době sklizně řízků však byly výhony rostlin ošetřených Ethrelem 500 ppm kratší. Rozdíly v průměrném počtu listů (průměr všech variant) jednotlivých klonů byly značné, od 10,4 u klonu 129 až do 16,0 u klonu 52. Tyto rozdíly jsou způsobeny genetickou rozdílností jednotlivých klonů (tab. 1).

V tabulce 2 jsou uvedeny průměrné počty listů na rostlině, za nimiž byl pupen schopný poskytnout vegetativní postranní výhon, které byly zjištěny při 2. hodnocení. Hodnocené rostliny pocházely ze řízků z výhonů III. řádu, které byly odebrány 26. 4., tj. za 46 dnů po 1. aplikaci a za 17 dnů po 2. aplikaci Ethrelu. Rozdíly v počtu listů v jednotlivých variantách

Tab. 1 Počet listů s vegetativními pupeny na rostlině – 1. hodnocení (11. 5.)

Var.	Ošetření	Klon 70	Klon 56	Klon 52	Klon 39	Klon 129
A	Kontrola	9,9 c*	11,9 c	14,0 b	9,5 b	9,4 b
B	Ethrel 100 ppm 1×	12,7 b	15,8 b	16,1 b	10,3 b	10,3 b
C	Ethrel 100 ppm 2×	12,5 b	15,2 b	15,2 b	10,7 b	10,0 b
D	Ethrel 500 ppm 1×	14,0 a	18,5 a	18,7 a	12,1 a	12,0 a

* hodnoty označené stejným písmenem se statisticky významně neliší ($P \leq 0,05$)

Tab. 2 Počet listů s vegetativními pupeny na rostlině – 2. hodnocení (21. 5.)

Var.	Ošetření	Klon 70	Klon 56	Klon 52	Klon 39	Klon 129
A	Kontrola	7,7 b*	11,8 a	11,4 a	7,2 b	8,1 b
B	Ethrel 100 ppm 1×	8,9 ab	12,9 a	12,0 a	7,9 b	8,2 b
C	Ethrel 100 ppm 2×	8,3 b	13,8 a	12,7 a	9,0 a	8,3 b
D	Ethrel 500 ppm 1×	10,1 a	13,3 a	12,3 a	9,3 a	10,2 a

* hodnoty označené stejným písmenem se statisticky významně neliší ($P \leq 0,05$)

byly daleko méně zřetelné než v 1. hodnocení. Ve variantě D (Ethrel 500 ppm) byl statisticky významně vyšší počet listů než v kontrolní variantě A u klonů 70, 39 a 129. Ve variantách B a C (Ethrel 100 ppm) byly výsledky nestejně, ale rozdíl v počtu listů byl ve srovnání s kontrolní variantou většinou statisticky nevýznamný. U klonů 56 a 52 nebyly mezi variantami zjištěny statisticky významné rozdíly a u obou klonů byl počet listů ve variantě D dokonce nižší než ve variantě C.

Z výsledků ve 2. hodnocení lze vyvodit, že vliv Ethrelu po 1. aplikaci již odezníval a výrazně se dosud neprojevil vliv 2. aplikace u varianty C. Rozdíly v průměrném počtu listů (průměr všech variant) mezi jednotlivými klony sledovaly stejný trend jako v 1. hodnocení, ale počet listů byl u všech klonů nižší (tab. 2).

V tabulce 3 jsou uvedeny průměrné počty listů na rostlině, za nimiž byl pupen schopný poskytnout vegetativní postranní výhon, které byly zjištěny při 3. hodnocení. Hodnocené rostliny pocházely ze řízků z výhonů IV. řádu, které byly odebrány 12. 5., tj. za 62 dny po 1. aplikaci a 33 dny po 2. aplikaci Ethrelu. Rozdíly v počtu listů v jednotlivých variantách byly ještě méně výrazné než při 2. hodnocení. Ve variantě D (Ethrel 500 ppm) byl statisticky významně vyšší počet listů pouze u klonu 129, přičemž se průkazně nelišil od varianty C (Ethrel 100 ppm 2×). Tento klon byl zvláště citlivý na působení ethephonu, protože značné rozdíly v počtu listů ve variantě D oproti ostatním variantám se prokázaly i v obou předcházejících hodnoceních. U klonů 52 a 39 se však počet listů ve variantě D statisticky významně nelišil od ostatních variant a u klonů 70 a 56 byl dokonce průkazně nižší než ve variantě C. U klonů 70 a 56 byl statisticky významně nejvyšší počet listů zjištěn ve variantách B a C, i když hodnoty ve variantě C byly vyšší. U klonů 52 a 39 nebyl statisticky významný rozdíl zjištěn mezi žádnou z variant.

Z výsledků ve 3. hodnocení je patrné, že již končil vliv Ethrelu z 1. aplikace, a to i ve variantě D (Ethrel 500 ppm). Vliv 2. aplikace Ethrelu 100 ppm ve variantě C se projevil zejména u klonů 70, 56 a 52, u kterých je patrné účinek Eth-

relu krátkodobější. Rozdíly v průměrném počtu listů (průměr všech variant) mezi jednotlivými klony sledovaly stejný trend jako v obou předcházejících hodnoceních, ale počet listů byl u všech klonů nižší (tab. 3).

Nápadné bylo snižování počtu listů s vegetativními pupeny na hodnocených rostlinách během času, tedy v 1. až 3. hodnocení. V tabulce 4 je uveden průměrný počet listů na rostlinách kontrolní neošetřené varianty ve třech termínech hodnocení. Tyto rostliny byly tedy vypěstovány ze řízků, které pocházely z II., III. a IV. řádu výhonů na matečných rostlinách. U všech klonů se počet těchto listů snižoval v různé výši, v průměru o 1,5 listu mezi 1. a 2. a také mezi 2. a 3. hodnocením. Příčinou může být stárnutí matečných rostlin a omezení vegetativní fáze. Snižování počtu listů vytvořených pod poupětem u řízků odebraných z matečných rostlin v odstupu 1 měsíce zjistili Cockshull et al. (1979) i při pěstování v boxu s umělým osvětlením a konstantní teplotou. Velmi nápadné byly rozdíly v počtu listů mezi jednotlivými klony, např. klon 39 měl v průměru o více než čtyři listy méně ve srovnání s klonem 52.

Oddálení iniciace květních pupat, jak také uvádí Cockshull et al. (1979) a Strefeler et al. (1996), je významné z hlediska kvality řízků. Nežádoucí je ale retardační účinek ethephonu a výrazné zkrácení internodií, čímž je ztížena sklizeň řízků z matečných rostlin. Použití ethephonu jako retardačního přípravku ke snížení výšky chryzantém pěstovaných v květináčích je však také problematické. Dochází sice ke zkrácení internodií, ale oddálením iniciace pupat a vytvořením většího počtu listů pod poupětem se zvětší výška rostlin a zpozdí se termín kvetení (Geiger, 1998, Sugiura a Fujita, 2003). Zvýšení počtu výhonů a tedy vyšší sklizeň řízků z matečných rostlin po aplikaci ethephonu zjistila Zempel (1990) u odrůd pro řízení pěstování s výraznou dlouhodobou reakcí. Výnos řízků chryzantém se zvýšil o 10–25 % po postřiku 1000 ppm roztokem Flordimexu (ethephon 420 g/l). Petter (1992) upozornila na základě výsledků pokusů, že výsledky aplikace Flordimexu mohou být velmi rozdílné podle doby aplikace a odrůdy. U chryzantém doporučila pouze jarní ošetření, ni-

Tab. 3 Počet listů s vegetativními pupeny na rostlině – 3. hodnocení (4. 6.)

Var.	Ošetření	Klon 70	Klon 56	Klon 52	Klon 39	Klon 129
A	Kontrola	5,9 c*	10,4 b	10,5 a	5,6 a	6,3 b
B	Ethrel 100 ppm 1×	7,4 a	11,4 ab	10,5 a	6,4 a	6,1 b
C	Ethrel 100 ppm 2×	7,6 a	12,7 a	11,4 a	7,0 a	6,7 ab
D	Ethrel 500 ppm 1×	6,7 b	10,9 b	10,5 a	7,3 a	7,8 a

* hodnoty označené stejným písmenem se statisticky významně neliší ($P \leq 0,05$)

Tab. 4 Počet listů s vegetativními pupeny na rostlině – průměrné hodnoty v jednotlivých termínech odběrů u neošetřené varianty

Datum odběru řízků	Klon 70	Klon 56	Klon 52	Klon 39	Klon 129	Průměr
5. 4.	9,9	11,9	14,0	9,5	9,4	10,9
26. 4.	7,7	11,8	11,4	7,2	8,1	9,2
12. 5.	5,9	10,4	10,5	5,6	6,3	7,7
Průměr termínů	7,8	11,4	12,0	7,4	7,9	

koli podzimní, protože brzdící účinek může být při nevhodné koncentraci výraznější než stimulace růstu postranních výhonů. U odrůd chryzantém neutrálních k délce dne nezjistili Strefeler et al. (1996) žádný rozdíl ve výnosech řízků z rostlin kontrolních nebo ošetřených 250 ppm ethephonem, ale podíl řízků s poupaty byl vyšší u kontrolních rostlin. Ošetření 500 ppm ethephonem významně snížilo výnos řízků.

Ošetření ethephonem s cílem zlepšit kvalitu mladých rostlin se zatím prakticky využívá u matečných rostlin novoguinejských balzaminů. Ani u tohoto druhu však není bezproblémové. Různé klony reagují nesterjně, podobně jak bylo zjištěno u chryzantém. Kromě omezení nebo zcela zamezení tvorby poupat se uplatňuje výrazný retardační účinek. Výnos řízků se může zvýšit o 10–20 % (Votruba, 1997). U chryzantém by přineslo praktické použití více problémů a prozatím nelze aplikaci ethephonu u matečných rostlin doporučit.

4 ZÁVĚR

Ethephon ovlivnil vývin výhonů na rostlinách chryzantém a v různé míře zpozdil iniciaci poupat. Toto zpoždění bylo zjišťováno a hodnoceno nepřímou, jako počet listů vytvořených na odebraných řízcích až po terminální poupě, za nimiž byl pupen schopný poskytnout vegetativní postranní výhon. I když rozdíl v počtu listů mezi kontrolní a nejlepší variantou nebyl velký (v 1. hodnocení 2,5–7 listů v závislosti na klonu), je z hlediska zlepšení kvality řízků významný.

Působení ethephonu není dlouhodobé, jak je patrné z poklesu účinku v následných hodnoceních. Za 40 dní po aplikaci již výrazně pokleslo. Koncentrace roztoku Ethrelu 100 ppm se zdá být příliš nízká. Z hlediska účinku na oddálení iniciace poupat byla daleko efektivnější koncentrace 500 ppm, která ještě nepoškozovala rostliny, ale již výrazněji zkrátila internodia. Vyšší koncentrace nad 500 ppm mohou být problematické vzhledem k ještě silnějšímu zkrácení výhonů. Zkrácení výhonů u matečných rostlin chryzantém ze skupiny Multiflora je nežádoucí, protože jsou samy o sobě dost krátké a jejich dalším zkrácením by vznikly potíže při sklizni řízků. Použití ethephonu u matečných rostlin chryzantém skupiny Multiflora nelze na základě získaných výsledků doporučit.

Poděkování

Řešení této problematiky finančně podpořilo Ministerstvo životního prostředí České republiky v rámci výzkumného zámeru č. 0002707301.

5 LITERATURA

- COCKSHULL, K. E., HORRIDGE, J. S. (1978): 2-Chloroethylphosphonic acid and flower initiation by *Chrysanthemum morifolium* Ramat. in short days and in long days. J. Hort. Sci., roč. 53, č. 2, s. 85–90.
- COCKSHULL, K. E., HORRIDGE, J. S., LANGTON, F. A. (1979): Ethephon and the delay of early budding in chrysanthemums. J. Hort. Sci., roč. 54, č. 4, s. 337–338.

- GEIGER, E. M. (1998): Riskanter Einsatz. Wachstumsregulierung mit Ethephon bei Gartenchrysanthenen. Gärtnerbörse, roč. 98, č. 2, s. 22–23.
- MACHÁČKOVÁ, I., ULLMAN, J. (1987): Etylén – přírodní regulátor růstu a vývoje rostlin. Biol. listy, roč. 52, č. 4, s. 282–306.
- PETTER, S. (1992): Mehr verkaufsfähige Jungpflanzen in kürzerer Zeit. TASPO-Gartenbaummagazin, roč. 1, č. 6, s. 68–70.
- STREFELER, M. S., ANDERSON, N. O., ASCHER, P. D. (1996): Ethylene + GA3 sprays for delaying flower bud initiation in chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev.) stock plants. HortTechnology, roč. 6, č. 3, s. 251–253.
- SUGIURA, H. (2004): Effects of 6-Benzylaminopurine and Ethephon Applications on Flowering and Morphology in Summer-to-Autumn-Flowering Chrysanthemum under Open Field Conditions. J. Pestic. Sci., roč. 29, č. 4, s. 308–312.
- SUGIURA, H., FUJITA, M. (2003): Effects of Ethephon Application on Plant Height and Leaf Color in Summer-to-Autumn-Flowering Chrysanthemum. J. Pestic. Sci., roč. 28, č. 4, s. 433–438.
- THOMAS, T. H. (1982): Plant growth regulator potential and practice. London, BCPC Publications, 271 s.
- VOTRUBA, R. (1997): Effect of ethephon on yield and quality of New Guinea Impatiens cuttings (*Impatiens*-New Guinea-Grp). In Proceedings of the Inter. Hort. Sci. Conf. Biological and Technical Development in Horticulture, Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno, s. 80–84.
- ZEMPEL, B. (1990): Mehr Stecklinge von den Mutterpflanzen. Dtsch. Gartenbau, č. 42, s. 2698–2699.

PRŮZKUM VÝSKYTU *HYDRANGEA RING SPOT VIRUS* V RŮZNÝCH DRUZÍCH *HYDRANGEA* SPP. V ČESKÉ REPUBLICE

SURVEY OF *HYDRANGEA RING SPOT VIRUS* IN DIFFERENT SPECIES OF *HYDRANGEA* SPP. PLANTS IN THE CZECH REPUBLIC

Josef Mertelík, Kateřina Kloudová

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

Abstract: *Hydrangea ring spot virus* (HdRSV) was detected at 17 out of 108 localities in a survey carried out in 2005–2007. HdRSV was found in *Hydrangea macrophylla* at 12 localities and in *H. serrata* at 6 localities. *H. arborescens* and sporadically growing *H. paniculata* were in all cases tested with negative results. Mild to severe diffused chlorosis and diffused chlorotic spots were predominant symptoms found on *H. macrophylla*, while on *H. serrata* were in all cases observed symptoms in the form of conspicuous chlorotic rings and line patterns that in the autumn turned to red-purple. HdRSV was detected by DAS ELISA, biological tests on *Chenopodium quinoa*, *C. amaranticolor* and *Nicotiana benthamiana* and immunoelectron microscopy.

Abstrakt: Průzkum výskytu infekce *Hydrangea ring spot virus* (HdRSV) v různých druzích *Hydrangea* spp. byl proveden na 108 lokalitách v ČR v letech 2005–2007. HdRSV byl zjištěn v *Hydrangea macrophylla* na 12 lokalitách a v *H. serrata* na 6 lokalitách. Výsledky testů HdRSV u *H. arborescens* a *H. paniculata* byly ve všech případech negativní. U *H. macrophylla* pozitivně testovaných na HdRSV se na listech vyskytovaly symptomy od mírné chlorózy někdy doprovázené difúzními chlorotickými skvrnami až k výrazným, jasně ohraničeným chlorotickým skvrnám a kroužkům. U *H. serrata* byly ve všech případech pozitivního testu na HdRSV zjištěny na listech symptomy chlorotických nepravidelných kroužků, kruhů a kreseb. Příznaky na květenstvích obou druhů hortenzií nebyly v souvislosti s infekcí HdRSV zjištěny. Detekce HdRSV byla prokázána metodou DAS-ELISA, v biologických testech na *Chenopodium quinoa*, *C. amaranticolor* a *Nicotiana benthamiana* a imunoelektronovou mikroskopii s využitím IgG k HdRSV.

Key words: *Hydrangea macrophylla*, bigleaf hydrangea, *Hydrangea serrata*, mountain hydrangea, HdRSV, symptoms, DAS-ELISA.

Klíčová slova: *Hydrangea macrophylla*, *Hydrangea serrata*, HdRSV, symptomy, DAS-ELISA, biologické testy.

1 ÚVOD

Hortenzie (*Hydrangea* spp.) jsou okrasné opadavé keře z čeledi *Hydrangeaceae*, které jsou v České republice v posledních letech velmi často využívány jak v parkových výsadbách, tak především v soukromých zahradách. Mezi obecně nejpoužívanější, a tudíž i nejčastější patří *Hydrangea arborescens* a řada různobarevně kvetoucích kultivarů *H. macrophylla*, které také bývají často vysazovány na stejných lokalitách. Podstatně méně byly ve výsadbách zastoupeny *H. serrata* a *H. paniculata*. Ostatní okrasné druhy hortenzií se vyskytují velmi zřídka, většinou pouze ve sbírkových výsadbách arboret, botanických zahrad a pod.

Výskyt *Hydrangea ring spot virus* (HdRSV) byl u *Hydrangea macrophylla* popsán v USA, Evropě a Novém Zélandu, a protože se snadno šíří vegetativním množním, je pravděpodobně v tomto druhu hortenzií rozšířen ve všech oblastech jejich pěstování (Koenig, 1973). Z hlediska ČR byl pouze zjištěn údaj o výskytu HdRSV v bývalém Československu bez bližší specifikace (Brunet et al., 1996).

Podnětem k této práci bylo zjištění výrazných, v literatuře nepopsaných symptomů u rostlin *Hydrangea serrata* a následná identifikace HdRSV jako jejich původce v roce 2005. Cílem této práce bylo zjistit rozšíření HdRSV v různých druzích hortenzií pěstovaných v České republice a specifikovat symptomy této infekce.

2 MATERIÁL A METODY

Průzkum výskytu HdRSV probíhal v letech 2005–2007 celkem na 108 lokalitách po celé České republice. Vzorky byly odebírány z keřů rostoucích v soukromých zahradách, parkových výsadbách, botanických zahradách a zahradnických podnikcích se zaměřením na *H. macrophylla* jako popsaného hostitele a také na *H. serrata* (Erhardt et al., 2002) jako hostitele nově zjištěného. Z hlediska epidemiologie HdRSV byly na těchto lokalitách souběžně vzorkovány také rostliny *H. arborescens*.

Odebrané vzorky výhonů s listy a v některých případech zjištěných symptomů i květenství byly uchovávány v přenosné auto-chladničce a transportovány do laboratoře VÚKOZ, v.v.i. Průhonice. Z výhonů a květenství byly odebrány kompozitní vzorky, které byly homogenizovány za přidání fosfátového pufru ve speciálních plastových sáčcích (Gugerli, 1984). Testy byly provedeny metodou DAS-ELISA (Clark a Adams, 1977) za použití komerčního kitu pro detekci HdRSV (DSMZ, Německo – kód produktu: AS-0095). Spektrofotometrické měření výsledků při 405 nm bylo provedeno přístrojem MRX II Dynatech.

Biologické testy mechanickou inokulací byly provedeny u 11 různých bylinných indikátorových rostlin (*Chenopodium amaranticolor*, *C. quinoa*, *Nicotiana tabacum* cv. Samsun a cv. Xanthii, *N. benthamiana*, *N. clevelandii* × *N. glutinosa*, *N. glutinosa*, *N. megalosiphon*, *N. rustica*, *Petunia hybrida* cv. Sluníčko a cv. Nebeská Růžička). Indikátorové

rostliny s výskytem příznaků byly zpětně otestovány DAS-ELISA a v některých případech byla použita také metoda imunoelektronové mikroskopie (IEM) podle Stein et al. (1986) s využitím IgG k HdRSV (DSMZ, Německo).

3 VÝSLEDKY

Z celkového množství 108 sledovaných lokalit byla infekce HdRSV prokázána na 17 lokalitách, z toho ve 12 případech v *H. macrophylla* a v 6 případech v *H. serrata*. Z geografického hlediska ČR byl HdRSV prokázán v oblastech středních a východních Čech a jižní a severní Moravy.

Testy HdRSV u *H. arborescens* vzorkovaných na stejných lokalitách jako *H. macrophylla* byly ve všech případech negativní, stejně jako u řídky se vyskytující *H. paniculata*.

U *H. macrophylla*, odrůd White Wave, Altona, Europa, Bodensee, Zaunkönig a také u některých dalších neurčených odrůd pozitivně testovaných na HdRSV převažovaly symptomy v podobě mírné až výrazné chlorózy, někdy doprovázené difúzními chlorotickými skvrnami (obr. 1). U odrůdy Taube byly symptomy HdRSV ve formě výrazných, jasně ohraničených chlorotických skvrn a kroužků. U *H. serrata* jako nově popsaného hostitele byly ve všech případech pozitivního testu na HdRSV zjištěny u rostlin symptomy chlorotických nepravidelných kroužků, kruhů a kreseb (obr. 2), které se v některých případech ke konci vegetace výrazně zbarvily do červena. Souvislost infekce HdRSV s různými zjištěnými změnami květenství nebyla prokázána.

Detekce HdRSV metodou DAS-ELISA byla spolehlivější z listů než z květenství. Ve dvou případech byla infekce HdRSV prokázána metodou DAS-ELISA a také v biologických testech i u bezpříznakých rostlin *H. macrophylla* neurčených odrůd.

Indikátorové rostliny *Chenopodium amaranticolor*, *C. quinoa* a *Nicotiana benthamiana* reagovaly na HdRSV tvorbou lokálních chlorotických lézí za 5 dnů po inokulaci. Infekce byla následně potvrzena v DAS-ELISA a také v IEM, kdy nalezené vláknité viriony délky 490 nm (typické pro skupinu PO-TEXvirů) byly dekorovány protilátkami k HdRSV.

4 DISKUSE

Výsledky prokázaly výskyt HdRSV v *H. macrophylla*, která byla doposud uváděna jako jediný přirozený hostitel tohoto viru (Koenig, 1973). Jako nový hostitel HdRSV byla zjištěna *H. serrata*. Tento druh je blíže příbuzný *H. macrophylla* a byl v minulosti často uváděn jako *H. macrophylla* spp. *serrata*. HdRSV nebyl v našich sledováních nikdy prokázán v rostlinách *H. arborescens*, i když se v některých případech jednalo o keře rostoucí v těsné blízkosti keřů *H. macrophylla* pozitivně testovaných na HdRSV. Z geografického hlediska výskytu HdRSV v ČR jsou výsledky pouze dílčí, protože lze předpokládat, že prodejem infikovaných rostlin dochází k šíření infekce do dalších oblastí. Keře hortenzií s prokázanou infekcí HdRSV byly různého stáří a proveniencie. Metoda DAS-ELISA ze vzorků listů je vhodná pro detekci HdRSV v *H. macrophylla* a *H. serrata* a lze ji použít pro spolehlivou selekci HdRSV v matečních hortenziích.

Intenzita a charakter symptomů zjištěných u *H. macrophylla* pozitivně testovaných na HdRSV se výrazně lišily v závislosti na odrůdě, což odpovídá výsledkům Koenig (1973). Nově popsané symptomy chlorotických nepravidelných kroužků, kruhů a kreseb u *H. serrata* vznikají v důsledku infekce HdRSV a lze je proto považovat za druhově specifické.



Obr. 1 Příznaky HdRSV na *Hydrangea macrophylla*



Obr. 2 Příznaky HdRSV na *Hydrangea serrata*

Poděkování

Tento článek vznikl za finanční podpory výzkumného záměru č. 0002707301 Ministerstva životního prostředí České republiky.

Za spolupráci při průzkumu HdRSV v Arboretu Brno děkujeme Ing. Ivaně Šafránkové, Ph.D., a podnikům Školky Lito-myšl, s.r.o. a Okrasné školce Zdechovice.

5 LITERATURA

BRUNT, A. A., CRABTREE, K., DALWITZ, M. J., GIBBS, A. J., WATSON, L. (1996): Viruses of plants. Descriptions and Lists from the VIDE Database. CAB International, Oxon, United Kingdom, s. 679–680.

- CLARK, M. F., and ADAMS, A. N. (1977): Characteristic of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *J. Gen. Virol.*, 34: 475–2483.
- ERHARDT, W., GÖTZ, E., BÖDEKER, N. SEYBOLD, S. (2002): *Zander – Dictionary of plant names*. Eugen Ulmer GmbH & Co. Germany.
- GUGERLI, P. (1984): Une méthode simple pour le broyage de tissu végétal. *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, 16: 87–88.
- KOENIG, R. (1973): *Hydrangea ring spot virus*. CMI/AAB Descr. Pl. Viruses, No. 114, 3 s.
- STEIN, A., SALOMON, R., COHEN, J., LOEBENSTEIN, G. (1986): Detection and Characterisation of Bean yellow mosaic virus in corms of *Gladiolus grandiflorus*. *Annals of Applied Biology*, 109: 147–154.

DETEKCE DMV U JIŘINEK POMOCÍ REAL-TIME PCR

DETECTION OF DMV IN DAHLIAS USING REAL-TIME PCR

Jiří Kaňka¹, Jakub Laxa², Jana Šedivá³

¹Ústav živočišné fyziologie a genetiky AV ČR, v.v.i., 277 21 Liběchov, kanka@iapg.cas.cz

²Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Kamýcká 129, 165 21 Praha-Suchbátka, Lazza@centrum.cz

³Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v.i., Květnové nám. 391, 252 43 Průhonice, sediva@vukoz.cz

Abstract: The meristem-tip cultures were multiplied on modified MS medium with supplement of cytokinin zeatin. DMV detection using real-time PCR was carried out after obtaining of sufficient mass of plant material. DMV-free cultures were maintained under *in vitro* conditions. The real-time PCR array we described is highly sensitive, specific and enable us test quickly large number of samples. Prerequisite to success are high-grade isolated DNA and enzyme destined for real-time PCR array.

Abstrakt: Meristémové kultury byly multiplikovány na modifikovaném MS médiu s dodatkem cytokininu zeatinu. Po získání dostatečného množství rostlinného materiálu byla provedena detekce DMV pomocí real-time PCR. Ozdravené kultury byly dále udržovány v *in vitro* podmínkách. Námi popsaná real-time PCR reakce je citlivá, specifická a umožňuje testovat zároveň velký počet vzorků. Nezbytným předpokladem úspěchu je kvalitně izolovaná DNA a enzym, určený pro real-time PCR reakci.

Key words: *Dahlia mosaic virus*, *Dahlia pinnata*, meristem-tip culture, DNA isolation, real-time PCR.

Klíčová slova: *Dahlia mosaic virus*, *Dahlia pinnata*, izolace DNA, meristémová kultura, real-time PCR.

1 ÚVOD

Jiřinka (*Dahlia pinnata* Cav.) patří do skupiny hlíznatých květin z čeledi hvězdnicovitých (*Asteraceae*) a rozmnožuje se především vegetativním způsobem. Předností tohoto způsobu množení je uniformita nově vzniklých jedinců, na druhé straně zde existuje nebezpečí přenosu virových chorob. Jiřinky mají široké spektrum použití: k řezu, jako hrnková květina, solitera, pro sadovnické malé a velkoplošné výsadby. Tento druh se snadno kříží a je pěstitelsky nenáročný. Vzhledem k těmto přednostem je pěstování jiřinek celosvětově velmi rozšířené. Mezi nedostatky však patří náchylnost k virovým chorobám (Uschdraweit, 1955). Mezi nejzávažnější virové onemocnění jiřinek patří virová mozaika jiřinky, jejímž původcem je *Dahlia mosaic virus* (DMV). Virus mozaiky jiřinky (DMV) patří do rodu *Caulimovirus*, čeledi *Caulimoviridae*.

Na zvláště citlivých odrůdách virová infekce kromě silných příznaků mozaiky vyvolává i zakrslost rostlin. Takové odrůdy je lépe dále nepěstovat. Naopak jiné odrůdy mohou na infekci reagovat velmi slabými příznaky, které kvalitu rostlin neovlivňují nebo jsou úplně bezpříznakovým hostitelem. Ty pak jsou zdrojem infekce pro další rostliny. Při odběru řízků a při řezu květů se virus štávou nepřenáší (Mokrá, 2003). Tento virus nemá v přírodě další hostitele, šíří jej mšice pouze z jiřinky na jiřinku (Brunt, 1971).

K detekci DMV je možné použít imunoenzymatickou metodu ELISA (Wang et al. 1988, Albouy et al., 1994), která se však ukázala být nespolehlivá (Nicolaisen, 2003). V posledních letech se díky částečné molekulární charakterizaci DMV (Nicolaisen, 2003, Bogunov, 2006, Pahalawatta et al., 2007). K eliminaci virových chorob u okrasných druhů se velmi často používá meristémová kultura. Poprvé a úspěšně byla tato metoda aplikována právě u jiřinek (Morel a Martin, 1952).

Cílem této práce bylo ověřit a optimalizovat postup detekce DMV u meristémové kultury jiřinek pomocí real-time PCR v našich laboratorních podmínkách. Experimenty byly zaměřeny na výběr vhodné izolace DNA a polymeráz z hlediska jejich funkčnosti a finanční náročnosti.

2 MATERIÁL A METODA

Meristémová kultura

Pro experimenty bylo vybráno osm odrůd jiřinek s příznaky DMV: 'Marta', 'Penelopa', 'Vanda', 'Michovka', 'Otava', 'Tisa', 'Urania', 'Aldebaran'. Odrůdy byly odebrány z genofondové polní sbírky VÚKOZ, v.v.i. Průhonice. Rostlinný materiál byl namnožen v podmínkách *in vitro* pomocí stonkových segmentů na modifikovaném MS médiu (Murashige and Skoog, 1962). Po potvrzení přítomnosti DMV v kulturách *in vitro* jiřinek pomocí real-time PCR byla provedena eliminace DMV s využitím meristémové kultury (Šedivá et al., 2006). Celkově bylo izolováno 43 meristémů. Kultury byly každých šest týdnů přeneseny na čerstvé živné médium.

Izolace DNA

K izolaci DNA jsme použili buď komerčně dodávané kolonky (GenElute Plant Genomic DNA Miniprep Kit, Sigma; NucleoSpin Plant II, Macherey-Nagel) nebo jednodušší metodiky izolace (Dellaporta et al., 1983, Klimyuk et al., 1993, Thomson a Dietzgen, 1995).

GenElute Plant Genomic DNA Miniprep Kit (Sigma):

Nejprve byl rostlinný materiál dokonale rozmělněn v tekutém dusíku. Bylo odebráno maximálně 100 mg takto upraveného materiálu a provedena lyzace komerčním lyzovacím roztokem (400 µl). Po 10 min. inkubace při 65 °C bylo při-

dáno 130 µl precipitačního roztoku a pak následovala 5 min. inkubace na ledu. Centrifugace probíhala při maximálních možných otáčkách (12 000–16 000 x g), vytvořený supernatant byl odpipetován na modrou filtrační kolonku. Opět byla provedena centrifugace 1 min. při maximálních otáčkách k odstranění nežádoucích buněčných zbytků. K získanému roztoku bylo přidáno 700 µl vazebného roztoku (binding solution). Na vazebnou kolonku (s červeným pruhem) bylo napipetováno 700 µl filtrátu s vazebným pufrům, kolonku jsme centrifugovali 1 min. při maximálních otáčkách. Centrifugaci jsme opakovali se zbývajícím lyzátem, získaný roztok odstranili. Kolonka byla promyta 2× promývacím roztokem (wash solution) po 500 µl a pak centrifugována 3 min. při maximálních otáčkách. Na kolonku bylo napipetováno 100 µl vyplachovacího roztoku (elution solution) zahřátého na 65 °C a provedena centrifugace 1 min. při maximálních otáčkách. Koncentrace DNA byla zjištěna spektrofotometrickou analýzou (Helios Alpha, Unicomb Instrument). Vzorky DNA byly skladovány při –30 °C.

NucleoSpin Plant II (Macherey-Nagel):

Výchozím materiálem byl opět rostlinný materiál, rozmělněný v tekutém dusíku. Postup byl v podstatě stejný jako u kitu firmy Sigma, rovněž využívá izolace na kolonkách (viz manuál Macherey-Nagel 10/2006).

Dellaporta metoda (Dellaporta et al., 1983):

Rostlinný materiál byl dokonale rozmělněn v tekutém dusíku. K 500 mg materiálu byl přidán 1 ml Dellaporta pufru (100 mM Tris, pH 8,0; 500 mM NaCl; 50 mM EDTA; 0,01% β-merkaptoethanol) a 140 µl 10% sodium dodecyl sulfátu (SDS). Inkubace probíhala při 65 °C po dobu 15–20 min. Pak bylo přidáno 250 µl octanu draselného, obsah promíchán převrácením zkumavky a ponechán 5–10 min. na ledu. Následovala centrifugace 5 min. při maximálních otáčkách, 1 ml supernatantu byl přenesen do čisté zkumavky se 600 µl isopropanolu. Obsah byl promíchán převrácením zkumavky a ponechán na ledu 5–10 min. Po zchlazení proběhla centrifugace při maximálních otáčkách 5 min. Pelet byl promyt 70% ethanolom, centrifugován a odstraněn veškerý ethanol. Pelet byl resuspendován v 60 µl sterilní redestilované vodě. Vzorky DNA byly uskladněny při –80 °C.

Izolace DNA pomocí Tris-HCl pufrů (Thomson et al., 1995):

Z listu rostliny byla odebrána tkáň ve tvaru disku s průměrem 5 mm a vložena do zkumavky obsahující 100 µl TPS pufru (TPS1 nebo TPS2). Zkumavka byla zahřátá na 95 °C po dobu 12 min. Po důkladném promíchání bylo odpipetováno 20 µl roztoku do nové zkumavky a obsah doplněn o 180 µl sterilní redestilované vody. Vzorky byly skladovány při –30 °C.

TPS1: 100 mM Tris-HCl; 1 M KCl; 10 mM EDTA; pH 8,4

TPS2: 100 mM Tris-HCl; 10 mM EDTA; pH 8,4

Izolace DNA alkalickou cestou (Klimyuk et al., 1993):

Z listu rostliny byla odebrána tkáň ve tvaru disku s průměrem 5 mm a vložena do zkumavky obsahující 40 µl 0,25 M NaOH. Zkumavka byla inkubována při 100 °C po dobu 30 sec., poté byl obsah ihned neutralizován a přidáno 40 µl 0,25 M HCl, 20 µl 0,5 M Tris-HCl a 20 µl 0,25 % Nonidet P-40 (Sigma). Poté byla zkumavka opět vložena na 2 min. do 100 °C horké lázně. Vzorek byl odpipetován do čisté zkumavky a skladován při –30 °C.

Real-time PCR

Experimenty byly prováděny na RotorGene 3000 (Corbett Research) za použití tří různých enzymů – Ex Taq R-PCR, version 1.1 (Takara), Taq DNA polymeráza 1.1 (Fermentas) a Rec Taq DNA polymerasa (Top Bio).

Ex Taq R-PCR, version 2.1 (Takara)

Celkový reakční objem 25 µl obsahoval real-time PCR pufr (1×), Mg²⁺ (3 mM), dNTP mix (300 µM každého), přední a zadní primery (oba 400 µM, sekvence viz tab. 1), SybrGreen I (ředění 1:50 000 ze zásobního roztoku, Molecular Probes), enzym Ex Taq R-PCR (1 µl) a templátovou DNA (40 ng). Byl navržen následující teplotní a časový profil PCR reakce: počáteční denaturace DNA 3 min. při 94 °C (sloužila zároveň k inaktivaci monoklonální Taq polymerasové protilátky), v dalších cyklech se doba denaturace snížila na 30 sec. Následovalo připojení primerů 30 sec. při 54 °C, vlastní polymerizační reakce probíhala při 30 sec. při 72 °C. Po 35 cyklech následovala závěrečná polymerizační reakce 5 min. při 72 °C. Specifita syntetizovaného produktu byla ověřena pomocí melting analýzy a gelové elektroforézy na 1,5 % agarózovém gelu, který obsahoval ethidium bromid.

Taq DNA polymeráza 1.1 (Fermentas) a Rec Taq DNA polymerasa (Top Bio)

Složení reakční směsi bylo obdobné jako v případě Ex Taq R-PCR s tím rozdílem, že byl vždy použit doporučený PCR pufr dané firmy a testovaný enzym.

3 VÝSLEDKY A DISKUSE

Srovnání jednotlivých metodik izolace DNA

Z obr. 1 je patrné, že jsme byli schopni detekovat DMV v pozitivní kontrole koncentrované i ředěné 1:10 (zaslané Dr. Nicolaisenem, Dánsko) i ve vzorcích DNA, připravených ze dvou různých odrůd pomocí GenElute Plant Genomic DNA Miniprep Kitu (Sigma). Průběh reakce byl standard-

Tab. 1 Sekvence použitých primerů

Primer	Sekvence	Délka produktu (bp)
DMV (přední)*	5' CAG GAA GAC TAC ATT CCA ATA GAA GAT C 3'	135
DMV (zadní)*	5' GCC TTC TGC TTT GTA GTC TCT GAA 3'	

*(Nicolaisen 2003)

ní a opakovatelný, neboť křivky v grafu, znázorňující průběh duplikace stejných vzorků, se překrývají. Specifita výsledného produktu byla kontrolována pomocí meltingu (tání) tohoto produktu. Tuto kontrolu bylo možné provést v reakci, jejíž součástí je SybrGreen I. Přístroj postupně zvyšoval teplotu výsledného PCR produktu, v okamžiku tání dvojšroubovice DNA došlo k prudkému poklesu fluorescence. Z obr. 2 je zřejmé, že reakce byla specifická, neboť výsledkem byl pouze jediný PCR produkt. Menší vrchol křivky představuje diméry primerů. Stejný výsledek jsme dostali i při klasické (pracnější) elektroforéze PCR produktu na agarózovém gelu (výsledný obraz neuveden).

Oba komerční kity (Gen Elute Plant Genomic DNA Miniprep Kit, Nucleo Spin Plant II) byly vhodné pro přípravu kvalitní DNA, neboť reakce real-time PCR proběhla bez problémů (obr. 3). Výhodou byla vysoká čistota získané DNA. Metoda podle Dellaporta byla výrazně lacinější, protože nevyžadovala použití komerčních kolonek. DNA, která byla připravena touto metodou, se vyznačovala nižší čistotou, než DNA, připravená komerčními kity. Nicméně i tuto DNA je možné použít v real-time PCR ke stanovení přítomnosti DMV (obr. 3). Z uvedeného grafu lze jasně rozlišit virózní vzorky (č. 1, 2, 3, 4) a vzorek negativní kontroly (č. 5).

Pomocí rychlých metod izolace (Tris-HCl pufrů, alkalická metoda) jsme byli schopni získat směs DNA a proteinů. Vzhledem k obsahu jiných látek než nukleových kyselin nebylo možné stanovit obsah izolované DNA na spektrofotometru. Pokud, byla použita takto izolovaná DNA v real-time PCR, reakci nebylo možné vyhodnotit.

Závěrem je možné konstatovat, že k izolaci DNA pro real-time PCR je zapotřebí použít minimálně metody podle Dellaporta, ani jedna z použitých rychlých metod neposkytuje DNA dostatečné kvality. Ve všech těchto real-time PCR bylo použito kvalitní polymerázy, určené přímo pro real-time PCR reakce (Ex Taq R-PCR od firmy Takara).

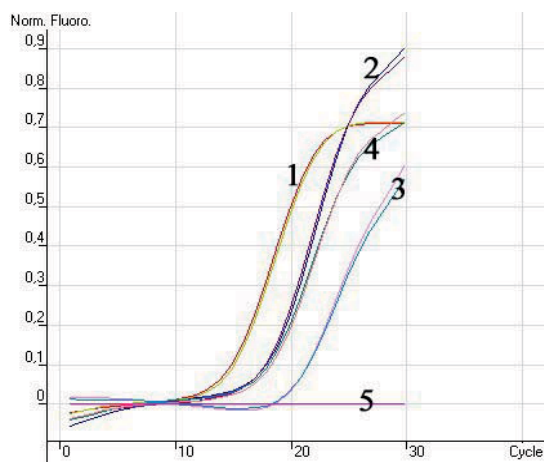
Srovnání různých polymeráz

Cílem bylo zjistit, zda je možné nahradit drahé polymerázy, určené přímo k real-time PCR (jako je např. Ex Taq R-PCR, Takara) lacinějšími polymerázami, určenými původně ke klasické PCR. Na obr. 4 je výsledek po použití Taq DNA polymerázy 1.1 (Fermentas). Z grafu je zřejmé, že ani pozitivní vzorek s vysokým obsahem DMV (Dr. Nicolaisen) nevykázal opakovatelné výsledky, totéž platí o našich pozitivních vzorcích s nižším obsahem DMV. Standardní reakce se nám nepodařilo dosáhnout ani při změně reakčních podmínek (různá koncentrace primerů, změna teploty v kroku připojení primerů). Totéž platí o další použité polymeráze (Rec Taq DNA polymerase, TopBio).

Meristémová kultura

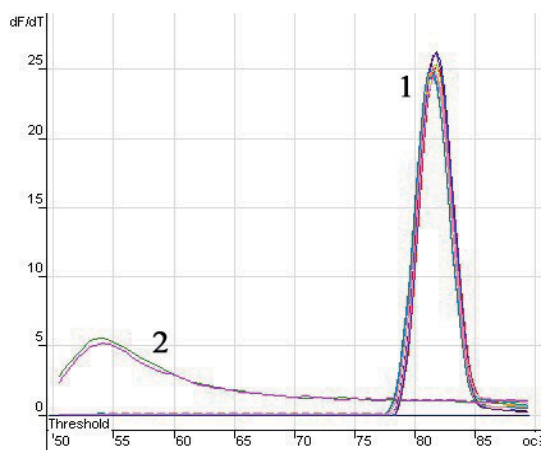
Přežití meristémů po dvou týdnech kultivace na živném médiu bylo 72 %. Každé 2 týdny byly kultury přeneseny na čerstvé MS médium. Detekce DMV byla provedena postupně v průběhu osmi až dvanácti týdnů podle regenerační schopnosti jednotlivých odrůd. Eliminace DMV se podařila celkově u 40 % meristémů.

Obr. 1 Real-time PCR, izolace DNA pomocí GenElute Plant Genomic DNA Miniprep Kitu



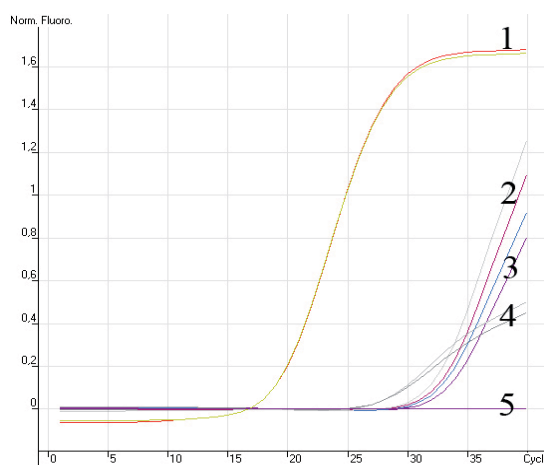
1 – dvojice vzorků pozitivní kontroly, 2 – dvojice vzorků pozitivní kontroly (zředěno 1:10), 3 – dvojice vzorků odrůdy Michovka (pozitivní reakce), 4 – dvojice vzorků odrůdy Otava (pozitivní reakce), 5 – dvojice vzorků negativní kontroly

Obr. 2 Melting PCR Produktu, GenElute Plant Genomic DNA Miniprep Kit



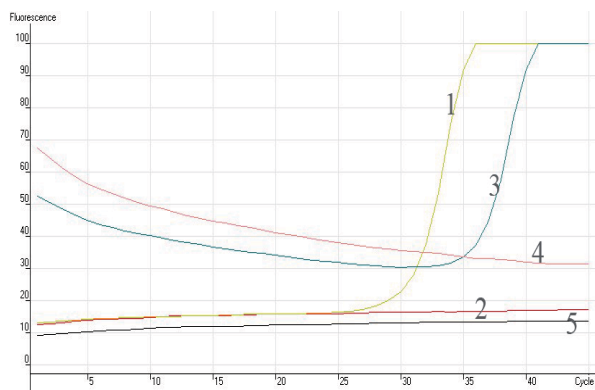
1 – vzorky pozitivní kontroly, 2 – vzorky negativní kontroly, diméry primerů.

Obr. 3 Real-time PCR reakce za použití různých metod izolace DNA



1 – dvojice vzorků pozitivní kontroly, 2 – dvojice vzorků odrůdy Michovka (pozitivní reakce; DNA izolována pomocí kitu NucleoSpin Plan kit (Macherey-Nagel)), 3 – dvojice vzorků odrůdy Michovka (pozitivní reakce; DNA izolována pomocí kitu GENE ELUTE Plant Genomic DNA Miniprep kit (Sigma)), 4 – dvojice vzorků odrůdy Marta (pozitivní reakce; DNA izolována pomocí Dellaporta metody), 5 – dvojice vzorků negativní kontroly

Obr. 4 Real-time PCR, Taq DNA polymeráza 1.1 (Fermentas)



1, 2 – vzorky pozitivní kontroly; 3, 4 – vzorky pozitivní odrůdy; 5 – negativní kontrola.

4 ZÁVĚR

Celkově můžeme shrnout, že pomocí real-time PCR dokážeme rychle a spolehlivě detekovat DMV na velkém množství vzorků. Předpokladem je použití kvalitně izolované DNA (komerční kolonky, metoda podle Dellaporta) a použití enzymu, určeného k real-time PCR.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za finanční podpory Ministerstva životního prostředí České republiky v rámci výzkumného záměru č. 0002707301.

5 LITERATURA

- ALBOUY, J., KUSIAK, C., LOUANCHI, M., WANG, W. (1994): Evaluation of rapid ELISA procedures for detecting viruses in propagation stock of pelargonium, dahlia and orchids. *Acta Hort. (ISHS)* 377: 189–195.
- BOGUNOV, I. B. (2006): Identification of *Dahlia mosaic virus* with molecular-biological methods. *Mol. Biol (Mosk)*, 40: 184–185.
- BRUNT, A. A. (1971): Some hosts and properties of *dahlia mosaic virus*. *Ann. Appl. Biol.* 67: 357–368.
- DELLAPORTA, S. L., WOOD, J., HICKS, J. B. (1983): A plant DNA miniprep: version II., *Plant Mol. Biol. Rep.*, vol. 1, s. 19.
- KLIMYUK, V. (1993): Alkali treatment for rapid preparation of plant material for reliable PCR analysis. *The Plant Journal*, 3: 493–494.
- MACHEREY-NAGEL, Genomic DNA from Plant, NucleoSpin Plant II, Rev 01, 1–21. Dostupný z [www](http://www.mn-net.com/tabid/1484/default.aspx): < <http://www.mn-net.com/tabid/1484/default.aspx> >.
- MOKRÁ, V. (2003): Nejrozšířenější choroby a škůdci jirinek. In Dvořák J. [red]: *Ročenka 2003*, Dagla, Praha, s. 28–37.
- MOREL, G., MARTIN, C. (1952): Guérison de dahlias

atteints d'une malárie á virus. *Comptes. Rendues hebdomadaires des Séances de l'Académie des Science*, 235: 1324–1325.

MURASHIGE, T., SKOOG, F. (1962): A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant*, 15: 473–497.

NICOLAISEN, M. (2003): Partial molecular characterization of *Dahlia mosaic virus* and its detection by PCR. *Plant Disease* 87: 945–948.

PAHALAWATTA, V., MIGLINO, R., DRUFFEL, K. B., JODLOWSKA, A., VAN SCHADEWIJK, A. R., PAPPU, H. R. (2007): Incidence and Relative Prevalence of Distinct *Caulimoviruses* (Genus *Caulimovirus*, Family *Caulimoviridae*) Associated with *Dahlia Mosaic* in *Dahlia variabilis*. *Plant Disease*, 91: 1194–1197.

ŠEDIVÁ, J., KAŇKA, J., NOVÁK, P., LAXA, J. (2006): Micropropagation, detection and elimination of DMV in the Czech collection of *Dahlia*. In Fári, M. G. et al. [eds.]: *Proceedings of the Fifth international symposium on in vitro culture and horticultural breeding*. September 12–17, 2004, Debrecen, Hungary, *Acta Horticulturae* 725: 495–498. ISBN906605719X.

THOMSON, D., HENRY, R. (1995): Single-Step Protocol for Preparation of Plant-Tissue for Analysis by PCR. *Biotechniques* vol. 19, s. 394.

USCHDRAWIT, H. A. (1955): Viruskrankheiten der Dahlien. *Gartenwelt*, 17: 272.

WANG, W. C., TRONCHET, M., LARROQUE, N., DORION, N., ALBOUY, J. (1988): Production of virus-free dahlia by meristem-culture and virus detection through cDNA probes and ELISA. *Acta Horticulturae* 234: 421–427.

*Rukopis doručen: 18. 9. 2008
Přijat po recenzi: 10. 11. 2008*

VLIV RŮSTOVÝCH REGULÁTORŮ NA MULTIPLIKACI KONIKLECE (*PULSATILLA* SP.)

INFLUENCE OF GROWTH REGULATORS ON MULTIPLICATION OF PASQUEFLOWER (*PULSATILLA* SP.)

Jana Šedivá¹, Lenka Kubištová²

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

²Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a environmentální, Kamýcká 129, 165 21 Praha, l.pisova@centrum.cz

Abstract: Regeneration and multiplication of *Pulsatilla vernalis* and *P. grandis* explants were affected by the type, concentration and combination of the growth regulators in nutrient medium. The highest number of shoots of *P. grandis* (3.2 shoot/explant) was achieved in treatment with 0.1 mg.l⁻¹ BA + 0.2 mg.l⁻¹NAA. In *P. vernalis* was multiplication rate lower (1.9 shoot/explant) on medium with 0.33 mg.l⁻¹ zeatin. Survival and multiplication of explants were higher in *P. grandis* in comparison to *P. vernalis*.

Abstrakt: Regenerace a multiplikace explantátů u koniklece jarního a k. velkokvětého byla ovlivněna typem, koncentrací a kombinací růstových regulátorů v živném médiu. U k. velkokvětého nejvyššího počtu výhonů (3,2 výhonu/explantát) bylo dosaženo u varianty s 0,1 mg.l⁻¹ BA + 0,2 mg.l⁻¹NAA. U k. jarního byl multiplikační stupeň nižší (1,9 výhonu/explantát) na médiu s 0,33 mg.l⁻¹ zeatinu. Životaschopnost explantátů a multiplikační schopnost byla vyšší u k. velkokvětého než u k. jarního.

Key words: *Pulsatilla grandis*, *Pulsatilla vernalis*, multiplication, *in vitro* culture, endangered species.

Klíčová slova: *in vitro* kultura, multiplikace, ohrožené druhy, *Pulsatilla grandis*, *Pulsatilla vernalis*.

1 ÚVOD

Pulsatilla Mill. – koniklec patří do čeledi *Ranunculaceae*. Jedná se o vytrvalou trsnatou chlupatou bylinu, využívanou v okrasném zahradnictví a farmaceutickém průmyslu. V České republice se vyskytuje pět původních druhů (Hejny a Slavík, 1988). Tyto druhy se nacházejí v různém stupni ohrožení (Procházka et al., 2001). Hlavní příčinou poklesu populací koniklece je degradace stanovišť způsobená změnou v obhospodařování stanovišť. Nejohroženější jsou populace na bývalých pastvinách nebo na stanovištích, které byly v minulosti aspoň občasné sečeny. Bez negativního významu není ani odběr živých rostlin a semen skalničkáři, nadměrný sešlap, uštipování květů ptactvem a okus zvěří (Podhajská, 1985, Čeřovský et al., 1999). Pro zachování populací koniklece na území ČR je prioritní péče o lokality, které by zanikly v případě, že by byly ponechány samovolnému vývoji. U některých druhů koniklece však došlo k takovému stupni degradace stanovišť, že je nutná *ex situ* konzervace. V případě ohrožených druhů s velmi malými populacemi nebo s reprodukčními problémy se pro *ex situ* konzervace využívají explantátové kultury (Bramwell, 1990). Objektem našeho výzkumu se staly dva druhy koniklece – kriticky ohrožený koniklec jarní (*P. vernalis*) a silně ohrožený koniklec velkokvětý (*P. grandis*). Literární údaje o explantátových kulturách jsou u koniklece sporadické. Klavina et al. (2004) se zmiňuje o použití *in vitro* technik u koniklece otevřeného (*P. patens*), Zhang et al. (2004) u k. čínského (*P. chinensis*). Podmínky *in vitro* výsevu k. velkokvětého, k. jarního, k. otevřeného a k. lučního (*P. pratensis*) byly popsány Šedivou et al. (2002). Vzhledem ke stupni ohrožení k. jarního byl současně ve VÚKOZ, v.v.i. testován jak *in vitro* množitelský postup, tak klasický způsob množení (výsev).

Cílem záchranného programu je vypracování úspěšného mi-

kropropagačního postupu u výše uvedených druhů. V první fázi jsme se zaměřily na výběr, kombinaci a koncentraci růstových regulátorů během multiplikační fáze.

2 MATERIÁL A METODA

Zdrojem explantátů pro experimenty byly *in vitro* kultury, které byly odvozeny ze sterilních výsevů koniklece jarního a koniklece velkokvětého (Šedivá et al., 2002). Výhony v délce kolem 15 mm byly kultivovány na modifikovaném WPM médiu (Lloyd a McCown 1980), které obsahovalo 0,5 mg.l⁻¹ thiaminu; 0,5 mg.l⁻¹ pyridoxinu; 0,5 mg.l⁻¹ kyseliny nikotinové, 100 mg.l⁻¹ myo-inositolu, 2 mg.l⁻¹ glycinu, 30 g.l⁻¹ sacharózy a růstové regulátory (0; 0,1; 1,0; 2,0 mg.l⁻¹) BA (6-benzyladenin) nebo 0,33 mg.l⁻¹ zeatinu. BA byl kombinován také s různými auxinem: 0,2 mg.l⁻¹, IAA (kyselina indolyl-3-oxová), IBA (kyselina indolyl-3-máselná) nebo NAA (kyselina α -naftyloctová) [tab. 1]. Živné médium bylo zpevněno 7,5 g.l⁻¹ agaru, pH upraveno na 5,7 a pak zautoklávováno. Kultury byly umístěny v 16hod fotoperiodě při teplotě 22 °C.

Po čtyřech týdnech kultivace byl u explantátů sledován vliv růstových regulátorů. Bylo hodnoceno procento životaschopných explantátů a počet nově vytvořených výhonů na explantát.

V každé kultivační nádobě byly umístěny tři explantáty. Každá varianta obsahovala 30 explantátů ve dvou opakováních. Kontaminované explantáty nebyly zahrnuty do statistického vyhodnocení. Výsledky byly zpracovány pomocí lineárního modelu pro Poissonovo rozdělení ve statistickém softwaru S-PLUS a programu Statistica na hladině významnosti $p=0,05$.

Tab. 1 Koncentrace růstových regulátorů v multiplikačním médiu

Označení variant médií	Růstové látky (mg.l ⁻¹)					Glutamin (mg.l ⁻¹)
	Zeatin	BA	IAA	IBA	NAA	
PVK	-	-	-	-	-	-
PV1	-	0,1	0,2	-	-	-
PV2	-	1,0	0,2	-	-	-
PV3	-	2,0	0,2	-	-	-
PV4	-	0,1	-	-	0,2	-
PV5	-	1,0	-	-	0,2	-
PV6	-	2,0	-	-	0,2	-
PV7	-	0,1	-	0,2	-	-
PV8	-	1,0	-	0,2	-	-
PV9	-	2,0	-	0,2	-	-
PV21	-	0,1	-	-	-	-
PV22	-	1,0	-	-	-	-
PV23	-	2,0	-	-	-	-
WPM2 30	0,33	-	-	-	-	-
WPM(G)	0,33	-	-	-	-	100

3 VÝSLEDKY A DISKUSE

Koniklec velkokvětý – (*Pulsatilla grandis*)

V přítomnosti BA (98–55 %) nebo zeatinu (49–23 %) v médiu došlo ke snížení procenta živých explantátů v porovnání s kontrolou (100 %). Při kombinaci 0,1 mg.l⁻¹BA s 0,2 mg.l⁻¹ IAA, IBA, NAA měl přírůstek auxinů pozitivní vliv (100 %, 98 %, 100 %) na přežití explantátů v porovnání s variantou bez auxinů (87 %). Při zvýšení koncentrace BA na 2 mg.l⁻¹ a také v kombinaci s IBA došlo k vyššímu odumírání explantátů (55 %, 73 %). (tab. 2)

Přítomnost růstových regulátorů v médiu měla vliv na multiplikaci explantátů a záleželo na jejich typu, koncentraci a kombinaci. Přítomnost samotného cytokininu (BA nebo zeatinu) v médiu měla převážně negativní vliv na tvorbu výhonů oproti kontrole. Jestliže byl BA kombinován s auxinem, došlo ke zvýšení tvorby výhonů v porovnání s variantou pouze s BA (1,8; 1,3; 1,0 výhonu/ expl.). V případě, že byl BA kombinován s IAA, nebyly nalezeny výrazné rozdíly v tvorbě výhonů mezi variantami s různou koncentrací BA (2,4; 2,3; 2,5 výhonu/ expl.). Při zvyšující se koncentraci BA s NAA docházelo ke snížení tvorby výhonů (3,2; 2,4; 1,5 výhonu/ expl.). Stejná reakce byla nalezena při kombinaci BA s IBA (2,8; 1,4; 1,1 výhonu/expl.).

Pozitivní vliv nízké koncentrace cytokininu a auxinu v živném médiu na tvorbu výhonů byl popsán např. u koniklece čínské (Zhang et al., 2004), u lesních dřevin (Chalupa, 1987), u exotických dřevin jako myrta (Ruffoni et al., 2003). Sghir et al. (2005) pozoroval pozitivní vliv kombinace BA s NAA, ale také samotného BA v multiplikační fázi u kultury oliv. Nejvyššího počtu výhonů (3,2 výhonu na expl.) bylo dosaženo u k. velkokvětého na médiu s 0,1 mg.l⁻¹BA a 0,2 mg.l⁻¹NAA. Přírůstek glutaminu snižoval počet živých explantátů a neměl vliv na tvorbu nových výhonů.

Koniklec jarní – (*Pulsatilla vernalis*)

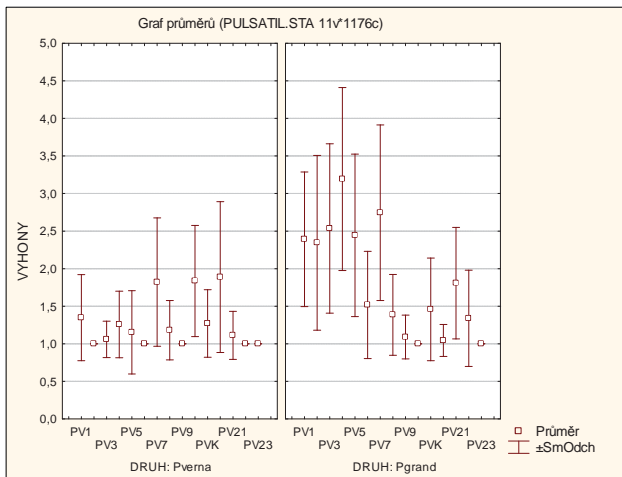
V přítomnosti zeatinu (92–96 %) nebo 0,1 mg.l⁻¹ BA (88 %) bylo přežívání explantátů vyšší než u kontroly (77 %). Kombinace BA s auxinem měla pozitivní vliv na přežívání explantátů pouze při nízké koncentraci (0,1 mg.l⁻¹) s auxinem IBA (95 %). V případě, že byl k BA doplněn auxin IAA nebo NAA, docházelo ke snížení životaschopnosti explantátů. Zvyšující se koncentrace BA a přítomnost jakéhokoliv použitého auxinu měla za následek snížení počtu živých regenerantů. Nejvyšší procento přežívání explantátů bylo dosaženo u varianty s 0,33 mg.l⁻¹ zeatinu a 100 mg.l⁻¹ glutaminu (96 %) v živném médiu. Přírůstek glutaminu do média se zeatinem zvyšoval počet přežívajících explantátů. (tab. 2)

Tvorba výhonů u koniklece jarního byla velmi nízká a byla nepatrně ovlivněna přítomností růstových regulátorů v médiu. V přítomnosti zeatinu byla produkce vyšší (1,8–1,9 výhonu/explantát) než u kontroly (1,3 výhonu/explantát). V případě BA byla tvorba výhonů nižší (1,1 výhonu/explantát). Kombinace 0,1 mg.l⁻¹BA s IAA nebo IBA nepatrně zvyšovala tvorbu výhonů. Nejvyšší počet výhonů byl dosažen na médiu s 0,33 mg.l⁻¹ zeatinu (1,9 výhonu/explantát). Gonçalves a Romano (2005) našli pozitivní vliv nízké koncentrace zeatinu na multiplikaci u ohroženého druhu rosnolistu lusitánského. Přírůstek glutaminu neměl vliv na tvorbu výhonů u k. jarního.

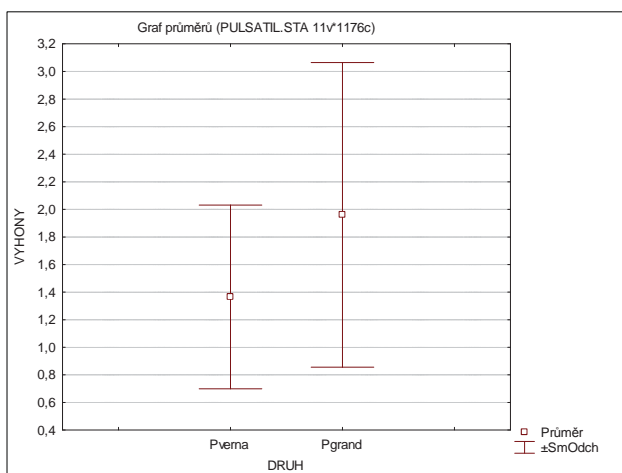
Životaschopnost explantátů a multiplikační schopnost byla vyšší u k. velkokvětého než u k. jarního. Byly zjištěny rozdíly v nárocích na typ, kombinaci a koncentraci růstových regulátorů u sledovaných druhů konikleců. Z našich výsledků je zřejmý vliv genotypu na multiplikaci výhonů. (graf 1, 2; obr. 1 A,B)

Tab. 2 Přežívání explantátů k. jarního a velkokvětého v závislosti na obsahu růstových regulátorů a glutaminu v živném médiu

Varianty média	Přežívání explantátů v %	
	k. velkokvětý	k. jarní
PVK	100,00	77,42
PV1	100,00	37,10
PV2	96,67	35,00
PV3	98,25	28,33
PV4	100,00	63,64
PV5	100,00	52,00
PV6	98,25	25,00
PV7	98,33	94,92
PV8	73,33	53,66
PV9	55,00	26,67
PV21	86,67	88,33
PV22	98,25	60,00
PV23	55,00	76,67
WPM30	48,89	91,53
WPM(G)	23,33	96,49



Graf 1 Tvorba výhonů u explantátů k. jarního a velkokvětého v závislosti na obsahu růstových regulátorů a glutaminu v živném médiu



Graf 2 Srovnání průměrného počtu výhonů na explantát u k. jarního a k. velkokvětého

4 ZÁVĚR

Použité druhy odlišně reagovaly na typ, kombinaci a koncentraci růstových regulátorů. Vyšší stupeň přežívání a multiplikace byl dosažen u koniklece velkokvětého. U k. jarního byl dosažen nízký stupeň multiplikace, ale výhony byly vitální s velmi dobře vyvinutými listy.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za finanční podpory Ministerstva životního prostředí České republiky v rámci výzkumného záměru č. 0002707301.



Obr. 1 Kultura *in vitro* koniklece jarního (A) a k. velkokvětého (B)

5 LITERATURA

BRAMWELL, D. (1990): The role of *in vitro* cultivation in the conservation of endangered species. In Hernández Bermejo, J. E., Clemente, M., Heywood, V. [Eds.], Proc. Int. Congress of Conserv. Techniques in Botanic Gardens. Koeltz Scientific Books, s. 3–15.

ČEŘOVSKÝ, J. et al. (1999): Červená kniha ohrožených a vzácných druhů rostlin a živočichů ČR a SR. Vol. 5. Vyšší rostliny. Příroda a. s., Bratislava, 456 s. ISBN 80-07-01084-X.

GONÇALVES, S., ROMANO, A. (2005): Micropropagation of *Drosophyllum lusitanicum* (Dewy pine), an endangered West Mediterranean endemic insectivorous plant. Biodiversity and Conservation, 14: 1071–1081.

- HEJNÝ, S., SLAVÍK, B. (1988): Květena 1., Academia, Praha, 557 s.
- CHALUPA, V. (1987): European Hardwoods. In Bonga, J. M., Durzan, J.: Cell and Tissue Culture in Forestry. Vol. 3 Case Historie: Gymnosperms, Angiosperms and Palms, Martinus Nijhoff Publisher, Dordrecht, 224–246.
- KLAVINA, D., GAILITE, A., JAKOBSONE, G., NEČAJEVA, J., GAVRILOVA, G. (2004): Tissue culture technology in conservation of threatened plant species of Latvia. Acta Universitatis latviensis, Biology, 676: 183–188.
- LLOYD, G., MCCOWN, B. (1980): Commercially-feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot tip culture. Intern. Plant Prop. Soc. Proc., 30: 421–427.
- PODHAJSKÁ, Z., (1985): [Kriticky ohrožené druhy v ČSR.] Koniklec otevřený – *Pulsatilla patens* (L.) Mill. Památky a Přír., Praha, 18: 3 str. obálky.
- PROCHÁZKA, F. (2001): Červený a černý seznam cévnatých rostlin České republiky (stav v roce 2000). AOPK ČR, Praha, 170 s., ISBN 80-86064-52-2.
- RUFFONI, B., AIRÒ, M., PASCELLA, G., MASCARELLO, C., ZIZZO, G. and CERVELLI, C. (2003): Rooting and acclimatization of ornamental myrtle genotypes. Acta Hort. (ISHS) 616: 255–258.
- SGHIR, S., CHATELET, P., OUAZZANI, N., DOSBA, F., BELKOURA, I. (2005): Micropropagation of eight Moroccan and French olive cultivars. HortScience, 40: 193–196.
- ŠEDIVÁ, J., (2002): Klíčivost některých druhů koniklece (*Pulsatilla* L.) v *in vitro* podmínkách. Acta Průhonická 73: 48–51.
- ZHANG, Z., DING, W., TANG, Y., SHI, W., YE, W. (2004): Study on tissue culture of pasqueflower. Zhongguo Zhong Yao Za Zhi, 29: 215–218.

CHLORÓZY MATEČNÝCH ROSTLIN PETÚNÍÍ A JEJICH ELIMINACE

CHLOROSIS OF PETUNIA MOTHER PLANTS AND THEIR ELIMINATION

František Šrámek, Martin Dubský

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

Abstract: If petunia plants are grown at high medium pH, chlorosis is induced. Such plants are usually treated by Fe-chelates but manganese deficiency should be taken into account too. The aim of the work was to compare efficiency of supplementary fertilization by solutions containing manganese sulphate and one of the following chelates: iron ethylenediaminetetraacetat, iron diethylenetriaminepentaacetat, and iron ethylenediamine-di(o-hydroxyphenylacetat). To set conditions unfavourable for micronutrients uptake 6 or 12 g/l of limestone were incorporated into peat substrate or 6 g/l of limestone into peat substrate amended with bentonite (40 g/l). Control peat substrate contained 3 g/l of limestone. Chlorosis was induced mainly in the substrate with the highest limestone dose. Supplementary fertilization by solution containing 90 mg/l of Fe in form of Fe-chelate and 30 mg/l of Mn stimulated Fe and Mn uptake and totally eliminated chlorosis.

Abstrakt: Pokud se petúnie pěstují v substrátu, který má vyšší hodnoty pH, objevují se chlorózy. K jejich eliminaci se nejčastěji používají cheláty železa, mohlo by se však jednat i o deficit manganu. Cílem práce bylo porovnat účinnost doplňkového hnojení roztoky obsahujícími síran manganatý a jeden z následujících chelátů: etyléndiamintetraacetát železitý, dietyléntri-aminpentaacetát železitý a etyléndiamin-di(o-hydroxyfenylacetát) železitý. Podmínky nepříznivé pro příjem stopových prvků byly navozeny zvýšenými dávkami vápence (6 nebo 12 g/l) do rašelinového substrátu, popřípadě 6 g/l vápence do rašelinového substrátu s bentonitem (40 g/l). Kontrolní rašelinový substrát obsahoval 3 g/l vápence. Chlorózy se vyvinuly především u rostlin v substrátu s nejvyšší dávkou vápence. Doplňkové hnojení roztokem, který obsahoval 90 mg/l Fe ve formě jednoho ze tří chelátů a 30 mg/l Mn ve formě síranu, podpořilo příjem Fe a Mn a zcela eliminovalo chlorózu.

Key words: *Petunia × atkinsiana*, chlorosis, iron, manganese, iron chelates.

Klíčová slova: *Petunia × atkinsiana*, chloróza, železo, mangan, cheláty železa.

Použití zkratky: Fe-EDTA: etyléndiamintetraacetát železitý, Fe-DTPA: dietyléntri-aminpentaacetát železitý, Fe-EDDHA: etyléndiamin-di(o-hydroxyfenylacetát) železitý.

1 ÚVOD

Petunia a příbuzná *Calibrachoa* velmi citlivě reagují na vysoké pH substrátu snížením příjmu železa, vznikem chloróz a zpomalením růstu (Smith et al., 2004ab, Fisher et al., 2003, Wik et al., 2006). Patří tedy k rostlinám, které se v anglicky psané literatuře označují jako *Fe-inefficient plants*. Pokud nedosta- tečným příjmem Fe trpí matečné rostliny, zhoršuje se kvalita řízků a po zakořenění i růst mladých rostlin.

Také u ostatních rostlin jsou poruchy v příjmu železa a dalších stopových prvků většinou vyvolány nevhodnými podmínkami a méně jejich nedostatkem v substrátu. Vysoké hodnoty pH substrátu, které patří mezi časté příčiny, mohou být způsobeny nadměrnými dávkami vápence nebo bentonitu, který se také používá jako substrátový komponent (Beltz, 2002). Ke zvyšování pH substrátu dochází i postupně v průběhu kultury, pokud se používají fyziologicky zásaditá hnojiva, která obsahují dusičnany, a voda s vysokou uhličitanovou tvrdostí. Příjem železa je blokován při zvýšených dávkách P, Cu, Mn a Zn, nebo při jejich vyšším obsahu v půdě, Cu a Zn vytěsňují Fe z chelátů (Mills, Jones, 1991, Reed, 1996). Rovněž špatné provzdušnění půdy nebo substrátu je jednou z možných příčin (Tagliavini, Rombola, 2001). Zpravidla se tedy jedná o následky chyb při výrobě substrátů nebo v systému výživy.

Hodnocení deficitu železa podle celkového obsahu v listech je velice obtížné, protože ne vždy se na základě zjištěných hodnot může určit, zda je Fe limitujícím faktorem. V mnoha případech existuje závislost mezi obsahem Fe a obsahem chloro-

fylu (*Lupinus alba* – Tang et al., 2006, kivi – Tagliavini et al., 2000). U rostlin *Petunia* a *Calibrachoa* se stoupající hodnotou pH (4,5–7,5) rašelinového substrátu (rašelina a perlit 7:3) klesá obsah Fe (a také Cu) v listech a snižuje se obsah chlorofylu (Smith et al., 2004ab, Fisher et al., 2003, Wik et al., 2006). Často však korelace mezi obsahem železa a stupněm chlorózy chybí. V přepočtu na jednotku sušiny mohou chlorotické listy obsahovat více železa než nechlorotické (Pestana et al., 2003, Mills, Jones, 1991), protože to je imobilizováno v mezibuněčných prostorech a listové buňky ho nejsou schopny přijmout kvůli příliš vysokému pH ve vodivých pletivech.

V neutrální dobře provzdušněné půdě je železo přítomno v trojmocné formě, většina ho je vázána v nerozpustných hydratovaných oxidech železitých a koncentrace Fe³⁺ iontů v půdním roztoku je extrémně nízká (Guerinot, Yi, 1994). Rostliny ho přijímají ve formě chelátů, ať už přírodních nebo syntetických, proto se také v systémech výživy dává přednost chelátům. Používá se několik typů, které jsou různě stabilní v oblasti vyšších hodnot pH substrátu.

Etyléndiamintetraacetát železitý (Fe-EDTA) obsahuje 6 % Fe, je stabilní při pH pod 6, nad 6,5 je stabilita velmi nízká, při pH 7,5 pouze 5 % Fe zůstává chelatizováno. Pokud se aplikuje do půdy, je málo efektivní, protože se v něm železo nahrazuje jinými kationty (Ca²⁺, Zn²⁺ a Cu²⁺), uvolňuje se a sráží (Pestana et al., 2003, De Kreij, 1998, Tills, 1987, Reed, 1996). Především se používá jako postřik na list, patří mezi levnější cheláty a relativně málo poškozují listy, např. méně než třeba Fe-EDDHA (Tills, 1987). U rostlin *Calibrachoa* je postřik Fe-EDTA

(60 ppm) účinnější než postřik síranem železnatým, při vyšších koncentracích mají listy více chlorofylu, ale mohou se objevovat nekrózy, podobně jako při vyšších koncentracích Fe-DTPA (Fisher et al., 2003).

Dietyléntriainpentaacetát železitý (Fe-DTPA) obsahuje 11 % Fe, je stabilní při pH pod 7, nad 7,5 pouze 60 % Fe zůstává chelativováno (Tills, 1987, Reed, 1996), také proto se spíše doporučuje pro listové aplikace.

Etyléndiamin-di-(*o*-hydroxyfenylacetát) železitý (Fe-EDDHA) s obsahem 6 % Fe je velmi účinným zdrojem i v půdách s vysokým obsahem vápence, protože je stabilní i při vysokém pH nad 9 (Tills, 1987, Reed, 1996). U silně chlorotických rostlin *Calibrachoa* pěstovaných v substrátu s vyšším pH je zálivka roztokem obsahujícím Fe-EDDHA (1–4 mg/l Fe) účinnější než Fe-EDTA, která se navíc projevuje především při vyšší koncentraci 4 mg/l Fe (Wik et al., 2006). Při použití vyšších dávek Fe je jednorázová zálivka roztokem Fe-EDDHA (20–80 g/l Fe) mnohem efektivnější než Fe-DTPA nebo listové aplikace síranu železnatého, Fe-EDTA nebo Fe-DTPA (Fisher et al., 2003).

Při vyšších hodnotách pH substrátu se také zhoršuje příjem manganu, příznaky deficitu jsou obdobné jako při deficitu železa (Marschner, 1995). Mezi oběma mikroelementy existuje antagonismus, příjem manganu může být negativně ovlivněn aplikací chelátů železa. Poznatky týkající se Fe-EDDHA u sóje uvádějí Roomizadeh (1996) a Ghasemi-Fasaei et al. (2003), Fe-EDDHA a Fe-DTPA u petúnie Smith et al. (2004b).

Cílem práce bylo ověřit, jak zvýšené hodnoty pH substrátu a aplikace železa ve formě chelátů spolu s manganem ve formě síranu ovlivní příjem stopových prvků matečnými rostlinami petúnií, jejich růst a případné symptomy deficitu.

2 MATERIÁL A METODY

Do pokusu byla vybrána *Petunia × atkinsiana* 'Karma', podle našich zkušeností odrůda velmi náchylná k chlorózám. Rostliny byly pěstovány v termínech jako matečné rostliny. Řízky zakořeněné v rašelině s perlitem (70 a 30 % obj., dolomitický vápenec 2 g/l, pH 5,5) byly 18. 9. 2006 nasázeny do čtyř různých substrátů, a to do rašelinových substrátů s 3, 6, nebo 12 g dolomitického vápence (85 % Ca CO₃, 5 % MgCO₃) na litr a do rašelinového substrátu s 40 g bentonitu a 6 g vápence na litr. Základní hnojení všech substrátů bylo jednotné, použito bylo plné hnojivo PG MIX (14 % N, 16 % P₂O₅, 18 % K₂O, 0,7 % MgO) se stopovými prvky v dávce 1 g na litr substrátu. Hnojivo PG Mix obsahuje v jednom kilogramu 0,9 g Fe, 1,6 g Mn, 0,4 g Zn, 1,2 g Cu, 0,3 g B a 2 g Mo. Byly použity plastové květináče o průměru 10 cm (objem 400 ml).

Všechny rostliny byly pravidelně zalévány 0,05 % roztokem hnojiva Kristalon Modrý (19 % N, 6 % P₂O₅, 20 % K₂O, 3 % MgO), poslední 2 týdny pěstování bylo použito hnojivo Kristalon Bílý (15 % N, 5 % P₂O₅, 30 % K₂O, 3 % MgO) ve stejné koncentraci. Oba typy hnojiv mají stejný obsah stopových prvků: 0,07 % Fe (EDTA), 0,04 % Mn (EDTA), 0,025 % Zn (EDTA), 0,01 % Cu (EDTA), 0,025 % B, 0,004 % Mo. Roztok o koncentraci 0,05 % tedy obsahoval v mg/l: 0,35 Fe, 0,2 Mn, 0,125 Zn, 0,05 Cu, 0,125 B a 0,02 Mo. Pro zálivku

a přípravu hnojivých roztoků se používala voda s vyšší uhličitanovou tvrdostí 15 °N (327 mg HCO₃⁻/l).

U každého substrátu se porovnávaly čtyři různé způsoby aplikace železa. Rostliny v kontrolní variantě byly přihnojovány pouze hnojivem Kristalon. Rostliny ve třech dalších variantách se navíc zalévaly roztokem s 90 mg/l Fe ve formě některého z následujících chelátů: etyléndiamintetraacetát železitý (Fe-EDTA), dietyléntriainpentaacetát železitý (Fe-DTPA), nebo etyléndiamin-di-(*o*-hydroxyfenylacetát) železitý (Fe-EDDHA). V každém z těchto tří roztoků bylo ještě 30 mg/l Mn ve formě síranu, aby se zamezilo blokování příjmu manganu vysokými dávkami chelátů železa. Z jednotlivých složek byl připraven koncentrát, který se přidával v množství 10 ml/l vody. Doplnková aplikace stopových prvků byla provedena 3× (23. 10., 30. 10., 6. 11.). Celkem bylo v pokusu 16 variant, tedy kombinací čtyř substrátů a čtyř různých ošetření (tab. 1). V každé variantě bylo hodnoceno 9 rostlin (3 opakování po 3 rostlinách).

Chemické vlastnosti substrátů byly stanoveny podle evropských norem, Elektrická vodivost (EN 13 038), hodnoty pH (EN 13 037) a obsah přijatelného vápníku (EN 13 652) ve vodním extraktu 1v:5v, obsah přijatelných živin (EN 13 651) v extrakčním činidle CAT (0,01 mol/l CaCl₂ a 0,002 mol/l DTPA) při extrakčním poměru 1v:5v. Koncentrace P, K, Ca, Mg a stopových prvků byla stanovena na spektrometru ICP – OES Trace Scan od firmy Thermo Jarrell Ash.

Na konci pokusu (21. 11.) byla stanovena průměrná hmotnost suché rostliny a výsledky jednotlivých variant (kombinace složení substrátu a aplikace stopových prvků) a vlivu obou těchto faktorů byly statisticky vyhodnoceny analýzou rozptylu jednoduchého, resp. dvojnásobného třídění a Duncanovým testem (program Unistat 4.53). Dále byly z testovaných rostlin z každého opakování odebrány listy pro listovou analýzu. Rozemleté vzorky byly mineralizovány v mikrovlnném rozkladném zařízení MLS 1200 firmy Mileston podle firemního postupu. Koncentrace P, K, Ca, Mg a stopových prvků byla stanovena na

Tab. 1 Schéma pokusu

Varianta	Substrát	Doplnková aplikace Fe
V3K	rašelinový +3 g/l vápence	-
V3E		Fe-EDTA
V3D		Fe-DTPA
V3H		Fe-EDDHA
V6K	rašelinový +6 g/l vápence	-
V6E		Fe-EDTA
V6D		Fe-DTPA
V6H		Fe-EDDHA
B6K	rašelinový +6 g/l vápence +40 g bentonitu	-
B6E		Fe-EDTA
B6D		Fe-DTPA
B6H		Fe-EDDHA
V12K	rašelinový +12 g/l vápence	-
V12E		Fe-EDTA
V12D		Fe-DTPA
V12H		Fe-EDDHA

spektrometru (s indukčně vázanou plasmou) ICP – OES Trace Scan od firmy Thermo Jarrell Ash. Pro stanovení celkového obsahu N byly vzorky mineralizovány (podle Kjeldahla) v kyselině sírové s přidávkou selenu. Vlastní stanovení bylo provedeno kolorimetricky na průtokovém analyzátoru SAN plus System od firmy Skalar s použitím doporučené metodiky.

3 VÝSLEDKY A DISKUSE

Podle očekávání různé dávky vápence a přísávek bentonitu ovlivnily obsah přijatelného vápníku v jednotlivých substrátech a jejich hodnoty pH. Rozdíly mezi jednotlivými variantami se projeví už na začátku pokusu (tab. 2), na konci potom pH ve všech variantách mírně stoupl a rozdíly se ještě více prohloubily (tab. 3). Každopádně hodnoty stanovené v substrátech s dávkami vápence 6 a 12 g/l byly vyšší než se doporučuje (Smith et al., 2004a). V obsahu ostatních dostupných živin nebyly výrazné rozdíly, přísávek bentonitu (var. B6) zvýšil obsah přijatelného hořčíku. Ze stopových prvků byl stanoven mírně nižší obsah přijatelného železa a manganu v substrátu V3 s nízkou dávkou vápence (tab. 2). Stanovený obsah stopových prvků byl dán jejich přirozeným obsahem v použité rašelině. Ke konci pokusu potom bylo stanoveno mnohem méně dostupného železa a rozdíly mezi jednotlivými

variantami byly minimální (tab. 3), dávky vápence ani doplňková aplikace Fe se tedy neprojevíly.

V průběhu pokusů byly pozorovány příznaky deficitu stopových prvků (chlorózy), které byly ovlivněny dávkami vápence a bentonitu. Rostliny ve variantě V3K (pH 5,2 na konci pokusu) měly zdravě zelené listy (obr. 1), chlorózy byly pozorovány (obr. 2) v neošetřené variantě V12K (na konci pokusu pH vyšší než 7) a v mírnější podobě i ve variantách V6K a B6K (na konci pokusu pH vyšší než 6), přestože určité množství stopových prvků bylo dodáno základním hnojením a dále byly rostliny přihnojovány 0,05% roztokem hnojiva Kristalon, který obsahoval železo a mangan v koncentraci 0,35 a 0,02 mg/l. Také v pokusech, které prováděl Smith et al., (2004a) se pokles obsahu chlorofylu a karotenoidů projevil, pokud byly hodnoty pH substrátu vyšší než 6, a nepodařilo se tomu zabránit ani pravidelným přihnojováním roztokem obsahujícím Fe-EDTA o koncentraci Fe 2 mg/l. U příbuzného rodu *Calibrachoa* se při vysokém pH substrátu osvědčila pravidelná závlivka roztokem s Fe-EDDHA o koncentraci Fe 4 g/l, poněkud horší, ale akceptovatelné výsledky byly dosaženy roztokem s 2 g/l Fe nebo s Fe-EDTA při nejvyšší použité koncentraci 4 g/l (Wik et al., 2006).

V našem pokusu byla chloróza zcela eliminována (obr. 3) vyš-

Tab. 2 Chemické vlastnosti rašeliny (Raš.) a substrátů před výsadbou (OHS- objemová hmotnost suchého vzorku, obsah přijatelných makroelementů a mikroelementů v substrátu, optimum pro rašelinové substráty, odběr 18. 9.

var.	OHS g/l	pH	EC mS/cm	N mg/l	P mg/l	K mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Zn mg/l	Cu mg/l	B mg/l	Mo mg/l
Raš.	70	3,9	0,05	63	2	12	51	26	12,5	2,6	1,42	2,07	0,18	0,00
V3	150	4,7	0,28	204	53	137	153	32	12,5	1,8	1,83	2,75	0,23	0,10
V6	158	5,8	0,31	212	51	141	171	43	18,1	3,4	1,99	2,61	0,22	0,12
B6	148	5,9	0,30	197	49	137	228	45	16,8	4,3	2,31	2,53	0,26	0,18
V12	155	6,3	0,31	212	46	145	163	59	17,1	3,8	1,95	2,56	0,20	0,11

Tab. 3 Chemické vlastnosti substrátů na konci pokusu

var.	pH	EC mS/cm	N mg/l	P mg/l	K mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Zn mg/l	Cu mg/l	B mg/l	Mo mg/l
V3K	5,2	0,11	60	6	24	132	43	19,2	1,6	3,88	1,40	0,21	0,09
V3E	5,3	0,11	40	8	22	128	36	21,1	3,1	4,19	1,51	0,19	0,12
V3D	5,2	0,1	75	6	24	120	41	21,7	2,5	4,37	1,57	0,17	0,11
V3H	5,1	0,15	29	7	18	122	63	30,1	4,4	4,66	1,51	0,17	0,09
V6K	6,5	0,17	41	9	28	169	84	19,4	1,5	3,58	1,43	0,23	0,05
V6E	6,6	0,18	57	8	20	172	80	26,6	3,1	2,85	1,71	0,25	0,07
V6D	6,5	0,15	47	11	20	174	75	26,3	3,0	3,01	1,51	0,24	0,07
V6H	6,6	0,14	51	8	23	162	60	24,7	3,5	2,30	1,37	0,21	0,06
B6K	6,7	0,15	52	13	23	205	55	15,8	3,0	2,71	1,22	0,26	0,04
B6E	6,5	0,16	64	10	20	209	68	22,2	4,2	2,53	1,33	0,21	0,06
B6D	6,5	0,13	41	10	22	197	51	20,1	3,4	2,39	1,31	0,23	0,05
B6H	6,8	0,15	63	11	21	193	61	22,5	4,1	2,79	1,56	0,25	0,05
V12K	7,3	0,13	42	17	20	131	66	17,3	2,1	3,50	1,65	0,30	0,04
V12E	7,1	0,13	45	15	20	152	57	19,4	3,6	2,35	1,17	0,27	0,04
V12D	7,4	0,13	86	14	22	149	67	20,0	2,8	2,84	1,36	0,35	0,06
V12H	7,5	0,13	63	16	20	141	65	20,1	3,5	2,49	1,40	0,35	0,04

šími dávkami železa (90 mg/l) ve formě chelátů (Fe-EDTA, Fe-DTPA nebo Fe-EDDHA) kombinovanými s manganem (30mg/l) ve formě síranu (varianty V12E, V12D a V12H). Jednalo se o doplňkovou aplikaci, která byla provedena celkem třikrát. Podobně účinkovaly vyšší dávky železa i u rostlin *Calibrachoa × hybrida* pěstovaných při vysokých hodnotách pH substrátu (Fisher et al., 2003), nejlepších výsledků bylo dosaženo při jednorázové záливce roztokem s Fe-EDDHA bez ohledu na použitou koncentraci Fe (20, 40 nebo 80 mg/l),



Obr. 1 Rostlina z kontrolní varianty V3K



Obr. 2 Chlorotická rostlina z varianty V12K



Obr. 3 Aplikace chelátů železa a síranu manganatého zabránila vzniku chloróz. Vyobrazená rostlina je z varianty V12H

naproti tomu účinnost Fe-DTPA byla závislá na koncentraci a ve všech případech byla horší než u Fe-EDDHA. Také jsme testovali postřik (síran železnatý, Fe-EDTA, Fe-DTPA), se kterým ale bylo dosaženo horších výsledků než s výše uvedenou záливkou.

Složení substrátů (různé dávky vápence a bentonitu) a doplňková aplikace železa ovlivnily obsah některých mikroelementů a makroelementů v listech (tab. 6). Ve srovnání s rostlinami V3K měly V6K, B6K a V12K nižší obsah Fe, Mn a Zn v listech, V12K obsahovaly méně fosforu a bóru, ale více vápníku (tab. 6). Nejvýraznější bylo snížení obsahu Mn, naopak Smith et al. (2004b) uvádějí, že pH substrátu v intervalu 4,6–6,1 ovlivňuje především Fe a Cu, Mn velmi málo a naopak při pH 7 se obsah Mn podstatně zvyšuje. Doplňkové aplikace zvýšily obsah Fe a Mn v listech ve všech variantách (ve srovnání s neošetřenými kontrolními V3K, V6K, B6K a V12K), v případě železa s výjimkou V12E a V12D.

V tomto pokusu byly zaznamenány chlorózy u rostlin, v jejichž listech bylo stanoveno méně než 150 ppm Fe a 80 ppm Mn. Mills, Jones (1991) uvádějí 84–168 ppm Fe v sušině zdravých listů petúnie, Smith et al. (2004b) 159 ppm Fe při pH substrátu 4,6 a 91 ppm Fe při pH 7,0, pokles obsahu chlorofylu podle jejich zjištění nastává při obsahu železa pod 110 ppm.

Složení substrátů ani aplikace chelátů železa neměly vliv na růst pokusných rostlin. Pokud jde o čerstvou hmotnost a hmotnost sušiny, mezi jednotlivými variantami nebyly zjištěny statisticky průkazné rozdíly, (tab. 4, 5). Růstové deprese by se však daly pravděpodobně očekávat v průběhu dalšího pěstování, a to především ve variantě V12K.

Tab. 4 Průměrná hmotnost sušiny jedné rostliny na konci pokusu, hodnocení podle variant, hodnoty se průkazně nelišily na hladině významnosti $P=0,05$

var.	sušina (g)
V3K	6,4
V3E	5,7
V3D	6,8
V3H	7,0
V6K	6,7
V6E	6,4
V6D	6,3
V6H	6,1
B6K	7,2
B6E	6,3
B6D	6,1
B6H	6,2
V12K	5,7
V12E	6,1
V12H	6,4
V12D	6,2

Tab 5 Průměrná hmotnost sušiny jedné rostliny na konci pokusu, hodnocení podle faktorů, hodnoty na konci pokusu se v rámci daného faktoru se nelišily na hladině významnosti $P=0,05$

faktor	sušina (g)
substrát	
V3	6,5
V6	6,4
B6	6,5
V12	6,1
chelát	
K	6,5
E	6,1
D	6,4
H	6,4

Tab. 6 Obsah makroelementů (%) a mikroelementů (ppm) v listu

var.	N	P	K	Mg	Ca	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo
V3K	3,78	0,61	3,6	0,40	1,3	0,60	170	130	99	5,7	56	<2
V3E	3,7	0,65	3,5	0,43	1,3	0,74	290	200	150	7	56	<2
V3D	3,8	0,61	3,4	0,41	1,3	0,64	230	190	77	6,7	54	<2
V3H	3,7	0,60	3,0	0,41	1,2	0,69	200	180	81	6	58	<2
V6K	3,5	0,56	3,3	0,42	1,4	0,63	140	69	62	5,3	51	<2
V6E	3,7	0,57	3,6	0,41	1,4	0,66	170	93	82	6,3	47	2
V6D	3,7	0,57	3,4	0,40	1,3	0,61	180	100	66	5,7	45	<2
V6H	3,6	0,57	3,1	0,41	1,3	0,64	150	110	82	6,7	51	2
B6K	3,6	0,53	3,5	0,44	1,4	0,60	120	58	68	5,3	50	<2
B6E	3,4	0,55	3,5	0,47	1,4	0,74	140	100	72	6	52	<2
B6D	3,4	0,56	3,6	0,45	1,4	0,67	190	89	69	6,7	47	<2
B6H	3,5	0,55	3,3	0,44	1,4	0,65	160	82	70	6,7	48	<2
V12K	3,7	0,54	4,1	0,42	1,7	0,70	150	78	72	5	42	3
V12E	3,8	0,53	3,8	0,40	1,5	0,71	130	95	70	6,3	39	3
V12D	3,7	0,54	3,7	0,38	1,5	0,60	130	100	66	6	43	3
V12H	3,8	0,51	3,6	0,38	1,4	0,63	170	90	75	5,6	38	3

4 ZÁVĚRY

U matečných rostlin petúnií pěstovaných v rašelinovém substrátu se příznaky deficitu železa (chlorózy) objevují, pokud hodnoty pH substrátu přesáhnou 7, v mírnější formě pak, pokud je pH vyšší než 6.

Samotným základním hnojením hnojivem PG mix se stopovými prvky spolu s pravidelným přihnojováním hnojivy Kristalon o koncentraci 0,05 %, kdy se při každé závlisce aplikuje roztok obsahující 0,35 mg/l Fe a 0,2 mg/l Mn, nelze eliminovat chlorózy petúnií v substrátech s vyšší hodnotou pH.

Vzniku chloróz lze zabránit doplňkovým hnojením roztoky, které obsahují 90 mg/l Fe ve formě některého z chelátů (Fe-EDTA, Fe-DTPA, nebo Fe-EDDHA) a 30 mg Mn/l ve formě síranu. V pokusu měly pozitivní efekt všechny tři použité typy chelátů Fe při trojnásobné aplikaci.

Poděkování

Publikovaný pokus je součástí projektu Kapalná hnojiva s komplexně a chelátově vázanými živinami, ev. č. FT-TA3/076. Tento projekt byl realizován za finanční podpory z prostředků státního rozpočtu prostřednictvím Ministerstva průmyslu a obchodu.

Obsah stopových prvků v substrátech byl stanoven v laboratoři VÚRV Praha-Ruzyně, rozbor listů byl proveden v laboratoři VÚAnCh Ústí nad Labem.

5 LITERATURA

- BELTZ, H. (2002): Falsche p-Werte in Substraten: Wie gefährlich sind sie? Deutsche Baumschule, č. 3, s. 44–46.
- DE KREIJ, C. (1998): Exchange of iron from chelate in the fertilizer against copper, manganese, and zinc in peaty

- substrates. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, roč. 29 č. 11–14, s. 897–1902.
- EN 13 037. *Soils improvers and growing media - Determination of pH*, CEN Brussels, 1999.
- EN 13 038. *Soils improvers and growing media - Determination of electrical conductivity*, CEN Brussels, 1999.
- EN 13 651. *Soils improvers and growing media - Extraction of calcium chloride/DTPA (CAT) soluble nutrients*, CEN Brussels, 2001.
- EN 13 652. *Soils improvers and growing media - Extraction of water soluble nutrients and elements*, CEN Brussels 2001.
- FISHER, P. R., WIK, R. M., SMITH, B. R., PASIAN, C. C., KMETZ-GONZÁLEZ, M., ARGO, W. R. (2003): Correcting iron deficiency in calibrachoa grown in a container medium at high pH. *Hort Technology*, 13 (2), 308–313.
- GHASEMI-FASAEI, R., RONAGHI, A., MAFTOUN, M., KARIMIAN, N., SOLTANPOUR, P. N. (2003): Influence of FeEDDHA on iron-manganese interaction in soybean genotypes in a calcareous soil. *Journal of Plant Nutrition*, roč. 26, č. 9, s. 1815–1823.
- GUERINOT, M. L., YI, Y. (1994) Iron: Nutritious, noxious, and not readily available. *Plant Physiology*, roč. 104, č. 3, s. 815–820.
- MARSCHNER, H. (1995): *Mineral Nutrition of Higher Plants*, Academic Press, San Diego, 889 s.
- MILLS, H. A. JONES, J. B. Jr. (1996): *Plant Analysis Handbook II*, MicroMacro Publishing Inc., Athens (Georgia, USA), 422 s.
- PESTANA, M., VARENNES, A., ARAÚJO FARIA, E. (2003): Diagnosis and correction of iron chlorosis in fruit trees: a review. *Food Agric. Environ.*, roč. 1, č. 1, s. 46–51.
- REED, D. W. (1996): *Micronutrient Nutrition*. In Reed, D. W. [ed.] *Water, Media, and Nutrition for Greenhouse Crops*, Ball Publishing, Batavia, Illinois USA, s. 171–195.
- ROOMIZADEH, S., KARIMIAN, N. (1996): Manganese-iron relationship in soybean grown in calcareous soils. *Journal of Plant Nutrition*, roč. 19, č. 2, s. 397–406.
- SMITH, B. R., FISHER, P. R., ARGO, W. R. (2004a): Growth and pigment content of container-grown impatiens and petunia in relation to root substrate pH and applied micronutrient concentration. *HortScience*, roč. 39, č. 6, s. 1421–1425.
- SMITH, B. R., FISHER, P. R., ARGO, W. R. (2004b): Nutrient uptake in container-grown impatiens and petunia in response to root substrate pH and applied micronutrient concentration, *HortScience*, roč. 39, č. 6, s. 1426–1431.
- TAGLIAVINI, M., ABADÍA, J., ROMBOLÀ, A. D. (2001): Iron deficiency and chlorosis in orchard and vineyard ecosystem, *European Journal of Agronomy*, roč. 15, s. 71–72.
- TAGLIAVINI, M., ABADÍA, J., ROMBOLÀ, A. D., ABADÍA, A., TSIPOURIDIS, C., MARANGONI, B. (2000): Agronomic means for the control of iron deficiency chlorosis in deciduous fruit trees. *Journal of Plant Nutrition*, roč. 23, č. 11–12, s. 2007–2022.
- TANG, C., ZHENG, S. J., QIAO, Y. F., WANG, G. H., HAN, X. Z. (2006): Interaction between high pH and iron supply on nodulation and iron nutrition of *Lupinus albus* L. genotypes differing in sensitivity to iron deficiency. *Plant and Soil*, roč. 279, s. 153–162.
- TILLS, A. E. (1987): Chelates in horticulture. *Professional Horticulture*, sv. 1, s. 120–125.
- VETANOVETZ, R. P. (1996): Tissue analysis and interpretation. In Reed D. W. [ed.] *Water, Media, and Nutrition for Greenhouse Crops*, Ball Publishing, Batavia, Illinois USA, s. 197–219.
- WIK, R. M., FISHER, P. R., KOPSELL, D. A., ARGO, W. R. (2006): Iron form and concentration affect nutrition of container-grown *Pelargonium* and *Calibrachoa*. *HortScience*, roč. 41, č. 1, s. 244–251.

*Rukopis doručen: 19. 9. 2008
Přijat po recenzii: 18. 11. 2008*

ROZŠÍŘENÍ SORTIMENTU A NOVÉ PĚSTEBNÍ TECHNOLOGIE BALKONOVÝCH KVĚTIN

DIVERSIFICATION OF ASSORTMENT AND NEW CULTIVATION TECHNOLOGIES OF BALCONY PLANTS

Věra Nachlingerová

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

Abstract: The climbing flowers are an innovation source in assortment of bedding and balcony plants and their cultivation in big pots, buckets or hanging baskets extends the offer of new species and varieties with wide use. During three years (2006–2008) we investigated assortment of flowers with climbing shoots and we tested cultivation technology of some selected species in big pots with supporting construction. Five generatively (*Thunbergia alata*, *Asarina purpusii*, *Asarina antirrhiniiflora*, *Asarina scandens*, *Ipomea lobata*) and two vegetatively (*Thunbergia gregorii*, *Lophospermum* hybrid) propagated species were included in the experiments. We established suitability of individual species to this cultivation procedure, flower plants quality, length of cultivating period and need of cultivating area. With gradual plantings from the beginning of February to the end of April we obtained mostly the strains in good quality with height 81–89 cm, width 29–38 cm, which flowered in 43–82 days.

Abstrakt: Květiny s popínavými výhony jsou zdrojem inovace v sortimentu záhonových a balkonových rostlin a jejich pěstování ve velkých květináčích, kbelicích nebo závěsných nádobách se rozšiřuje nabídka o nové druhy a odrůdy s širokým uplatněním. V letech 2006–2008 jsme zkoumali sortiment těchto květin a u vybraných druhů jsme ověřovali technologii pěstování ve velkých květináčích s opěrnou konstrukcí. V pokusech bylo zastoupeno 5 druhů množných ze semene (*Thunbergia alata*, *Asarina purpusii*, *Asarina antirrhiniiflora*, *Asarina scandens*, *Ipomea lobata*) a 2 druhy množené z řízků (*Thunbergia gregorii*, *Lophospermum* hybrid). Zjišťovali jsme vhodnost jednotlivých druhů a odrůd k tomuto způsobu pěstování, kvalitu kvetoucích rostlin, délku pěstební doby a potřebu pěstební plochy. Z postupných výsadeb od začátku února až konce dubna jsme získali ve většině případů kvalitní výpěstky s výškou 81–89 cm, šířkou 29–38 cm, které kvetly za 43–82 dny.

Key words: climbing flower, big pot, supporting construction, strain quality.

Klíčová slova: popínavé rostliny, velký květináč, podpůrná konstrukce, kvalita výpěstku.

1 ÚVOD

V zahradnický vyspělých zemích se neustále rozšiřuje sortiment květin a v posledních letech došlo k rozšíření nabídky na trhu především o hrnkové kvetoucí a záhonové a balkonové květiny. Sortiment se obohacuje o dosud méně známé nebo zcela nové druhy a odrůdy, které jsou předmětem zahraničního výzkumu. Řeší se především otázky spojené s množím, pěstováním a tržní kvalitou rostlin a shromažďují se údaje o požadavcích rostlin na teplotu, světlo, výživu i ošetření retardanty.

V České republice se po roce 1989 postupně změnila situace na trhu s květinami. Dovází se mnoho řezaných, ale i hrnkových květin z Nizozemí, Dánska, Německa a jiných zemí. V mnoha případech naši pěstitelé nejsou schopni konkurovat dováženým květinám k řezu z důvodů vyšších nákladů a často i horší kvality, jsou však schopni konkurovat dováženým hrnkovým květinám, pokud budou mít stále informace o nových druzích a odrůdách, potřebné údaje k pěstování a snadnější přístup k výchozímu množiteliskému materiálu.

Květiny s popínavými výhony jsou zdrojem inovace v sortimentu záhonových a balkonových květin. Zavedením těchto květin do výroby se rozšiřuje nabídka o zajímavé druhy a odrůdy, které mají široké uplatnění. Lze je pěstovat nejen ve volné půdě u zdí a plotů, ale i v nádobách (velké květináče, kbelíky, ampule, truhlíky) na balkonech, terasách, v předzahradkách, vzdušných verandách, u pergol, uměle vytvořených stěn a přechodně i v interiéru.

Současný stav poznání

Květiny s bylinnými popínavými výhony pocházejí převážně z tropických a subtropických oblastí světa. V domovině jsou jednoleté i víceleté, v našich zeměpisných šířkách se pěstují většinou jako letničky a s příchodem podzimních mrazů ukončují vegetaci. Podle autorů Richter-Tietel a Ivanovic (2002) jsou výhody jejich použití oproti vytrvalým popínavým druhům jako jsou *Hedera*, *Parthenocissus* aj. v tom, že kvetou za velmi krátkou dobu, jsou rozmanité ve tvaru a barvě květů i listů, rychle mění svůj vzhled, mohou se kombinovat s trvalkami, záhonovými květinami a každoročně obměňovat v druzích i odrůdách a vytvářet tak nové barevné kompozice. Nepoškozují fasády domů a mohou spontánně ozelenit i extrémní stanoviště, kde se pnoucí trvalky uplatňují jen zřídka. Richter et al. (2001) uvádějí možnosti jejich uplatnění. Kromě klasického použití k ozelenění zdí, sloupů a plotů se vysazují k uměle vytvořeným konstrukcím z kovu i ze dřeva, jako jsou ochranné stěny, pergoly, špalíry, pyramidy nebo se mohou pěstovat ve velkých květináčích, kontejnerech, kbelicích i v závěsných nádobách, a pak je lze použít na balkony, terasy, vzdušné verandy i v interiéru. Podle způsobu množení se tyto květiny rozdělují na 2 skupiny – množené z výsevu a z řízků. K první skupině řadí tyto autoři druhy *Asarina barclaiiana* (syn. *Maurandya barclaiiana*), *Cardiospermum halicacabum*, *Cyclanthera brachystachya*, *Eccremocarpus scaber*, *Humulus japonicus*, *Ipomea quamoclit*, *Ipomea tricolor*, *Lablab purpureus* (syn. *Dolichos lablab*), *Lathyrus odoratus*, *Phaseolus coccineus* a *Rhodochiton atrosanguineum*, k druhé skupině *Cobea scandens* (množená z řízků kvete

údajně již v květnu, kdežto ze semene kvete pozdě), *Ipomea indica*, *Solanum jasminoides*, *Thunbergia gregorii* a *Tecomaria capensis*. Autoři Essig a Ruttensperger (2003) rozdělují sortiment popínavých květin na silně rostoucí a bohatě kvetoucí (*Asarina barclaiana*, *Asarina scandens*, *Asarina erubescens*), s nenápadnými květy, ale zajímavými plody (*Cardiospermum halicacabum*), s krásnými květy, ale krátkou trvanlivostí (*Cobea scandens*, *Ipomea purpurea*, *Ipomea indica*, *Ipomea quamoclit*, *Ipomea lobata*), s ozdobnými plody v pozdním létě (*Lablab purpureus*), odolné proti mrazu v oblastech s mírným klimatem (*Eccremocarpus scaber*), vhodné pro pěstování v závěsných nádobách a větších květináčích (*Thunbergia alata*, *Thunbergia gregorii*), slabě rostoucí, ale bohatě kvetoucí pro balkony a terasy (*Rhodochiton atrosanguineum*, *Manettia luteorubra*). Podle autorů Hortig (2003) a Dipner (1989, 2000) je sortiment pro kulturu v květináčích a kbelících tvořen druhy, které jsou náročné na teplo a vyžadují proto předpěstování ve skleníku. Jsou to *Asarina barclaiana*, *Asarina scandens*, *Asarina erubescens*, *Asarina purpusii*, *Cardiospermum halicacabum*, *Cobea scandens*, *Eccremocarpus scaber*, *Thunbergia alata*, *Thunbergia gregorii*, *Thunbergia fragrans*, *Thunbergia battiscombei*, *Rhodochiton atrosanguineum*, *Lablab purpureus*, *Ipomea tricolor*, *Ipomea lobata*, *Ipomea nil*, *Ipomea quamoclit* (syn. *Quamoclit pinnata*), *Ipomea coccinea* (syn. *Quamoclit coccinea*), *Ipomea × multifida* (syn. *Ipomea × sloteri*), *Humulus japonicus*, *Tropaeolum majus* a *Tropaeolum peregrinum*. Uvádějí, že pěstování je pracovně náročné (rostliny se musí včas opatřit opěrrou, ke které se průběžně vyvazují výhony), ale hotové výpěstky se prodávají za vyšší, příznivé ceny. Dále popisují novou holandskou metodu pěstování, která přispívá ke zvýšení kvality. Výhony, které nejdříve dosáhnou vrcholu opěry, se stlačují dolů ke květináči a obtáčejí se vodorovně po jeho obvodu, a tím se rostliny více zahušťují. Další výhony se již nechávají popínat k vrcholu konstrukce. K pěstování se používají květináče o velikosti 12–25 cm s 3–5 rostlinami. Pro zvlášť dekorativní výpěstky se do velkých kbelíků o objemu 35–50 l vysazuje 9–18 rostlin. Bessler (1994) zkoumal vhodnost jednotlivých druhů rodu *Asarina* pro kulturu v květináčích. V pokusech s *Asarina purpusii* 'Victoria Falls', s *Asarina barclaiana* 'Pink Ice', 'Brides White' a 'Violet Glow', s *Asarina antirrhiniflora* 'Ruby' a 'Bluebird' a dále s *Asarina procumbens* a s *Asarina erubescens* 'Angels Trumpet' zjistil, že *Asarina antirrhiniflora* má pauzu v kvetení a pro pěstování v květináčích je méně vhodná, rovněž tak *Asarina procumbens*, která má velmi malé květy, schované v listech. Ostatní 3 druhy pro pěstování v květináčích doporučuje. V posledních letech se začaly některé druhy popínavých květin, určené pro pěstování v květináčích, intenzivně šlechtit a sortiment stávajících druhů se rozšiřuje o nové, bohatě kvetoucí, středně vzrůstné odrůdy. Hortig (2003) popisuje 2 nedávno vyšlechtěné odrůdy *Ipomea lobata* 'Citronella' a 'Jungle Queen', které bohatě kvetou smetanově bílými nebo oranžově červenými květy a jsou krátkodenní. Zatemňováním rostlin se zkracuje kultura o 2–4 týdny. Další novinky vhodné pro pěstování v květináčích jsou *Ipomea purpurea* 'Star of Yelta', *Ipomea imperialis* 'Sunrise Serenade', *Thunbergia gregorii* 'Suny Rubin', 'New Orange' a 'Rot Orange', *Thunbergia alata* 'Spanish Eye', *Asarina erubescens* 'Bridal Bouquet' a *Asarina wislizenis* 'Red Dragon'. Vhodné jsou i starší odrůdy *Asarina scandens*, např. 'Joan Lorraine'. Autorky Altmann a Lösekrug (2005) srovnávaly některé druhy popínavých květin v ranosti, růstu, kvetení i použití. Všechny odrůdy *Thunbergia alata* a *Thunbergia gregorii*

(celkem 16), odrůda 'Orange Gleam' druhu *Tropaeolum majus*, která kvete bohatě a nad listy i nová odrůda 'Lofos Wine Red' druhu *Lophospermum* hybrid doporučují i jako převislé rostliny do truhlíků nebo závěsných nádob.

2 MATERIÁL A METODY

U vybraných, generativně i vegetativně množených druhů balkonových květin s popínavými výhony jsme ověřovali po dobu 3 let technologii pěstování ve velkých květináčích s opěrnou konstrukcí (3 bambusové tyčky o délce 0,9 m, spojené ve vrcholu vyvazovacím kroužkem) a zjišťovali jsme vhodnost jednotlivých druhů a odrůd k tomuto způsobu pěstování, kvalitu výpěstků z postupných výsadeb, délku pěstební doby a potřebu pěstební plochy.

V roce 2006 byly zastoupeny v pokusech *Thunbergia alata* a *Thunbergia gregorii*. Osivo *Thunbergia alata* (směs) bylo vyseto 1. 2., 16. 2. a 1. 3. (pěstební postup I, II, III) do výsevních truhlíků s množárenským substrátem a umístěno ve skleníku s teplotou kolem 20 °C. Po vzejití se semenáče vysazovaly 28. 2., 10. 3. a 24. 3. po 3 ks do květináčů o průměru 19 cm. U *Thunbergia gregorii* v odrůdách 'Apricot' a 'Lemon Star' se vysazovaly zakořenělé řízký 1. 2., 14. 3. a 30. 3.

V roce 2007 byly v pokusech další odrůdy *Thunbergia alata* a *Thunbergia gregorii*. Osivo *Thunbergia alata* v odrůdách 'African Sunset' a 'Susi Orange Black Eye' bylo vyseto 1. 2., 1. 3. a 15. 3. (pěstební postup I, II, III) a po vzejití se semenáče vysazovaly 23.–26. 2., 22. 3. a 10. 4. stejným způsobem. U *Thunbergia gregorii* v odrůdách 'New Orange' a 'Rot-Orange' se vysazovaly zakořenělé řízký 22. 2. a 30. 4. (pěstební postup I, II), u *Lophospermum* hybrid 'Lofos Wine Red' 22. 2., 19. 3. a 30. 4. (pěstební postup I, II, III).

V roce 2008 byly zastoupeny v pokusech rostliny druhů *Asarina antirrhiniflora*, *Asarina purpusii*, *Asarina scandens* a *Ipomea lobata*. Osivo *Asarina antirrhiniflora* 'Violacea', *Asarina purpusii* 'Victoria Falls', *Asarina scandens* 'Joan Lorraine', 'Sky Blue' a *Ipomea lobata* 'Jungle Queen' bylo vyseto 6. 2. a 4. 3. (pěstební postup I, II) do výsevních truhlíků s množárenským substrátem a umístěno ve skleníku s teplotou kolem 20 °C. Po vzejití se semenáče přepichovaly 20. 2. a 17. 3. do sadbovačů s otvory o rozměrech 3,5×3,5 cm a dále vysazovaly 20. 3. a 17. 4. po 3 ks do stejných květináčů.

K sázení byl použit průmyslově vyráběný substrát, složený z vrchovištní rašeliny, bentonitu (40 kg.m⁻³), dolomitického vápence a křídý (3 + 3 kg.m⁻³), se slabší zásobou živin (hnojivo PG MIX 14/16/18 v dávce 0,8 kg.m⁻³) a s hodnotou pH 6,0–6,5. Rostliny v květináčích se pěstovaly na plném světle, rozestavené na stolech s automatickou závlahou „přlív – odlív“, zpočátku při nastavené teplotě vytápění 18/16 °C, později při 16/14 °C (den/noc). Po ujmoutí rostlin v květináčích se při každé zálivce stoly napouštěly slabým živným roztokem (0,05 %) do výšky 1–2 cm. Během dalšího pěstování se květiny 1–2× zaštipovaly, v týdenních intervalech vyvazovaly k instalované opěře a podle potřeby 1–2× rozestavovaly. K uspišení kvetení se rostliny *Ipomea lobata* zatemňovaly (od 4. týdne po výsadbě) po dobu 1 měsíce hustou černou tkaninou.

V pokusech bylo zastoupeno ve většině případů 40 rostlin od odrůdy. Doba, kdy 60 % výpěstků *Thunbergia alata* a *Thun-*

bergia gregorii vyvinulo alespoň 3, *Lophospermum* 2 květy a dále 100 % *Asarina purpusii* alespoň 1 květ, 100 % *Ipomea lobata* alespoň 13 květenství, 100 % *Asarina antirrhiniflora* alespoň 15 květů, 100 % *Asarina scandens* 'Sky Blue' alespoň 9 a 'Joan Lorraine' 2 květy, byla stanovena jako termín hodnocení (začátek prodeje) a k tomuto termínu se zjišťovaly ukazatele kvality (výška a šířka výpěstků, počet květů), délka pěstební doby a potřeba pěstební plochy.

3 VÝSLEDKY

Rok 2006

Rostliny *Thunbergia alata* (tab. 1–4) z postupných výsevů 1. 2., 16. 2. a 1. 3. (pěstební postup I, II, III) měly vždy velmi dobrou kvalitu a nakvétaly v průběhu května (od 10. 5., 16. 5. a 29. 5.). Rostliny byly dobře rozvětvené s průměrnou výškou 85–86 cm, šířkou 37–39 cm a 16–28 vyvinutými květy. Délka pěstování v květináčích byla 67–72 dny a celková potřeba plochy pro 1000 rostlin, vyjádřená hodnotou dny.m², se pohybovala v rozmezí 4333–5904. V konečné

Tab. 1 Výpočet potřeby plochy pro 1000 rostlin *Thunbergia alata* od sázení do kvetení – pěstební postup I, úsek pěstování: S – po sázení, R₁ – po prvním, R₂ – po druhém rozestavení

úsek pěstování	počet rostlin na m ² pěstební plochy	potřeba pěstební plochy (dny.m ²)
S 28. 2. – 23. 3.	25	24 × 40,00 = 960,00
R ₁ 24. 3. – 6. 4.	12	14 × 83,33 = 1166,62
R ₂ 7. 4. – 10. 5.	9	34 × 111,11 = 3777,74
celková pěstební doba	ve dnech	celková potřeba plochy
28. 2. – 10. 5.	72	5904,36

Tab. 2 Výpočet potřeby plochy pro 1000 rostlin *Thunbergia alata* od sázení do kvetení – pěstební postup II, úsek pěstování: popis viz tab. 1

úsek pěstování	počet rostlin na m ² pěstební plochy	potřeba pěstební plochy (dny.m ²)
S 10. 3. – 3. 4.	25	25 × 40,00 = 1000,00
R ₁ 4. 4. – 19. 4.	12	16 × 83,33 = 1333,28
R ₂ 20. 4. – 16. 5.	9	27 × 111,11 = 2999,97
celková pěstební doba	ve dnech	celková potřeba plochy
10. 3. – 16. 5.	68	5333,25

Tab. 3 Výpočet potřeby plochy pro 1000 rostlin *Thunbergia alata* od sázení do kvetení – pěstební postup III, úsek pěstování: popis viz tab. 1

úsek pěstování	počet rostlin na m ² pěstební plochy	potřeba pěstební plochy (dny.m ²)
S 24. 3. – 10. 4.	25	18 × 40,00 = 720,00
R ₁ 11. 4. – 20. 4.	12	10 × 83,33 = 833,30
R ₂ 21. 4. – 29. 5.	9	39 × 111,11 = 4333,29
celková pěstební doba	ve dnech	celková potřeba plochy
24. 3. – 29. 5.	67	5886,59

hustotě se umístilo na m² pěstební plochy 9 výpěstků.

Rostliny *Thunbergia gregorii* 'Apricot' a 'Lemon Star' (tab. 5–9) z postupných výsadeb 1. 2., 14. 3. a 30. 3. (pěstební postup I, II, III) měly velmi dobrou kvalitu a nakvétaly od druhé poloviny dubna až druhé poloviny května (18. 4., 9. 5. a 23. 5.). Výpěstky obou odrůd byly dostatečně husté a dosahovaly téměř stejné výšky i šířky. Odrůda 'Apricot' měla průměrnou výšku 83–85 cm, šířku 33–37 cm a 12–16 květů, odrůda 'Lemon Star' výšku 81–85 cm, šířku 32–37 cm a 13–19 květů. Délka pěstování v květináčích byla 55–77 dnů a celková potřeba plochy pro 1000 rostlin, vyjádřená hodnotou dny.m², se pohybovala v rozmezí 4908–5969 v závislosti na termínu výsadby. V konečné hustotě se umístilo na m² pěstební plochy vždy 9 výpěstků.

Tab. 4 Průměrné velikostní ukazatele *Thunbergia alata* při pěstebních postupech I, II, III

pěstební postup	výška (cm)	šířka (cm)	počet květů (ks)	termín hodnocení (začátek prodeje)
I	85,5	37,4	15,6	10. 5.
II	86,6	38,5	23,0	16. 5.
III	85,1	39,2	28,2	29. 5.

Tab. 5 Výpočet potřeby plochy pro 1000 rostlin *Thunbergia gregorii* 'Apricot' a 'Lemon Star' od sázení do kvetení – pěstební postup I, úsek pěstování: S – po sázení, R₁ – po prvním, R₂ – po druhém rozestavení

úsek pěstování	počet rostlin na m ² pěstební plochy	potřeba pěstební plochy (dny.m ²)
S 10. 3. – 3. 4.	25	25 × 40,00 = 1000,00
R ₁ 4. 4. – 19. 4.	12	16 × 83,33 = 1333,28
R ₂ 20. 4. – 16. 5.	9	27 × 111,11 = 2999,97
celková pěstební doba	ve dnech	celková potřeba plochy
10. 3. – 16. 5.	68	5333,25

Tab. 6 Výpočet potřeby plochy pro 1000 rostlin *Thunbergia gregorii* 'Apricot' a 'Lemon Star' od sázení do kvetení – pěstební postup II, úsek pěstování: popis viz tab. 5

úsek pěstování	počet rostlin na m ² pěstební plochy	potřeba pěstební plochy (dny.m ²)
S 14. 3. – 23. 3.	25	10 × 40,00 = 400,00
R ₁ 24. 3. – 19. 4.	14	32 × 71,43 = 2285,76
R ₂ 20. 4. – 9. 5.	9	20 × 111,11 = 2222,20
celková pěstební doba	ve dnech	celková potřeba plochy
14. 3. – 9. 5.	62	4907,96

Tab. 7 Výpočet potřeby plochy pro 1000 rostlin *Thunbergia gregorii* 'Apricot' a 'Lemon Star' od sázení do kvetení – pěstební postup III, úsek pěstování: popis viz tab. 5

úsek pěstování	počet rostlin na m ² pěstební plochy	potřeba pěstební plochy (dny.m ²)
	25	25 × 40,00 = 1000,00
S 30. 3. – 4. 4.	25	6 × 40,00 = 240,00
R ₁ 5. 4. – 1. 5.	12	27 × 83,33 = 2249,91
R ₂ 2. 5. – 23. 5.	9	22 × 111,11 = 2444,42
celková pěstební doba	ve dnech	celková potřeba plochy
30. 3. – 23. 5.	55	4934,33

Tab. 8 Průměrné velikostní ukazatele *Thunbergia gregorii* 'Apricot' při pěstebních postupech I, II, III

pěstební postup	výška (cm)	šířka (cm)	počet květů (ks)	termín hodnocení (začátek prodeje)
I	83,3	32,9	11,6	18. 4.
II	83,0	35,1	16,1	9. 5.
III	85,3	36,5	15,7	23. 5.

Tab. 9 Průměrné velikostní ukazatele *Thunbergia gregorii* 'Lemon Star' při pěstebních postupech I, II, III

pěstební postup	výška (cm)	šířka (cm)	počet květů (ks)	termín hodnocení (začátek prodeje)
I	81,3	32,4	13,0	18. 4.
II	83,5	32,6	18,5	9. 5.
III	84,7	36,6	17,3	23. 5.

Rok 2007

Výpěstky *Thunbergia alata* 'Susi Orange Black Eye' a 'African Sunset' (tab. 10–14) z postupných výsevů 1. 2., 1. 3. a 15. 3. (pěstební postup I, II, III) měly vždy velmi dobrou kvalitu a vykvétaly postupně od poloviny května až začátku června (od 2. 5.–6. 6.). Rostliny byly dostatečně rozvětvené a dosahovaly v době hodnocení u odrůdy 'Susi Orange Black Eye' výšky 80–83 cm, šířky 37–38 cm a 10 květů, u odrůdy 'African Sunset' výšky 84–87 cm, šířky 34 cm a 7–16 květů. Délka pěstování v květináčích byla u první odrůdy 51–69 dnů, u druhé odrůdy 58–78 dnů a celková potřeba plochy pro 1000 rostlin, vyjádřená hodnotou dny.m², se pohybovala v rozmezí 3435–4827, respektive 4095–6042.

Tab. 13 Průměrné velikostní ukazatele *Thunbergia alata* 'Susi Orange Black Eye' při postupech I, II, III

pěstební postup	výška (cm)	šířka (cm)	počet květů (ks)	termín hodnocení
I	79,94	36,82	9,80	2. 5.
II	81,60	38,12	9,7	21. 5.
III	82,70	38,18	10,28	22. 5.

Tab. 10 Výpočet potřeby plochy pro 1000 rostlin *Thunbergia alata* 'Susi Orange Black Eye' (SO) a 'African Sunset' (AS) od sázení do kvetení – pěstební postup I, úsek pěstování: S – po sázení, R₁ – po prvním, R₂ – po druhém rozestavení

úsek pěstování	počet rostlin na m ² pěstební plochy	potřeba pěstební plochy (dny.m ²)
S 23. 2. – 25. 3. SO	25	31 × 40,00 = 1240,00
26. 2. – 25. 3. AS	25	28 × 40,00 = 1120,00
R ₁ 26. 3. – 10. 4. SO, AS	14	16 × 71,43 = 1142,88
R ₂ 11. 4. – 2. 5. SO	9	22 × 111,11 = 2444,42
– 14. 5. AS	9	34 × 111,11 = 3777,74
celková pěstební doba	ve dnech	celková potřeba plochy
23. 2. – 2. 5. SO	69	4827,30
26. 2. – 14. 5. AS	78	6040,62

Tab. 11 Výpočet potřeby plochy pro 1000 rostlin *Thunbergia alata* 'Susi Orange Black Eye' (SO) a 'African Sunset' (AS) od sázení do kvetení – pěstební postup II, úsek pěstování: popis viz tab. 10

úsek pěstování	počet rostlin na m ² pěstební plochy	potřeba pěstební plochy (dny.m ²)
S 22. 3. – 15. 4. SO, AS	25	25 × 40,00 = 1107,01
R ₁ 16. 4. – 1. 5. SO, AS	14	16 × 71,43 = 1142,88
R ₂ 2. 5. – 21. 5. SO	9	20 × 111,11 = 2222,20
– 28. 5. AS	9	27 × 111,11 = 2999,97
celková pěstební doba	ve dnech	celková potřeba plochy
22. 3. – 2. 5. SO	61	4365,08
22. 3. – 28. 5. AS	68	5142,85

Tab. 12 Výpočet potřeby plochy pro 1000 rostlin *Thunbergia alata* 'Susi Orange Black Eye' (SO) a 'African Sunset' (AS) od sázení do kvetení – pěstební postup III, úsek pěstování: popis viz tab. 10

úsek pěstování	počet rostlin na m ² pěstební plochy	potřeba pěstební plochy (dny.m ²)
S 2. 4. – 24. 4. SO	25	23 × 40,00 = 821,33
10. 4. – 2. 5. AS	25	23 × 40,00 = 821,33
R ₁ 25. 4. – 9. 5. SO	14	15 × 71,43 = 1071,45
3. 5. – 20. 5. AS	14	18 × 71,43 = 1285,74
R ₂ 10. 5. – 22. 5. SO	9	13 × 111,11 = 1443,43
21. 5. – 6. 6. AS	9	17 × 111,11 = 1888,87
celková pěstební doba	ve dnech	celková potřeba plochy
2. 4. – 22. 5. SO	51	3434,88
10. 4. – 6. 6. AS	58	4094,61

Tab. 14 Průměrné velikostní ukazatele *Thunbergia alata* 'African Sunset' při postupech I, II, III

pěstební postup	výška (cm)	šířka (cm)	počet květů (ks)	termín hodnocení
I	84,25	34,07	7,43	14. 5.
II	85,42	33,87	15,48	28. 5.
III	86,60	33,89	6,35	6. 6.

Výpěstky *Thunbergia gregorii* v odrůdách 'New Orange' a 'Rot-Orange' (tab. 15–18) z postupných výsadeb 22. 2. a 30. 4. (pěstební postup I, II) byly také velmi kvalitní a vykvétaly od konce dubna až poloviny června (od 24. 4.–13. 6.). Ranější odrůda s menšími květy 'New Orange' dosahovala výšky 79–83 cm, šířky 26–32 cm a 9–17 květů, pozdnější odrůda s většími květy 'Rot-Orange' výšky 80–83 cm, šířky 34–40 cm a 4–7 květů. Délka pěstování byla u první odrůdy 43–62 dny, u druhé odrůdy 45–62 dny. Celková potřeba plochy pro 1000 rostlin, vyjádřená hodnotou dny.m², se pohybovala v rozmezí 3163–4108, respektive 3505–4108.

Tab. 15 Výpočet potřeby plochy pro 1000 rostlin *Thunbergia gregorii* 'New Orange' (NO) a 'Rot-Orange' (RO) – pěstební postup I, úsek pěstování: S – po sázení, R₁ – po prvním, R₂ – po druhém rozestavení

úsek pěstování	počet rostlin na m ² pěstební plochy	potřeba pěstební plochy (dny.m ²)
S 22. 2. – 25. 3. NO, RO	25	32 × 40,00 = 1280,00
R ₁ 26. 3. – 9. 4. NO, RO	14	15 × 71,43 = 1071,45
R ₂ 10. 4. – 24. 4. NO, RO	9	15 × 111,11 = 1666,65
celková pěstební doba	ve dnech	celková potřeba plochy
22. 2. – 24. 4. NO, RO	62	4018,10

Tab. 16 Výpočet potřeby plochy pro 1000 rostlin *Thunbergia gregorii* 'New Orange' (NO) a 'Rot-Orange' (RO) – pěstební postup II, úsek pěstování: popis viz tab. 15

úsek pěstování	počet rostlin na m ² pěstební plochy	potřeba pěstební plochy (dny.m ²)
S 30. 4. – 15. 5. NO, RO	25	16 × 40,00 = 640,00
R ₁ 16. 5. – 27. 5. NO	14	12 × 71,43 = 857,16
– 24. 5. RO	14	9 × 71,43 = 642,87
R ₂ 28. 5. – 11. 6. NO	9	15 × 111,11 = 1665,65
22. 5. – 13. 6. RO	9	20 × 111,11 = 2222,20
celková pěstební doba	ve dnech	celková potřeba plochy
30. 4. – 11. 6. NO	43	3162,81
30. 4. – 13. 7. RO	45	3505,07

Tab. 17 Průměrné velikostní ukazatele *Thunbergia gregorii* 'New Orange' při postupech I, II

pěstební postup	výška (cm)	šířka (cm)	počet květů (ks)	termín hodnocení
I	78,65	25,60	8,53	24. 4.
II	82,86	32,37	17,25	11. 6.

Tab. 18 Průměrné velikostní ukazatele *Thunbergia gregorii* 'Rot-Orange' při postupech I, II

pěstební postup	výška (cm)	šířka (cm)	počet květů (ks)	termín hodnocení
I	80,01	34,25	3,73	24. 4.
II	82,46	39,70	6,80	13. 6.

Výpěstky *Lophospermum* hybrid 'Lofos Wine Red' (tab. 19–22) z postupných výsadeb 22. 2., 19. 3. a 30. 4. (pěstební postup I, II, III) vykazovaly také velmi dobrou kvalitu a nakvétaly od poloviny května až začátku července (14. 5.–2. 7.). Rostliny s výškou 81–95 cm, šířkou 34–36 cm vyvinuly 2–6 otevřených květů. Délka pěstování v květináčích byla podle termínu výsadby 64–82 dny a celková potřeba plochy pro 1000 rostlin, vyjádřená hodnotou dny.m², se pohybovala v rozmezí 5380–6419.

Tab. 19 Výpočet potřeby plochy pro 1000 rostlin *Lophospermum* hybrid 'Lofos Wine Red' od sázení do kvetení – pěstební postup I, úsek pěstování: S – po sázení, R₁ – po prvním, R₂ – po druhém rozestavení

úsek pěstování	počet rostlin na m ² pěstební plochy	potřeba pěstební plochy (dny.m ²)
S 22. 2. – 25. 3.	25	32 × 40,00 = 1280,00
R ₁ 26. 3. – 9. 4.	12	15 × 83,33 = 1249,95
R ₂ 10. 4. – 14. 5.	9	35 × 111,11 = 3888,85
celková pěstební doba	ve dnech	celková potřeba plochy
22. 2. – 14. 5.	82	6418,80

Tab. 20 Výpočet potřeby plochy pro 1000 rostlin *Lophospermum* hybrid 'Lofos Wine Red' od sázení do kvetení – pěstební postup II, úsek pěstování: popis viz tab. 19

úsek pěstování	počet rostlin na m ² pěstební plochy	potřeba pěstební plochy (dny.m ²)
S 19. 3. – 16. 4.	25	29 × 40,00 = 1160,00
R ₁ 17. 4. – 2. 5.	12	16 × 83,33 = 1333,28
R ₂ 3. 5. – 28. 5.	9	26 × 111,11 = 2886,86
celková pěstební doba	ve dnech	celková potřeba plochy
19. 3. – 28. 5.	71	5380,14

Tab. 21 Výpočet potřeby plochy pro 1000 rostlin *Lophospermum* hybrid 'Lofos Wine Red' od sázení do kvetení – pěstební postup III, úsek pěstování: popis viz tab. 19

úsek pěstování	počet rostlin na m ² pěstební plochy	potřeba pěstební plochy (dny.m ²)
S 30. 4. – 15. 5.	25	16 × 40,00 = 640,00
R ₁ 16. 5. – 3. 6.	12	19 × 83,33 = 1583,27
R ₂ 4. 6. – 2. 7.	9	29 × 111,11 = 3222,19
celková pěstební doba	ve dnech	celková potřeba plochy
30. 4. – 2. 7.	64	5445,46

Tab. 22 Průměrné velikostní ukazatele *Lophospermum* hybrid 'Lofos Wine Red' při postupech I, II, III

pěstební postup	výška (cm)	šířka (cm)	počet květů (ks)	termín hodnocení
I	85,75	36,19	2,10	14. 5.
II	95,14	37,03	3,78	28. 5.
III	80,76	33,69	6,03	2. 7.

Rok 2008

Z postupných výsevů 6. 2. a 4. 3. (pěstební postup I, II) byly získány výpěstky *Asarina purpusii* 'Victoria Falls', *Asarina scandens* 'Joan Lorraine' a 'Sky Blue', *Ipomea lobata* 'Jungle Queen' a *Asarina antirrhiniiflora* 'Violacea' v dobré až vynikající kvalitě.

Rostliny *Asarina purpusii* 'Victoria Falls' (tab. 23–25) nakvétaly od konce května až poloviny června (od 26. 5.–16. 6.) růžově karmínovými, velkými květy a měly v době hodnocení výšku 82–86 cm, šířku 32–34 cm a 7–11 květů. Délka pěstování v květináčích byla 61–68 dnů a potřeba plochy pro 1000 rostlin, vyjádřená hodnotou dny.m², se pohybovala v rozmezí 5913–6858 podle termínu výsadby. Na m² pěstební plochy se umístilo v konečné hustotě 6 výpěstků.

Tab. 23 Výpočet potřeby plochy pro 1000 rostlin *Asarina purpusii* 'Victoria Falls' od sázení do kvetení – pěstební postup I, úsek pěstování: S – po sázení, R₁ – po prvním, R₂ – po druhém rozestavení

úsek pěstování	počet rostlin na m ² pěstební plochy	potřeba pěstební plochy (dny.m ²)
S 20. 3. – 15. 4.	25	27 × 40,00 = 1080,00
R ₁ 16. 4. – 4. 5.	9	19 × 111,11 = 2111,09
R ₂ 5. 5. – 26. 5.	6	22 × 166,67 = 3666,74
celková pěstební doba	ve dnech	celková potřeba plochy
20. 3. – 26. 5.	68	6857,83

Tab. 24 Výpočet potřeby plochy pro 1000 rostlin *Asarina purpusii* 'Victoria Falls' od sázení do kvetení – pěstební postup II, úsek pěstování: popis viz tab. 23

úsek pěstování	počet rostlin na m ² pěstební plochy	potřeba pěstební plochy (dny.m ²)
S 17. 4. – 13. 5.	25	27 × 40,00 = 1080,00
R ₁ 14. 5. – 28. 5.	9	15 × 111,11 = 1666,65
R ₂ 29. 5. – 16. 6.	6	19 × 166,67 = 3166,73
celková pěstební doba	ve dnech	celková potřeba plochy
17. 4. – 16. 6.	61	5913,38

Tab. 25 Průměrné velikostní ukazatele *Asarina purpusii* 'Victoria Falls' při postupech I, II

pěstební postup	výška (cm)	šířka (cm)	počet květů (ks)	termín hodnocení
I	85,8	33,8	6,8	26. 5.
II	82,0	32,3	10,8	16. 6.

Výpěstky *Asarina antirrhiniiflora* 'Violacea' (tab. 26–28) nakvétaly od poloviny května (12. 5.) až začátku června (12. 5.–2. 6.) malými, modrofialovými květy a v době hodnocení měly výšku 83–88 cm, šířku 27–31 cm a 33–38 květů. Délka pěstování v květináčích byla 47–54 dny a potřeba plochy pro 1000 rostlin, vyjádřená hodnotou dny.m², se pohybovala podle termínu výsadby v rozpětí 3720–3942. Na m² pěstební plochy bylo rozestaveno v konečné hustotě 9 výpěstků.

Tab. 26 Výpočet potřeby plochy pro 1000 rostlin *Asarina antirrhiniiflora* 'Violacea' od sázení do kvetení – pěstební postup I, úsek pěstování: S – po sázení, R – po rozestavení

úsek pěstování	počet rostlin na m ² pěstební plochy	potřeba pěstební plochy (dny.m ²)
S 20. 3. – 15. 4.	25	18 × 40,00 = 720,00
R 16. 4. – 12. 5.	9	27 × 111,11 = 2999,97
celková pěstební doba	ve dnech	celková potřeba plochy
20. 3. – 12. 5.	54	3719,97

Tab. 27 Výpočet potřeby plochy pro 1000 rostlin *Asarina antirrhiniiflora* 'Violacea' od sázení do kvetení – pěstební postup II, úsek pěstování: popis viz tab. 26

úsek pěstování	počet rostlin na m ² pěstební plochy	potřeba pěstební plochy (dny.m ²)
S 17. 4. – 4. 5.	25	18 × 40,00 = 720,00
R 5. 5. – 2. 6.	9	29 × 111,11 = 3222,19
celková pěstební doba	ve dnech	celková potřeba plochy
17. 4. – 2. 6.	47	3942,19

Tab. 28 Průměrné velikostní ukazatele *Asarina antirrhiniiflora* 'Violacea' při postupech I, II

pěstební postup	výška (cm)	šířka (cm)	počet květů (ks)	termín hodnocení
I	88,2	31,3	38,0	12. 5.
II	83,2	27,4	33,3	2. 6.

Rostliny *Asarina scandens* 'Joan Lorraine' a 'Sky Blue' (tab. 29–31) nakvétaly od poloviny května až začátku června (12. 5.–9. 6.) a v době hodnocení dosahovaly výšky 83 cm, šířky 24–34 cm a 6–17 květů v závislosti na odrůdě. Délka pěstování v květináčích byla 51–58 dnů a potřeba plochy pro 1000 rostlin, vyjádřená hodnotou dny.m², se pohybovala v rozmezí 4204–4524. V konečné hustotě se umístilo na m² pěstební plochy vždy 9 výpěstků.

Tab. 29 Výpočet potřeby plochy pro 1000 rostlin *Asarina scandens* 'Joan Lorraine' od sázení do kvetení – pěstební postup I, úsek pěstování: S – po sázení, R – po rozestavení

úsek pěstování	počet rostlin na m ² pěstební plochy	potřeba pěstební plochy (dny.m ²)
S 20. 3. – 15. 4.	25	27 × 40,00 = 800,00
R 16. 4. – 16. 5.	9	31 × 111,11 = 3444,41
celková pěstební doba	ve dnech	celková potřeba plochy
20. 3. – 16. 5.	58	4524,41

Tab. 30 Výpočet potřeby plochy pro 1000 rostlin *Asarina scandens* 'Sky Blue' od sázení do kvetení – pěstební postup II, úsek pěstování: popis viz tab. 29

úsek pěstování	počet rostlin na m ² pěstební plochy	potřeba pěstební plochy (dny.m ²)
S 17. 4. – 5. 5.	25	19 × 40,00 = 760,00
R 6. 5. – 9. 6.	9	32 × 111,11 = 3444,41
celková pěstební doba	ve dnech	celková potřeba plochy
17. 4. – 9. 6.	51	4204,41

Rostliny *Ipomea lobata* 'Jungle Queen' (tab. 32–35) nakvétaly od poloviny dubna až poloviny června (14. 4.–12. 6.). Zatemňované rostliny měly výšku 81–84 cm, šířku 29–32 cm a 23–24 květenství, nezatemňované rostliny výšku 85–94 cm, šířku 25–48 cm a 16–25 květů. V průměru byly zatemňované rostliny o 7 cm nižší a o 6 cm užší než rostliny nezatemňované a obě varianty vytvořily stejný počet květenství. Délka pěstování v květináčích byla u zatemňovaných rostlin 56–60 dnů, u nezatemňovaných rostlin 60–94 dny. Potřeba plochy pro 1000 rostlin, vyjádřená hodnotou dny.m², se pohybovala u zatemňovaných rostlin v rozmezí 4800–5315, u nezatemňovaných rostlin 5315–9189 v závislosti na termínu výsadby. V konečné hustotě se umístilo na m² pěstební plochy 6–9 výpěstků.

Tab. 31 Průměrné velikostní ukazatele *Asarina scandens* 'Joan Lorraine' a 'Sky Blue' při postupech I, II

odrůda	výška (cm)	šířka (cm)	počet květů (ks)	termín hodnocení
'Joan Lorraine'	82,6	23,8	6,1	16. 5.
'Sky Blue'	83,3	33,8	17,4	9. 6.

Tab. 32 Výpočet potřeby plochy pro 1000 zatemňovaných (Z) a nezatemňovaných (N) rostlin *Ipomea lobata* 'Jungle Queen' od sázení do kvetení – pěstební postup I, úsek pěstování: S – po sázení, R – po rozestavení

úsek pěstování	počet rostlin na m ² pěstební plochy	potřeba pěstební plochy (dny.m ²)
S 15. 2. – 4. 3.	25	19 × 40,00 = 760,00
R 5. 3. – 14. 4.	9	41 × 111,11 = 4555,51
celková pěstební doba	ve dnech	celková potřeba plochy
15. 2. – 14. 4. Z, N	60	5315,10

Tab. 33 Výpočet potřeby pro 1000 zatemňovaných (Z) a nezatemňovaných (N) rostlin *Ipomea lobata* 'Jungle Queen' od sázení do kvetení – pěstební postup II, úsek pěstování: popis viz tab. 32

úsek pěstování	počet rostlin na m ² pěstební plochy	potřeba pěstební plochy (dny.m ²)
S 11. 3. – 30. 3.	25	20 × 40,00 = 800,00
R ₁ 31. 3. – 5. 5. Z	14	12 × 71,43 = 857,16
31. 3. – 9. 6. N	9	9 × 71,43 = 642,87
R ₂ – Z	–	–
10. 6. – 12. 6. N	6	3 × 166,67 = 500,01
celková pěstební doba	ve dnech	celková potřeba plochy
11. 3. – 5. 5. Z	56	4799,96
11. 3. – 12. 6. N	94	9188,81

Tab. 34 Průměrné velikostní ukazatele *Ipomea lobata* 'Jungle Queen' u zatemňovaných rostlin při postupech I, II

pěstební postup	výška (cm)	šířka (cm)	počet květů (ks)	termín hodnocení
I	80,5	28,5	23,5	14. 4.
II	84,1	30,5	23,1	5. 5.

Tab. 35 Průměrné velikostní ukazatele *Ipomea lobata* 'Jungle Queen' u nezatemňovaných rostlin při postupech I, II

pěstební postup	výška (cm)	šířka (cm)	počet květů (ks)	termín hodnocení
I	85,2	24,7	25,1	14. 4.
II	93,5	48,2	15,8	12. 6.

4 DISKUSE

V květináčích o průměru 19 cm s opěrnou konstrukcí jsme pěstovali vybrané druhy a odrůdy generativně i vegetativně množených květin s popínavými výhony, které doporučují i autoři Hortig (2003) a Dípner (1989, 2000), Altmann a Lösekrug (2005), Essig a Ruttensperger (2003) a Richter et al. (2001). Během pokusů jsme zjistili, že *Thunbergia alata* ve směsi i v odrůdách 'Susi Orange Black Eye' a 'African Sunset' s oranžovými, žlutými a okrově žlutými až hnědě karmínovými květy, *Thunbergia gregorii* v odrůdách 'Apricot', 'Lemon Star', 'New Orange' a 'Rot-Orange' s meruňkovými, citronově žlutými a oranžovými květy, *Lophospermum* hybrid 'Lofos Wine Red' s karmínově fialovými květy, dále *Asarina purpusii* 'Victoria Falls' s karmínově růžovými květy, *Asarina scandens* v odrůdách 'Joan Lorraine' a 'Sky Bue' s modrofialovými a světle modrými květy a *Ipomea lobata* 'Jungle Queen' se smetanově bílými až oranžově červenými květy jsou vhodné pro ověřovanou technologii pěstování. Jsou to atraktivní, též podle autorů Essig, Ruttensperger (2003), Richter-Tietel a Ivanovic (2002) bohatě kvetoucí rostliny s krátkou pěstební dobou, pro prodej od poloviny dubna do konce června, tj. v hlavní sezoně záhonových a balkonových květin. Z těchto důvodů je lze doporučit zahradnické praxi. Při pěstování však musí pěstitel počítat s vyšší potřebou ruční práce k vyvazování výhonů, což zmiňují i autoři Hortig (2003) a Dípner (2000), a vyšší potřebou plochy na konci kultury.

Asarina antirrhiniflora 'Violacea' je citlivá na přelití a při nepřiměřené závlivce dochází snadno k úhynu kořenů a výpadku rostlin. Po odkvětu se vytváří mnoho semeníků, a tím se výrazně zkracuje doba kvetení. Totéž potvrdil Bessler (1994) u odrůdy 'Ruby'.

5 ZÁVĚR

Z postupných výsevů od začátku února až poloviny března a z postupných výsadeb zakořenělých řízků od začátku února až konce dubna byly získány v průběhu 3 let ve většině případů kvalitní kvetoucí rostliny s popínavými výhony v květináčích o průměru 19 cm, vyvazované k opěře (3 bambusové tyčky o délce 0,9 m, spojené ve vrcholu). Rostliny generativně množených druhů *Thunbergia alata* ve směsi i v odrůdách 'African Sunset', 'Susi Orange Black Eye', *Asarina purpusii* 'Victoria Falls', *Asarina scandens* 'Joan Lorraine', 'Sky Blue', *Asarina antirrhiniflora* 'Violacea' a *Ipomea lobata* 'Jungle Queen' kvetly v dubnu až červnu a na konci pokusů dosahovaly v závislosti na termínu výsevu a odrůdě průměrné výšky 82–89 cm, šířky 29–38 cm a 10–36 květů nebo 21–23 květenství. Délka pěstování v květináčích byla 47–78 dnů. Rostliny vegetativně množených druhů *Thunbergia gregorii* 'Apricot', 'Lemon Star', 'New Orange', 'Rot-Orange' a *Lophospermum* hybrid 'Lofos Wine Red' kvetly v dubnu až začátkem června a v době hodnocení měly podle odrůdy a termínu výsadby průměrnou výšku 81–87 cm, šířku 33–36 cm a 4–15 květů. Délka pěstování v květináčích byla 43–82 dny. Na m² pěstební plochy se umístilo v konečné hustotě 6–9 výpěstků.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za finanční podpory Ministerstva životního prostředí České republiky v rámci výzkumného záměru č. 0002707301.

6 LITERATURA

- ALTMANN, A., LÖSERKRUG, CH. (2005). Einjährige Schlinger bereichern Balkone und Terrassen. GB: das Magazin für Zierpflanzenbau, roč. 105, č. 19, s. 8–9.
- BESSLER, B. (1994): *Asarina* bietet mehr. Deutscher Gartenbau, roč. 48, č. 51–52, s. 3044–3045.
- DIPNER, H. (1989): Einjährige Schlinger als Topflanzen. Deutscher Gartenbau, roč. 43, č. 49, s. 2946–2947.
- DIPNER, H. (1989): Einjährige Schlinger mit Vorkultur. Deutscher Gartenbau, roč. 43, č. 49, s. 2940–2940.
- DIPNER, H. (2000): Mit einjährige Schlinger erfolgreich. Deutscher Gartenbau, roč. 54, č. 6, s. 14–17.
- ESSIG, W., RUTTENSBERGER, U. (2003): Ausfstrebende Schönheiten. Deutscher Gartenbau, roč. 57, č. 44, s. 12–14.

HORTIG, MAX, A. (2003): Es tut sich was! Deutscher Gartenbau, roč. 57, č. 44, s. 10–12.

RICHTER-TIETEL, W., IVANOVIC, D. (2002): Blütenpracht in der Verticalen. Deutscher Gartenbau, roč. 56, č. 51–52, s. 14–17.

RICHTER, G., RICHTER-TIETEL, W., REIS, A. (2001): Einfach und prächtig. Dtsch. Gartenbau, roč. 55, č. 34, s. 15–17.

Rukopis doručen: 19. 9. 2008
Přijat po recenzi: 29. 10. 2008



Obr. 1 *Thunbergia gregorii* 'Lemon Star'



Obr. 2 *Thunbergia alata* 'African Sunset'



Obr. 3 *Thunbergia alata* 'Susi Orange Black Eye'



Obr. 4 *Lophospermum* hybrid 'Lofos Wine Red'

SROVNÁNÍ ENERGETICKÉ PRODUKCE VÝMLADKOVÉ KULTURY TOPOLU S JEDNOLETÝMI PLODINAMI V BRAMBORÁŘSKÉ VÝROBNÍ OBLASTI

COMPARISON OF ENERGY PRODUCTION OF POPLAR FROM SHORT ROTATION COPPICE WITH ANNUAL CROPS IN POTATO GROWING REGION

Vojtěch Benetka, Kateřina Kozlíková, Petra Pilařová

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

Abstract: A trial of an 11 year-old short rotation coppice of black poplar and hybrid clone NE-42 is situated at altitude of 515 m a.s.l., where an annual average temperature is 7.7 °C and average annual precipitation is 655 mm. The objective of this work was to calculate an energy gain of poplars from the trial. The energy gains were calculated also for winter barley, winter rape and maize silage grown under the same conditions. The obtained results were compared. A lifetime of poplars short rotation coppice has to be at least 14 years to achieve the average energy gain level of agricultural crops. However, poplars can be grown in marginal areas which are not suitable for agricultural production.

Abstrakt: Jedenáctiletý pokus s výmladkovou kulturou topolu černého a hybridním klonem NE-42 byl pěstován v nadmořské výšce 515 m n. m. při průměrné roční teplotě 7,7 °C a ročních srážkách 655 mm. Cílem práce bylo z tohoto pokusu vypočítat energetický zisk pro topol. Energetický zisk byl vypočítán také pro ozimý ječmen, ozimou řepku a silážní kukuřici při stejných klimatických podmínkách. Získané výsledky byly porovnány. Aby topol dosáhl průměrné hodnoty energetického zisku zemědělských plodin, musí být životnost porostu alespoň 14 let. Na rozdíl od zemědělských plodin však topol může využívat i marginální pozemky, které nejsou pro zemědělskou produkci vhodné.

Key words: energy gain, biomass production, *Populus*.

Klíčová slova: energetický zisk, produkce biomasy, *Populus*.

1 ÚVOD

Jednou z možností při hledání nových zdrojů energie jsou biopaliva. Pro tento účel nalezly uplatnění zemědělské plodiny, které se zároveň používají k výrobě potravin. V poslední době se biopalivům tohoto původu, označovaným též jako biopaliva I. generace, začíná připisovat podíl na současném růstu cen potravin. Jako nová generace biopaliv vystupuje dřevní hmota. Jedním ze zdrojů dřevní hmoty mohou být rychle rostoucí dřeviny pěstované ve výmladkových kulturách. Výmladkové kultury jsou důležité při snižování skleníkových plynů, mají vyrovnanou bilanci CO₂ a minimální emise. Navíc výmladkové kultury mají pozitivní vliv na biodiverzitu, zásobu živin a chrání půdu proti větrné a vodní erozi (Isebrands a Karnosky 2001). Pro tyto výsadby jsou vhodné různé druhy rychle rostoucích dřevin jako topoly a vrby, které jsou velmi slibné, neboť mají vysokou zmlazovací schopnost (Sennerby-Forsse et al., 1992; Bullard et al., 2002). Topoly patří mezi nejvíce pěstované druhy, neboť se řadí mezi nejrychleji rostoucí dřeviny mírného pásma, jsou jednoduše vegetativně množitelné, dají se pěstovat na různých, i méně vhodných místech. V současné době stoupá zájem o jejich využití jako obnovitelného zdroje energie (Balatinec a Kretschmann, 2001).

V ČR se nachází asi 0,5 mil. ha půdy nevhodné pro zemědělskou výrobu, ale využitelné pro pěstování biomasy (Moravec, 2008). Toto je plocha, kde si rychle rostoucí dřeviny nekonkurují se zemědělskými plodinami určenými pro výrobu potravin.

Cílem práce je porovnat produkci energie (energetický zisk) z jednotky plochy u topolů pěstovaných ve výmladkové kultuře s produkcí energie u vybraných jednoletých plodin. Pro tento cíl poslouží výsledky z pokusu založeného s topolem

v lokalitě, která se nachází v bramborářské výrobní oblasti. Výsledky od jednoletých plodin pocházejí ze stejné lokality z provozních ploch.

2 MATERIÁL A METODA

Pokus byl založen na lokalitě Smilkov v oblasti klimaticky středně teplé, vlhké, s průměrnou roční teplotou 7,7 °C a průměrným množstvím ročních srážek 655 mm. Lokalita se nachází v nadmořské výšce 515 m.

Pokus s výmladkovou kulturou topolu byl založen z 20 klonů topolu černého a mezidruhového hybridu. Klony topolu černého pocházejí z výběrových stromů a nepošly šlechtitelským výběrem. Mezidruhový hybrid NE-42 pochází z roku 1927 a nebyl šlechtěn speciálně pro výmladkové kultury.

Pokus byl založen na jaře 1997. Před založením pokusu byl pozemek zorán a připraven pro výsadbu běžnou agrotechnikou. Hnojení plným hnojivem (50 kg N, 50 kg P₂O₅ a 50 kg K₂O) bylo aplikováno první dva roky po výsadbě a pak vždy v roce následujícím po sklizni. Plevelé byly potlačovány herbicidem v 1. roce po sklizni, mechanicky v meziřádcích mulčováním 2 krát za rok po celou dobu trvání pokusu. První sklizeň se uskutečnila 4. rok po výsadbě v roce 2000, druhá ve 4. roce po 1. sklizni v roce 2004 a třetí ve 3. roce po 2. sklizni v roce 2007 (Benetka et al., 2007).

Za srovnávací plodiny byly zvoleny ozimý ječmen, ozimá řepka a silážní kukuřice. Ozimý ječmen a ozimá řepka rostly postupně v roce 2006 a 2007 v těsném sousedství pokusu s topolem, což zaručovalo shodné klimatické podmínky. Půdní podmínky pro tyto plodiny však byly příznivější než pro

topol. Silážní kukuřice byla vypěstována na pozemku vzdálenějším, ale se shodnými klimatickými podmínkami.

Údaje o výnosu u topolu pocházejí z přesných měření. U polních plodin jde o hodnoty získané z údajů zemědělského podniky. Množství slámy bylo pouze odhadnuto. Údaje o sušině u topolu jsou z přesných laboratorních měření, u polních plodin jde o odhad (15% vlhkost zrna u ječmene, 8 % u řepky a 33 % sušiny u silážní kukuřice v době sklizně).

Při vlastním postupu zjišťování energetického zisku jsme se řídili metodikou podle Preiningera (1987). Uváděná spotřeba energie vychází z norem pro bramborářskou výrobní oblast. Pro operace, které byly pro topol specifické a nebyly proto uvedeny v metodice, jsme vybrali pracovní operace příbuzné s odpovídající energetickou náročností. U prací spojených s odstraněním porostu se počítá s jeho životností 20 let.

U jednoletých plodin jsou pracovní operace uvedeny za dobu 11 let, aby odpovídaly souhrnu všech operací použitých během pěstování topolu. Hodnota „spalné teplo“ u topolu byla stanovena přesně pro kontrolní rostlinný materiál a u polních plodin se vycházelo z literárních údajů, které jsme využili pro výpočet. Při kalkulaci energetických vkladů v našem případě nebyly započítány pesticidy, neboť nebyly dostupné prvotní údaje.

3 VÝSLEDKY

Výnos sušiny u topolu černého a hybridního klonu NE-42 (tab. 1)

V tabulce 1 je uveden průměrný výnos sušiny za rok dosažený ve 3 sklizních u nejméně výnosných čtyřech klonů topolu černého a u hybridního klonu NE-42. Po prvních čtyřech letech byl výnos spíše symbolický (0,8 t.ha⁻¹. rok⁻¹). Teprve druhá a třetí sklizeň byla významná (7–11 t.ha⁻¹. rok⁻¹ sušiny). Průměrný výnos za 11 let pak byl u hybridního klonu NE-42 6,8 t.ha⁻¹. rok⁻¹ a u nejlepšího klonu topolu černého 5,9 t.ha⁻¹. rok⁻¹. Dá se očekávat, že za další 3 roky, to je za 14 let trvání porostu, se průměrný výnos zvedne na 9 t.ha⁻¹. rok⁻¹.

Tab. 1 Výnos biomasy v sušině [t.ha⁻¹.rok⁻¹] u vybraných klonů topolu černého a hybridního klonu NE-42 na lokalitě Smilkov v letech 1997–2007

Klon	1. sklizeň	2. sklizeň	3. sklizeň	průměr za 11 let
NE-42	0,8	9,4	11,4	6,8
301	0,7	7,9	10,0	5,9
206	-	7,6	8,7	-
311	-	7,2	9,7	-
210	1,25	7,3	8,0	-
Doba obmýtí	4 roky	4 roky	3 roky	-

Tab. 2 Počet pracovních operací a normativy přímé spotřeby energie pro pěstování a sklizeň jedenáctileté kultury topolu ve srovnání s jednoletými kulturami za stejné období; bramborářská oblast – Smilkov

	topol		ozimý ječmen		ozimá řepka		silážní kukuřice	
	n	E [MJ.ha ⁻¹]	n	E [MJ.ha ⁻¹]	n	E [MJ.ha ⁻¹]	n	E [MJ.ha ⁻¹]
Podmítka	1	0,29	11	3,14	11	3,14	11	3,14
Hluboká orba	1	0,85	11	9,31	11	9,31	11	9,31
Vlácení a smykování	1	0,20	11	2,17	11	2,17	11	2,17
Rozmetání průmysl. hnojiv	5	0,71	11	1,55	11	1,55	0	0,00
Zaorávka hnoje	0	0,00	0	0,00	0	0,00	11	8,15
Aplikace pesticidů	5	0,42	77	6,52	77	6,52	22	1,86
Aplikace tekutých hnojiv	0	0,00	33	2,80	33	2,80	11	0,93
Setí obilovin a řepky	0	0,00	11	1,47	11	1,47	0	0,00
Setí kukuřice	0	0,00	0	0,00	0	0,00	11	1,51
Výsadba topolu*	1	0,68	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Mulčování	22	3,88	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Přímá sklizeň obilovin	0	0,00	11	6,83	0	0,00	0	0,00
Přímá sklizeň řepky	0	0,00	0	0,00	11	7,30	0	0,00
Sklizeň silážní kukuřice	0	0,00	0	0,00	0	0,00	11	9,51
Sklizeň topolu**	3	2,59	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Úklid slámy	0	0,00	11	2,95	11	2,95	0	0,00
Zrušení porostu topolu***	0,5	0,49	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Průměr za 11 let		0,92		3,34		3,38		3,33

n...počet pracovních operací

E...normativy přímé spotřeby energie (motorová nafta) na jednotlivé pracovní operace (podle Preiningera, 1987)

* viz sázení brambor

** viz sklizeň silážní kukuřice

*** viz (2x hluboká orba + 1x kultivátor) × poloviční doba trvání porostu

Počet pracovních operací a normativy přímé spotřeby energie u topolu ve srovnání s jednoletými plodinami (tab. 2)

U jednoletých plodin jsou pracovní operace vyčísleny po dobu jedenácti let tak, aby odpovídaly množství operací, které byly vynaloženy na provoz 11leté kultury topolu. Zde ku příkladu vyniká vysoký náklad na hlubokou orbu, který je u topolu rozložen na celou dobu trvání porostu. Podobně i ostatní operace spojené s přípravou pozemku. Rovněž menší počet sklizní snižuje energetickou náročnost na tuto operaci u topolu (2,59) ve srovnání s kukuřicí za 11 let (9,51).

Přímá spotřeba energie je u topolu menší téměř o dvě třetiny (55 %) proti jednoletým plodinám.

Bilance produkce energie, energetických vkladů a energetického zisku u topolu a vybraných jednoletých plodin (tab. 3)

Produkce energie byla nejnižší u topolu černého (průměrná produkce za 11 let – 110,86 GJ. ha⁻¹) a na druhém místě u hybridního klonu NE-42. Nejvyšší produkci energie dosáhla silážní kukuřice 200,8 GJ. ha⁻¹. Naopak nejnižší průměrné energetické náklady byly dosaženy u topolu (3,51 GJ. ha⁻¹) a nejvyšší u řepky ozimé (21,12 GJ. ha⁻¹). U jednoletých plodin nejvyšší položku energetických vkladů tvořila hnojiva. Energetický zisk (produkce energie – energetické vklady) byl nejvyšší u silážní kukuřice (181 GJ. ha⁻¹) a u ječmene ozimého (150,54 GJ. ha⁻¹). Nejnižší energetický zisk byl z jednoletých u řepky ozimé (129,22 GJ. ha⁻¹). Kolem těchto hodnot se pohybovaly hodnoty dosažené u hybridního klonu topolu NE-42 (122,63). Topol černý dosáhl nejnižšího energetického zisku (107,35 GJ. ha⁻¹).

4 DISKUZE

Cílem práce bylo stanovit energetický zisk z jednotky plochy u výmladkové kultury topolu a tuto hodnotu porovnat s hodnotami dosaženými u vybraných jednoletých plodin. Srovnání se uskutečnilo v lokalitě s méně příznivými klima-

tickými podmínkami. Srovnání zde provedené je z hlediska metodického zatížení chybou, neboť výnosy jednoletých plodin použité pro hodnocení jsou pouze z jednoho roku. Rovněž uvedené plodiny rostly v odlišných podmínkách, t. j. na kvalitnějších půdách, než na kterých rostly topolové klony. Klimatické podmínky však byly více méně podobné. Ovšem porovnáme-li výnosy, které jsme v této práci použili, s výnosy uváděnými ČSÚ (2008), pak výnosy za roky 2006 a 2007 u řepky ozimé a silážní kukuřice byly přibližně shodné jak v celostátním průměru, tak i v průměru za kraj Vysočina (převážně bramborářský kraj). Pouze výnos ozimého ječmene v našem případě byl vyšší přibližně o 30 % proti údajům, které jsou v práci použité.

Průměrné výnosy sušiny u topolu jsou významně negativně ovlivněny prvními třemi roky počátečního růstu rostlin. Při předpokládaném trvání porostu okolo 20 let se tento nepříznivý vliv odstraní již v první polovině životnosti porostu. Významné je, že rozdíl mezi nejlepším klonem topolu černého (301) a hybridním klonem NE-42 byl statisticky neprůkazný.

Výnosy jednoletých plodin jsou výsledkem vysoké agrotechnické úrovně s vysokými energetickými vklady (hnojiva, pesticidy).

Při rozboru cílové hodnoty – energetického zisku z plochy – je si nutné všimnout především energetických vkladů. U topolu se energetické náklady snižují v důsledku toho, že řada energeticky náročných operací je jednorázová (orba, příprava půdy) nebo se opakuje za delší časové období (sklizeň), a tím se rozkládá do celé doby trvání porostu nebo se dělí do delšího časového úseku. Rovněž se tyto náklady snižují v důsledku extenzivního obhospodařování této kultury (nízké dávky hnojiv a pesticidů) proti jednoletým plodinám. Toto jsou skutečnosti, které jednoznačně zvýhodňují topol. Pokud jde o složky podílející se na produkci energie, pak hodnoty spalného tepla u topolu a zrna obilovin jsou přibližně stejné, jsou vyšší proti silážní kukuřici, ale významně nižší proti semenům řepky. Pokud jde o nižší výnos u topolu, je třeba zdůraznit, že do

Tab. 3 Bilance produkce energie u topolu a vybraných jednoletých plodin [GJ. ha⁻¹]

	topol (průměr z 11 let)		ozimý ječmen		ozimá řepka		silážní kukuřice
	NE-42	klon 301	zrno	sláma	zrno	sláma	
Výnos sušiny [t. ha ⁻¹]	6,80	5,90	5,10	4,08	2,73	4,25	10,89
Spalné teplo [GJ. t ⁻¹]	18,55	18,79	18,23*	17,72*	27,83*	17,48*	18,44**
Produkce energie [GJ. ha ⁻¹]	126,14	110,86	92,97*	72,30*	76,04*	74,3*	200,8
			Σ 154,49		Σ 150,34		
Energetické vklady [GJ. ha ⁻¹]							
celkem	3,51		19,60		21,12		19,76
fosilní energie	0,92		3,34		3,38		3,33
stroje	0,59		3,42		2,24		2,23
hnojiva	2,00		12,84		15,50		14,20
Energetický zisk [GJ. ha ⁻¹]	122,63	107,35	134,89		129,22		181,05

* spalné teplo podle Strašila (1998)

** spalné teplo podle Preiningera (1987)

našeho pokusu nebyly zařazeny optimální klony topolů ani v případě hybridního topolu, ani topolu černého. Dnes používaný klon MAX 4 dává vyšší výnosy oproti klonu NE-42 a u topolu černého šlechtění nových klonů je teprve v začátcích. V každém případě je však rozhodující pro topol doba trvání porostu. V našich výsledcích, z hlediska energetického zisku, topol se stává konkurenci schopným vůči jednoletým plodinám při čtvrté sklizni (asi po 14 letech trvání porostu). Tato doba se zkracuje s použitím výnosnějších odrůd.

Dalším důležitým argumentem ve prospěch topolů je skutečnost, že topol je možné pěstovat i na půdách, na kterých intenzivní zemědělská výroba není možná. Přitom na těchto pozemcích je možné dosahovat dobrých výnosů u topolů (Benetka et al., 2007, Weger, 2007). Zde však nebylo možné porovnat energetický zisk mezi topolem a jednoletými plodinami, neboť jsme neměli dostupné podklady o jednoletých plodinách, a právě na těchto pozemcích je třeba hledat hlavní uplatnění pro rychle rostoucí dřeviny obecně.

5 ZÁVĚR

Průměrný energetický vklad u topolu byl nižší než u jednoletých plodin.

Energetická produkce topolu byla nižší než u jednoletých rostlin v důsledku prvních let po výsadbě, kdy rostliny začínají růst.

Průměrný energetický zisk z plochy u topolu by překonal jednoleté plodiny při 4. sklizni (14letý porost).

Poděkování

Výsledky prezentované v tomto článku byly získány za finanční podpory projektu „MŠMT 2B06131“.

6 LITERATURA

BALATINECZ, J. J., KRETSCHMANN, D. E. (2001): Properties and utilization of poplar wood. In Dickmann, D. I., Isebrands, J. G., Eckenwalder, J. E., Richardson, J. [Eds.], Poplar Culture in North America. NRC Research Press, Ottawa, Canada, s. 277–291.

BENETKA, V., VRÁTNÝ, F., ŠÁLKOVÁ, I. (2007): Comparison of the productivity of *Populus nigra* L. with an interspecific hybrid in a short rotation coppice in marginal areas. Biomass & Bioenergy, vol. 31, s. 367–374.

BULLARD, M. J., MUSTILL, S. J., MCMILLAN, S., NIXON, P. M. I., CARVER, P., BRITT, C. P. (2002): Yield improvements through modification of planting density and harvest frequency in short rotation coppice Salix spp. 1. Yield response in two morphological diverse varieties. Biomass & Bioenergy, vol. 22, s. 15–25

Definitivní údaje o sklizni zemědělských plodin za rok 2007

[online]. Praha: Český statistický úřad, 2008 [cit. 2008-09-18]. Dostupné na www.czso.cz/csu/2008edicniplan.nsf/p/2102-08.

ISEBRANDS, J. G., KARNOSKY, D. F. (2001): Environmental benefits of poplar culture. In Dickmann, D. I., Isebrands, J. G., Eckenwalder, J. E., Richardson, J. [Eds.], Poplar Culture in North America. NRC Research Press, National Research Council of Canada, Ottawa, Canada, s. 207–218.

MORAVEC, A. (2008): Role biomasy v domácí energetice. [online]. Agroweb, [cit. 2008-09-19]. Dostupné na www.agroweb.cz/Role-biomasy-v-domaci-energetice___s139x30085.html.

PREININGER, M. (1987): Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do zemědělské praxe. Energetické hodnocení výrobních procesů v rostlinné výrobě. Praha, ÚVTIZ, 19, s. 29.

SENNERBY-FORSSE, L., FERM, A., KAUPPI, A. (1992): Coppicing ability and sustainability. In Mitchell, C. P., Ford-Robertson, J. B., Hinckley, T. M., Sennerby-Forsse, L. [Eds.], Ecophysiology of Short Rotation Forest Crops. Elsevier Applied Science, Oxford, UK, s. 146–184.

STRAŠIL, Z. (1998): Využití kalorimetrického měření pro potřeby rostlinné výroby. In Mezinárodní slovenský a český kalorimetrický seminář, 1998. Výšná Boca, Nízké Tatry, 25.–28. května, s. 39–40.

WEGER, J. (2007): Rychle rostoucí dřeviny a potenciál jejich využití v podmínkách ČR. Doktorská disertace. Praha. ČZU v Praze Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů. 130 s.

Rukopis doručen: 22. 9. 2008
Přijat po recenzi: 11. 11. 2008

VÝZNAM POČTU JEDINCŮ PŘI UDRŽOVÁNÍ ODRŮD CIZOSPRAŠNÝCH DRUHŮ

MEANING OF INDIVIDUALS IN ALLOGAMOUS SPECIES MAINTENANCE

Hynek Urbánek

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

Abstract: Preservation of variety genetic stuff in allogamous generatively propagated plant species depends on adequate extent of propagated growth. The aim of the work was to determine which minimum number of individuals meets this criterion. Six sets (with 1; 5; 10; 30; 50 and 100 plants) of the species *Centaurea americana* and *Coreopsis grandiflora* were selected and studied for 3 years. Autogamy in the both species resulted in inbreeding depression. After two years, there were found significant differences in offspring vigour between sets with 5; 10 and 30; 50; 100 plants of *Coreopsis*. No dependence between set size and offspring vigour was observed in the species *Centaurea*.

Abstrakt: Zachování genetické podstaty odrůdy závisí u alogamních, generativně množených druhů, na dostatečně velkém rozsahu množitelského porostu. Cílem práce bylo zjistit, jaký minimální počet jedinců splňuje toto kritérium. Bylo zvoleno 6 souborů o velikosti 1; 5; 10; 30; 50 a 100 rostlin u druhů *Centaurea americana* a *Coreopsis grandiflora* a sledováno po dobu 3 let. Autogamie u obou druhů vedla k inbrední depresi. U druhu *Coreopsis* byly po dvou letech zjištěny průkazné rozdíly mezi soubory o velikosti 5; 10 a 30; 50; 100 rostlin v životnosti potomstva. U druhu *Centaurea* během tří let nebyla pozorována závislost mezi velikostí souboru a životností potomstva.

Key words: regeneration of allogamous species varieties; individuals number in regeneration of allogamous species varieties; *Centaurea americana*; *Coreopsis grandiflora*.

Klíčová slova: regenerace odrůd alogamních druhů; počet jedinců při regeneraci odrůd alogamních druhů; *Centaurea americana*, *Coreopsis grandiflora*.

1 ÚVOD

U cizospašných druhů množených generativním způsobem, pokud nejde o F1 hybridy, odrůdy představují populace, tvořené souborem heterozygotních genotypů. Proto se i na tyto odrůdy vztahují zákonitosti známé ze studia populací. Genetické poměry v populaci úzce souvisejí s její velikostí. V populaci o malém počtu jedinců dochází k jevům označovaným jako genetický drift a inbreeding, které vedou ke ztrátě genetické variability, fixaci ztrátových alel a v důsledku toho inbrední depresi (Franklin, 1980; Frankel and Soulé, 1981; Charlesworth and Charlesworth, 1987). Za minimální efektivní velikost, která dostačuje ke krátkodobému přežití izolované populace, je konvenčně považováno 50 jedinců. V takové populaci dochází při náhodném křížení ke snižování heterozygotnosti o 1 % za generaci. Minimální efektivní velikost, dostačující pro dlouhodobé úspěšné přežívání populace, se odhaduje na 500 jedinců (Albrecht, 2005).

V řadě prací se prokázal vliv velikosti populace na produkci semen (Hensen et al., 2005), váhu semenáčků a mortalitu semenáčků (Oostermeijer et al., 1994; De Vere et al., 2008). U *Primula merrilliana* v malých populacích rostly rostliny s průkazně menšími květy a s menším počtem plodů na rostlinu a menším počtem semen v plodu (Shao et al., 2008).

Otázka minimálního počtu jedinců se stává aktuální při výsadbě omezeného počtu sazenic při regeneraci velkého počtu odrůd genofondu, např. při výsadbě pouze několika sazenic pod izolátor. Z tohoto důvodu byl založen víceletý pokus s dvěma letničkami. K tomuto účelu byly zvoleny druhy *Centaurea* a *Coreopsis*, který jsou považovány za cizospašné (Porš – osobní sdělení).

2 MATERIÁL A METODA

Jako výchozí materiál byly zvoleny dva druhy letniček: *Centaurea americana* 'Fialová' a *Coreopsis grandiflora* 'Early Sunrise' (obě hmyzosnubné; hvězdicovitě).

V období tří po sobě následujících let se sledoval vliv různé velikosti souborů jedinců u každého druhu. Bylo vytvořeno 6 souborů – rodin (soubor cizospašných rostlin, které se vzájemně opylují) o velikosti: 1; 5; 10; 30; 50 a 100 jedinců náhodně vybraných. V rámci každé rodiny došlo k samostatnému opylení. Rodiny s 30, 50 a 100 rostlinami byly prostorově izolovány a volně opyleny. Rodiny o počtu 1; 5 a 10 rostlin u *Centaurea* byly opyleny čmeláky v izolátoru. U *Coreopsis* byly v izolátorech opyleny ručně. V následujícím roce probíhá opylení vždy na rostlinách pocházejících ze stejné velké rodiny.

To znamená opakovaná výsadba a opylení pěti rostlin z rodiny B, deseti rostlin z rodiny C, třiceti rostlin z D atd. Sklizeň semeníků probíhala postupně, podle dozrávání semen. Maximální počet sklizených semeníků od každé rodiny byl 30. Každoročně se část sklizeného osiva použila pro hodnocení kvality osiva a pro založení výnosové zkoušky. Výnosová zkouška byla založena v 5 opakováních po 12 rostlinách.

Z naměřených hodnot byly u každé rodiny zaznamenány: počet semen v semeníku, výška rostliny a průměr květů. Pro statistické vyhodnocení byla použita analýza rozptylu a metoda mnohonásobného porovnávání (Duncan) na hladině významnosti $p = 0,05$.

3 VÝSLEDKY

3.1 *Coreopsis*

3.1.1 Počet semen v květenství

V roce 2006 byly sklizeny rozdílné počty semen mezi jednotlivými rodinami, a sice rodiny A, B, C (14,6–18,6 ks) měly průkazně nižší počet semen nežli rodiny s počtem jedinců v rodině E, F (36,2–35,2 ks). Rodina o 30 jedincích, která již byla z volného sprášení, měla průkazně nejvyšší počet semen (52,8). Ve druhém roce, kdy bylo použito osivo od stejné varianty roku 2006 – rodiny A s jednou rostlinou, nevyklíčilo vůbec; u variant B a C mělo průkazně nižší počet semen (3,8 a 6,1) než ostatní varianty.

Tab.1 Průměrný počet semen v semeníku u *Coreopsis*

Rok sklizně	označení rodiny (počet rostlin v rodině)					
	A(1)	B(5)	C(10)	D(30)	E(50)	F(100)
2006	14,6 a	25,4 a	18,6 a	52,8 c	36,2 b	35,2 b
2007	-	3,8 a	6,1 a	42,9 b	62,4 c	49 b

Hodnoty, které jsou označeny stejným malým písmenem, nejsou průkazně odlišné na hladině významnosti $p = 0,05$.

3.1.2 Výška rostlin

Výška rostlin z osiva r. 2006 – rozdíly mezi výškami jsou mezi některými variantami sice průkazné (28,4 a 26,3 cm), ale neodpovídají našim předpokladům. U osiva ze sklizně 2007 jsou mezi jednotlivými variantami rozdíly ve výšce rostlin v závislosti na velikosti rodiny. V porostu z těchto semen byly průkazné rozdíly ve výšce rostlin mezi variantami B, C (24,4; 24,1 cm) a D, E, F (26,5–28,1 cm).

Tab. 2 Průměrná výška rostliny u *Coreopsis* v cm

Rok opylení	označení rodiny (počet rostlin v rodině)					
	B(5)	C(10)	D(30)	E(50)	F(100)	F(100)
2006	25,8 ab	24,6 a	28,4 c	26,9 bc	26,3 ab	35,2 b
2007	24,4 a	24,1 a	26,5 b	26,8 b	28,1 b	49 b

Hodnoty, které jsou označeny stejným malým písmenem, nejsou průkazně odlišné na hladině významnosti $p = 0,05$.

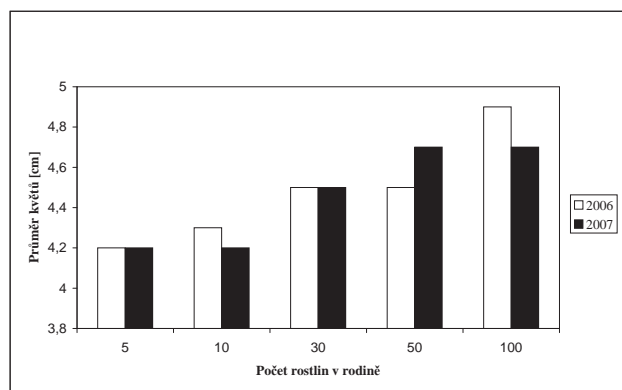
3.1.3 Průměr květů

Jak u potomstva z osiva r. 2006, tak i u osiva z roku 2007 byly průkazné rozdíly u znaku průměr květu mezi variantou B, C a variantou D, E, F. U osiva z roku 2007 byl pak průkazný rozdíl i mezi variantou D a E, F.

Tab. 3 Průměr květů u *Coreopsis* v cm

Rok opylení	označení rodiny (počet rostlin v rodině)					
	B(5)	C(10)	D(30)	E(50)	F(100)	F(100)
2006	4,2 a	4,3 a	4,5 b	4,5 b	4,9 c	35,2 b
2007	4,2 a	4,2 a	4,5 b	4,7 c	4,7 c	49 b

Hodnoty, které jsou označeny stejným malým písmenem, nejsou průkazně odlišné na hladině významnosti $p = 0,05$.



Graf Průměrná velikost květů *Coreopsis* v jednotlivých rodinách

3.2 *Centaurea*

U tohoto druhu nebyly shledány průkazné rozdíly ve sledovaných znacích.

4 DISKUSE

Při vyhodnocení pokusu jsme se omezili na hodnocení morfologických znaků, bez použití analýz molekulárních markerů, podobně jako v některých studiích (Shao et al., 2008). Předpokládaná inbrední deprese byla ověřována v polním pokuse.

V pokuse se po tři roky sledoval vliv velikosti rodiny (o počtu 1 – 5 – 10 – 30 – 50 – 100 rostlin) na životnost potomstva u druhu *Centaurea* a *Coreopsis*. Varianta A (samosprášení) měla zřejmě za následek inbrední depresi takového stupně, že se od této varianty nezískalo další potomstvo a bylo ji nutné vyloučit. Dále se dva výše uvedené druhy rozdělují. Od druhu *Centaurea* nebyly získány jednoznačné výsledky, které by potvrdily vliv velikosti rodiny na pokles životnosti potomstva. Zřejmě to souvisí se skutečností, že rostliny nejsou zcela cizosprašné (Boháč, 1990).

U druhu *Coreopsis* došlo k odlišnému výsledku. Již v druhém roce (2006), kdy se opakovalo opylení u dané velikosti rodiny, došlo k průkaznému rozdílu v počtu vytvořených semen v semeníku mezi rostlinami z rodin o malém počtu rostlin (1–5 a 10), a rodinami s počtem rostlin 30, 50 a 100. V třetím roce (2007) jsou již průkazné rozdíly i mezi variantou 30 a 50 rostlin, které jsou obě z volného opylení.

Shoda mezi počtem vytvořených semen v semeníku a velikostí rodiny je v souladu s pozorováními přirozených populací u některých jednoletých rostlin (Hensen et al., 2005, Oostermeijer et al., 1994; De Vere et al., 2008, Shao et al., 2008), kdy tito autoři tuto skutečnost připisují pravděpodobnému inbredu. V potomstvech ze semen jednotlivých rodin z roku 2006 a 2007 byly zjištěny průkazné rozdíly ve velikosti květenství a u potomstev z r. 2007 i ve výšce rostliny. Tento postupný pokles životnosti je pravděpodobně důsledkem inbrední deprese. Lze rovněž předpokládat, že zde dochází k snížení genetické diverzity a případnému genetickému driftu – rozpadu odrůdy.

5 ZÁVĚR

- Autogamie u cizosprašných druhů *Centaurea* a *Coreopsis* vedla k inbrední depresi již v první generaci.
- Byly rozdíly mezi sledovanými druhy v účincích různého počtu jedinců v rodině na potomstvo.
- U druhu *Coreopsis* se již po dvojnásobném až trojnásobném opylení v různých velikých rodinách projeví rozdíly v životnosti potomstva těchto rodin.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za finanční podpory Ministerstva životního prostředí České republiky v rámci výzkumného záměru č. 0002707301.

6 LITERATURA

ALBRECHT, T. et al. (2005): Genetická diverzita a metodické aspekty jejího výzkumu. In Vačkář D. (2005): Ukazatele změn biodiverzity. 1. vyd., Praha, Academia, 300 s., ISBN 80-200-1386-5.

BOHÁČ, J. (1990): Šlachtenie rastlín. Bratislava, Príroda, 520 s. ISBN 80-07-00231-6.

DE VERE, N., JONGEJANS, E., PLOWMAN, A., WILLIAMS, E. (2008): Population size and habitat quality affect genetic diversity and fitness in the clonal herb *Cirsium dissectum*. *Oecologia*, DOI 10.1007/s00442-008-1203-y.

FRANKEL, O. H., SOULÉ, M. E. (1981): Conservation and evolution. Cambridge University Press, Cambridge.

FRANKLIN, I. R. (1980): Evolutionary change in small populations. In Soulé M. E., Wilcox B. A. [eds]. Conservation biology: an evolutionary-ecological perspective. Sinauer, Sunderland, s. 135–149.

HENSEN, I., OBERPRIELER, CH., WESCHE, K. (2005): Genetic structure, population size, and seed production of *Pulsatilla vulgaris* Mill. (*Ranunculaceae*) in Central Germany. *Flora – Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, vol. 200, n.1, s. 3–14.

CHARLESWORTH, D., CHARLESWORTH, B. (1987): Inbreeding depression and its evolutionary consequences. *Ann Rev. Ecol. Syst.* 18: 237–268.

OOSTERMEIJER, J. G. B., VAN EIJCK, M. V., DEN NIJS, J. C. M. (1994): Offspring fitness in relation to population size and genetic variation in the rare perennial plant species *Gentiana pneumonanthe* (*Gentianaceae*). *Oecologia*, vol. 97, n. 3, s. 289–296.

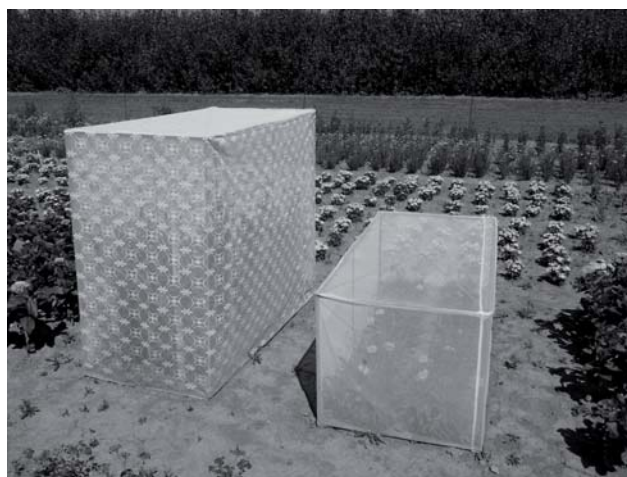
SHAO, J. W., ZHANG, X. P., ZHANG, Z. X., ZHU, G. P. (2008): Effect of Population Size on Reproductive Success of the Endangered and Endemic Species *Primula merrilliana*. *Journal of Integrative Plant Biology*, 50 (9): 1151–1160.



Obr. 1 *Centaurea americana* 'Fialová'



Obr. 2 *Coreopsis grandiflora* 'Early Sunrise'



Obr. 3 Izolační klece pro soubor 10 rostlin u *Centaurea* (vlevo) a *Coreopsis*

Rukopis doručen: 19. 9. 2008

Přijat po recenzi: 21. 10. 2008

PRŮHONICKÁ ŠLECHTĚNÍ POLOOPADAVÝCH AZALEK (R. *RHODODENDRON* L., PODR. *TSUTSUSI* (SWEET) POJARKOVA)

PRUHONICE' S NEW BREEDINGS OF SEMIDECIDUAL AZALEAS (G. *RHODODENDRON* L., SUBG. *TSUTSUSI* (SWEET) POJARKOVA)

Michal Severa, Jiřina Růžicková

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

Abstract: Rhododendrons and azaleas (genus *Rhododendron* L.) have been bred in Pruhonice for several decades. Therefore we can recognize more than 50 original Czech cultivars. Another two new hybrids have been introduced in recent years. Both of them are semidecidual azaleas named according to famous Czech and Moravian castles. There are new hybrids of semidecidual azaleas called 'Veltrusy' and 'Vizovice'. The both of these new introductions seem to be hardy so far - they are heat tolerant in summertime and they have also good tolerance for low temperatures in winter. They can be easily propagated by cuttings in summer.

Abstrakt: Šlechtění pěnišníků (rod *Rhododendron* L.) probíhá v Průhonicích již několik desetiletí. Výsledkem této činnosti je evidence více než 50 původních českých kultivarů. Během posledních let byly získány další dva kultivary. Jedná se o křížence ze skupiny poloopadavých azalek, kteří byli pojmenováni po známých českých a moravských zámcích: 'Veltrusy' a 'Vizovice'. Oba tyto nově získané kultivary doposud prokázaly dostatečnou odolnost vůči vysokým letním i nízkým zimním teplotám. Oba kultivary se dají dobře množit pomocí letního řízkování.

Key words: *Rhododendron*, azalea, breeding, crossing.

Klíčová slova: *Rhododendron*, azalka, šlechtění, křížení.

1 ÚVOD

Dřeviny rodu *Rhododendron* L. (česky pěnišník, popř. rododendron nebo azalka) si díky svému atraktivnímu vzhledu a zejména četným nápadným květům postupně získaly významné místo v zahradnictví. U nás i v zahraničí patří k oblíbeným a často pěstovaným dřevinám v soukromých zahradách i veřejných parcích. Během dlouholetého pěstování byly původní botanické druhy postupně nahrazovány hybridními jedinci, kteří se mnohdy ukázali ve svém vzhledu daleko atraktivnější a zejména často projevovali také vyšší odolnost k nepříznivým biotickým i abiotickým činitelům. Tím byl položen základní kámen ke zprvu náhodné, později cílevědomé šlechtitelské práci s těmito rostlinami. Vzhledem k poměrně dlouhé době potřebné k dosažení fertility a následné selekce je šlechtění dřevin obvykle záležitostí, jejíž výsledky je možné hodnotit až s určitým časovým odstupem (většinou ne méně než v horizontu deseti let).

Historie

V Evropě se první uměle vzniklé hybridy začínají objevovat v první polovině 19. století, a to nejdříve v klimaticky příznivé Anglii a později i v dalších zemích. V českých zemích započal se šlechtěním v rámci rodu *Rhododendron* L. doc. Bohumil Kavka, a to již ve třicátých letech 20. století v Průhonicích. Svoji šlechtitelskou činnost věnoval zprvu azalkám, ale brzy obrátil pozornost také k velkolistým stálezeleným rododendronům. Již od počátku byla jedním z určujících šlechtitelských cílů odolnost kříženců ke kontinentálnějším podmínkám (ve srovnání se západní Evropou), tzn. k chladným mrazivým zimám a relativně vysokým teplotám v kombinaci se suchem v letním období. V Průhonicích na tuto prvotní šlechtitelskou práci navázala celá řada dalších českých šlechtitelů, kteří zde také působili i v pozdějších letech. Jako výsledek jejich spo-

lečné činnosti evidujeme v dnešních dnech více než padesát původních českých kultivarů v rámci r. *Rhododendron* L., které mají ve světovém sortimentu důležité místo zejména pro svou odolnost vůči nepříznivým abiotickým podmínkám (viz publikace Kavka, 1939, Hieke, 1985, Nekolová, 1998 apod.). Vzhledem k tomu, že šlechtitelská práce v Průhonicích nebyla nikdy dlouhodobě přerušena, bylo možné se šlechtěním rododendronů a azalek pokračovat ve Výzkumném ústavu Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v.i. (VÚKOZ) až do současnosti. Při šlechtění pěnišníků zde hraje nezastupitelnou roli také soustředění rozsáhlého sortimentu v genofundové sbírce rodu *Rhododendron* L. budované od poloviny 70. let 20. století, která představuje výchozí srovnávací materiál využitelný i pro další křížení. Díky dlouhodobému sledování a porovnávání pěstovaných taxonů i kultivarů jsou ve šlechtění jejich vlastnosti (zejména odolnost vůči negativně působícím abiotickým i biotickým faktorům) dále zohledňovány. Vývrcholením šlechtitelské práce v několika posledních letech je výběr šesti nových odrůd, a to: 3 odrůdy velkolistých pěnišníků – 'Křivoklát', 'Orlík' a 'Zvíkov' – a 3 klony poloopadavých azalek – 'Lednice', 'Průhonice' a 'Velká Morava' (více publikováno v publikaci Tábora, 2007).

2 MATERIÁL A METODIKA

U pěnišníků je opylení zpravidla zprostředkováno hmyzem, proto jsou z důvodu zajištění rodičovské identity mateřským rostlinám vybraným do křížení standardně izolovány květy, resp. celá květenství, pomocí sáčků z textilie z umělých vláken (silonová stříž). Vzhledem k tomu, že zmíněné rostliny jsou většinou autokompatibilní, je nutno vybrané květy semených rostlin kastrovat ještě před dozráním pylu v prašnicích. Rostlinám využitým v křížení jako zdroj pylu jsou v květech ve stadiu pupat před rozvitím odebírány celé prašníky a získaný pyl je dále použit na opylení květů mateřských rostlin.

V případě úspěšného opylení se vytváří tobolky, které jsou postupně během dozrávání sklizeny. Získaná semena jsou následující rok na jaře vyseta ve studeném skleníku, kde jsou pěstovány i mladé semenáčky až do druhého přesazení. Starší rostliny jsou již dopěstovávány ve venkovních podmínkách na zastíněných záhonech s odpovídajícím substrátem. Na určených plochách pak postupně dochází ke kombinované (pozitivní i negativní) selekci. Během několikaletých hodnocení vypěstovaného, velmi početného šlechtitelského materiálu, byli vybráni a určeni jako perspektivní k dalšímu pěstování někteří noví originální kříženci. Hlavními kritérii pro pozitivní hodnocení nových kříženců jsou:

1. celková odolnost rostlin,
2. úspěšné vegetativní množení,
3. pěkný habitus a olistění rostlin,
4. bohatost kvetení,
5. další sadovnický důležité znaky.

Hodnocení vybraných morfologických a biologických znaků je v připojených popisech nových odrůd zpracováno podle klasifikátoru vydaného státní odrůdovou zkušebnou (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).

Oba nově představené kultivary jsou pěstovány ve volné půdě v klimatických podmínkách Průhonice, kde jsou vystavovány jejich přirozenému působení. Zaznamenané absolutní a průměrné teploty ve zkoumaném období jsou shrnuty v tab. 1. Na prosperitu poloopadavých azalek však mohou mít dosti podstatný vliv také mikroklimatické vlastnosti konkrétního stanoviště (např. přístínění, průvan a zejména rychlé střídání teplot především v zimním a předjarním období).

3 VÝSLEDKY

Souhrnný podrobný popis dvou nových odrůd je uveden v tabulce 2.

'Veltrusy'

Nová odrůda pochází z původního křížení 'Diamant Purpur' × 'Profesor Jeršov' uskutečněného v roce 1998. Mateřská rostlina je nápadně kompaktního růstu s purpurově fialovými květy, na jejím vzniku se podílel mimo jiné botanický druh *Rh. kiusianum* Makino. Rodičovská sorta 'Profesor Jeršov' je výsledkem dlouholetého průhonického šlechtění doc. B. Kavky, která vznikla jako semenáč *Rh. kaempferi* Planch. Jedná se o vyšší červenokvětou odrůdu s dobrou mrazuvzdorností. Nový kultivar 'Veltrusy' (obr. 1) je cenný zejména pro výjimečnou barvu svých květů, které jsou velice tmavé, laděné do téměř hnědočerveného odstínu. V květech je rovněž přítomna méně nápadná kresba v tmavě hnědočervené barvě. U květů se jedná o zcela nový barevný tón v rámci skupiny poloopadavých azalek, který podstatně rozšiřuje v současnosti pěstovanou barevnou stupnici. Keř je nižšího a kompaktního vzrůstu s drobnějším olistěním, rostliny vykazují dobrou odolnost vůči mrazu. Tento nový výpěstek významně obohatí jak skupinu českých kříženců poloopadavých azalek, tak celkový světový sortiment těchto azalek o zmíněný nezvyklý odstín.



Obr. 1 'Veltrusy' ('Diamant Purpur' × 'Profesor Jeršov'). Foto M. Severa

Tab. 1 Souhrn teplot zaznamenaných na Dendrologické zahradě VÚKOZ, v. v. i. v období let 1996–2007 (zdroj: vybrané klimatické údaje z archivu Dendrologické zahrady v Průhonících)

Roky	Teploty [°C]						
	roč. průměr ve 2 m nad povrchem	min. ve 2 m nad povrchem	max. ve 2 m nad povrchem	min. v 5 cm nad povrchem	max. v 5 cm nad povrchem	prům. teplota v I./II. měsíci (ve 2 m)	prům. teplota v VII./VIII. měsíci (ve 2 m)
1996	6,8	-22,0	31,7	-19,0	46,5	-4,2/-3,6	15,8/16,8
1997	8,5	-20,2	32,6	-17,4	46,0	-4,5/3,3	17,3/18,8
1998	9,1	-18,7	36,8	-15,1	49,3	1,1/3,7	17,5/17,7
1999	9,1	-16,2	35,7	-14,5	48,1	1,1/-0,8	19,1/17,4
2000	9,6	-18,3	35,2	-14,1	49,9	-0,9/3,5	15,8/18,9
2001	9,5	-16,9	32,0	-22,0	41,2	1,1/1,4	18,6/19,1
2002	9,4	-18,3	33,6	-21,7	42,1	0,2/4,6	19,1/19,3
2003	9,2	-17,2	38,1	-20,2	47,2	-1,3/-3,5	19,5/21,0
2004	8,7	-20,9	33,9	-22,1	45,1	-3,2/2,4	17,4/19,3
2005	8,8	-16,2	36,4	-20,7	48,3	1,3/-2,6	18,3/16,8
2006	9,2	-18,7	34,9	-22,2	52,2	-5,3/-1,6	22,2/16,2
2007	10,2	-13,4	36,7	-13,5	47,1	4,6/4,0	19,4/18,7

Tab. 2 Podrobný popis nových průhonických odrůd poloopadavých azalek – ‘Veltrusy’ a ‘Vizovice’

Název		‘VELTRUSY’	‘VIZOVICE’
evidenční číslo		63 – 98 – 1	3 – 96 – 4
kombinace		‘Diamant Purpur’ × ‘Profesor Jeršov’	‘Diamant Rot’ × <i>Rh. kiusianum</i> ‘Albiflorum’
šlechtitel		Nekolová A., Tábor I.	Nekolová A., Tábor I.
habitus		široce až ploše keřovitý	ploše keřovitý, rostlina velmi kompaktní
v 10 letech výška/šířka rostliny		45 cm/65 cm	40 cm/65 cm
ve 3 letech výšky/šířka rostliny		27 cm/30 cm	15 cm/25 cm
list	vytrvalost	poloopadavý	poloopadavý
	délka	krátký až střední (2,2–4,4 cm)	velmi krátký (0,9–1,2 cm)
	šířka	úzký až střední (0,7–1,8 cm)	velmi úzký až úzký (0,6–0,7 cm)
	tvár	eliptický až obvejčitý	široce eliptický až obvejčitý
	barva horní strany	středně zelená, povrch slabě až středně lesklý	středně zelená, povrch středně až silně lesklý
	barva spodní strany	světle zelená	světle zelená
	ochlupení horní strany	střední	střední
	podzimní zbarvení	červená	žlutozelená
	řapík délka	0,4–0,7 cm	0,2–0,4 cm
květ	typ	jednoduchý s 5 korunními cípy velmi slabě až slabě zvlněnými	jednoduchý s 5 korunními cípy, okraj středně zvlněný
	tvár	středně nálevkovitý	středně nálevkovitý
	barva vnitřní	zvláštní, ojedinělá, tmavě ("smutně") červená, sytá, tzv. chryzantémově červená (185 B)	světle fialová, středně sytá (77 B)
	barva vnější	chryzantémově červená (185 B)	světle fialová, středně sytá (77 B)
	průměr	malý až střední (3,5–4,0 cm)	malý (2,3–2,6 cm)
	délka kv.stopky	krátká (0,4–1,2 cm)	krátká (0,6–0,7 cm)
	kalich	krátký	krátký
	barva poupěte	červenohnědá, sytá (181 A) a chryzantémově červená, sytá (185 A)	světle fialová, středně sytá až světlá (77 B, C)
	barva nitek	růžová	světle růžová
	barva čnělky	růžová	u báze růžová, v horní části bílá
	barva blizny	okrová	žlutá
	barva prašníků	světle hnědá	světle hnědá
	počet tyčinek	malý, konstantní (5)	malý, konstantní (5)
	poměr pestíku a tyčinek	stejně dlouhé	pestík je delší
	typ a výraznost kresby	čárkovitá, slabá, nenápadná, nedotýkající se	tečkovitá, velmi slabá, drobná, nedotýkající se
	barva kresby	tmavě hnědočervená, středně sytá (183 B)	fialová, středně sytá (72 B)
	vůně	nevoní	nevoní
květenství	počet květů	nízký (3–5)	střední (5–9)
	pozice	vrcholové	vrcholové
	tvár	-	kompaktně kulovité
doba kvetení		střední (květen)	střední (květen)

‘Vizovice’

Kříženec pochází z kombinace ‘Diamant Rot’ × *Rh. kiusianum* ‘Albiflorum’ provedené v roce 1996. Semenná rostlina ‘Diamant Rot’, na jejímž původu se rovněž podílel druh *Rh. kiusianum* Makino, je dosti odolná, s nižším kompaktním vzrůstem a menšími červenými květy. Kultivar použitý v křížení jako pylová rostlina je výrazně odolnější horská forma zmíněného botanického druhu s bílými květy, která je rovněž méně vzrůstná a hustě kompaktní. Nově uvedená okrasná od-

růda nazvaná ‘Vizovice’ (obr. 2) je nízká, s velmi kompaktním habitem a s menšími, lesklými, v obrysu široce eliptickými listy. Barva drobnějších květů je světle fialová, uvnitř mají drobnou, nepřilíživou výraznou tmavší kresbu. Keř kvete velice spolehlivě a bohatě. Jedná se o méně vzrůstnou okrasnou odrůdu nápadnou především svým naprosto hustým, pravidelným a vyrovnaným růstem. Rostliny zároveň zatím vykazovaly dobrou odolnost k nízkým teplotám.



Obr. 2 'Vizovice' ('Diamant Rot' × *Rh. kiusianum* 'Albiflorum').
Foto I. Tábor

4 DISKUZE

V tomto roce byla nově představena dvě novošlechtění poloopadavých azalek, která obstála v několikaletém hodnocení. Oba kultivary jsou cenné zejména svou odolností vůči mrazovým škodám, letnímu přísušku i chorobám a škůdcům. Jedná se o následující perspektivní okrasné odrůdy ze skupiny poloopadavých azalek: I. 'Veltrusy' ('Diamant Purpur' × 'Profesor Jeršov') je v barvě květu naprosto mimořádná rostlina s tmavě hnědočervenými květy, čímž významně obohatí jak početnou skupinu českých azalek, tak světový sortiment poloopadavých azalek; II. 'Vizovice' ('Diamant Rot' × *Rh. kiusianum* 'Albiflorum') jsou křížencem s velice nízkým, hustým a kompaktním růstem, který najde uplatnění zejména v alpinech i výsadbách zakrslých dřevin, jedná se o velmi bohatě kvetoucího křížence s drobnými světle fialovými květy.

ZÁVĚR

- V návaznosti na předchozí šlechtitelskou práci byly získány dva nové odolné kultivary poloopadavých azalek: 'Veltrusy' a 'Vizovice' – obě zmíněná novošlechtění zatím prokázala dobrou odolnost vůči nepříznivým biotickým i abiotickým faktorům;
- kultivar 'Veltrusy' je hodnotný pro výjimečnou barvu svých tmavě hnědočervených květů;
- novošlechtění 'Vizovice' je cenné svým hustým a velice kompaktním vzrůstem i každoroční bohatou násadou drobných fialových květů.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za finanční podpory Ministerstva životního prostředí České republiky v rámci výzkumného záměru č. 0002707301. (Šlechtění okrasných dřevin na zvýšenou odolnost k biotickým a abiotickým činitelům s přihlédnutím na sadovnické důležité znaky).

5 LITERATURA

- CULLEN, J. (2005): *Hardy Rhododendron Species: A Guide To Identification*. Royal Botanic Garden Edinburgh, Timber Press, Inc., 496 s. ISBN 0-88192-723-6.
- Dendrologická zahrada, Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v.i., Průhonice, záznamy klimatických údajů. Dostupné na: www.dendrologickazahrada.cz.
- HIEKE, K. (1985): *Československé šlechtění rodu Rhododendron L.* Praha, O. P. Sempra, 1985. Aktuality Výzkumného a šlechtitelského ústavu okrasného zahradnictví v Průhonicích. 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.
- NEKOLOVÁ, A. (1998): *Nově vyšlechtěné odrůdy rododendronů v Průhonicích*. Acta Průhoniciana 66, s. 93–97. ISBN 80-85116-17-0.
- NEKOLOVÁ, A., ČEJCHAN, A. et FABEROVÁ, I. (2002): *Klasifikátor. Descriptor List Genus Rhododendron L.* Rada genetických zdrojů rostlin. VÚRV Praha a VÚKOZ Průhonice, 42 s.
- TÁBOR, I. (2007): *Nové průhonické odrůdy rododendronů a azalek*. In Havlíčková K. [red.]: *Strom a květina – součást života*. Sbor. ref. z věd. konference, Průhonice, 4.–5. září 2007, s. 245–249. ISBN 978-80-85116-52-6.

*Rukopis doručen: 26. 9. 2008
Přijat po recenzi: 10. 11. 2008*

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. – (tabor@vukoz.cz)

Grafická úprava a sazba: Mária Táborová

Náklad: 400 ks

Sazba provedena v Adobe InDesignu písmem Adobe Garamond Pro