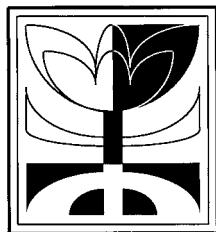


ACTA PRUHONICIANA

96

2010

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



Průhonice 2010

Kolektiv autorů

Ing. Adam Baroš

Bc. Jaroslav Bubeník

Ing. Roman Businský

Ing. Kamila Havlíčková, Ph.D.

Ing. Jakub Horák

Bc. Lenka Kašparová

Mgr. Michal Severa

Ing. Jana Šedivá, Ph.D.

Ing. Jiří Velebil

Ing. Jan Weger

RNDr. Jiří Zlebčík

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

Ing. Zdeněk Stražil, CSc.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Drnovská 507, 161 06 Praha 6-Ruzyně

Ing. Jana Horáková

Katedra ochrany lesa a myslivosti, Fakulta lesnická a dřevařská, Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 1176, 165 21 Praha 6

Ing. Vladimír Janeček, Ph.D.

Katedra dendrologie a šlechtění lesních dřevin, Fakulta lesnická a dřevařská, Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 1176, 165 21 Praha 6

Ing. Ladislav Žížka

Česká inspekce životního prostředí, Na Břehu 267, 190 00 Praha 9-Vysočany

Foto na titulní straně: Exempláře typických lesních střevlíků migrujících do výmladkových plantáží rychle rostoucích dřevin (foto L. Kašparová)

Photo on the front cover: Typical species of forest carabids migrating to short rotation coppice of fast-growing trees

Copyright © Kolektiv autorů, 2010

ISBN 978-80-85116-76-2 (VÚKOZ, v.v.i. Průhonice)

ISBN 978-80-7415-037-1 (Nová Tiskárna Pelhřimov, s.r.o. Pelhřimov)

ISSN 0374-5651

OBSAH

A new species of soft pine from the Vietnamese border of Laos	5
R. Businský	
Vegetative and generative propagation of the endangered species <i>Daphne cneorum</i> L.	15
J. Šedivá, J. Žlebčík	
Studium kostřavy rákosovité (<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.) pěstované pro energetické využití	19
Z. Stražil, J. Weger	
První výsledky hodnocení smíšené výmladkové plantáže topolů a vrb	27
J. Weger, J. Bubeník	
Porovnání výtěžnosti biomasy zemědělských plodin a klonů topolu černého	37
V. Janeček, L. Žižka	
Sledování změn diverzity čeledi <i>Carabidae</i> ve výmladkové plantáži rychle rostoucích dřevin na lokalitě Peklov	47
K. Havlíčková, L. Kašparová	
Fauna bezobratlých v ovocném sadu: příspěvek k poznání biodiverzity a populačních hustot pomocí pasivních kmenových nárazových pastí	53
J. Horáková, J. Horák	
Zhodnocení druhové diverzity vybraných břehových porostů v povodí Vltavy s přihlédnutím k jejich geobiocenologii	65
J. Velebil, A. Baroš	
Potvrzení schopnosti generativního šíření vybraných druhů ozdobnic (<i>Miscanthus</i> sp.) v přírodních podmínkách České republiky	75
M. Severa, J. Weger	

A NEW SPECIES OF SOFT PINE FROM THE VIETNAMESE BORDER OF LAOS

NOVÝ DRUH BOROVICE Z PODRODU *STROBUS* Z VIETNAMSKÉHO POHRANIČÍ LAOSU

Roman Businský

Silva Tarouca Research Institute for Landscape and Ornamental Gardening, Publ. Res. Inst. (RILOG), Květnové nám. 391, Průhonice, CZ–252 43, Czech Republic, businsky@vukoz.cz

Abstract

A new species of *Pinus* subgen. *Strobis*, discovered for the first time in 2006 on the Vietnamese border of Laos at 17°40'N, is described as *Pinus anemophila* on the basis of the author's new collection. According to the species' morphology, especially the cones and large seeds with a relatively short wing, it belongs to *P.* sect. *Quinquefoliae* subsect. *Strobis* subser. *Wangiana*. It is a local relict limited to the eastern margin of Phou Ak sandstone plateau in Khammouan Province (central Laos) between 800 and 1100 m.

Key words: new species, *Pinus* subgen. *Strobis*, Laos

Abstrakt

Nový druh *Pinus* subgen. *Strobis*, objevený poprvé v roce 2006 ve vietnamském pohraničí Laosu na 17°40'N, je na základě autorova nového sběru popsán jako *Pinus anemophila*. Podle morfologie, zejména šišek a velkých semen s relativně krátkým křídlem, patří tento druh do *P.* sect. *Quinquefoliae* subsect. *Strobis* subser. *Wangiana*. Je lokálním reliktem omezeným na východní okraj pískovcové plošiny Phou Ak v provincii Khammouan ve středním Laosu mezi 800 a 1100 m.

Klíčová slova: nový druh, *Pinus* subgen. *Strobis*, Laos

INTRODUCTION

Vietnam including the adjacent border areas of China and Laos represents the region with one of the highest diversity of conifers in Eurasia (Hiep & Vidal, 1996; Fu et al., 1999; Farjon, 2001; Luu & Thomas, 2004). Among these conifers seven species of the genus *Pinus* L. were known from this region, four of them being soft pines (*P.* subgen. *Strobis* (D. Don) Lemmon). Many mountains in this region, however, remain unexplored or are insufficiently known, above all in the hardly accessible borderlands.

During an international research team's explorations of the almost unhabited areas in Khammouan Province in central Laos near the Vietnamese border, an unknown population of a soft pine was discovered in May 2006 (Thomas et al., 2007). This population occurs between 800 and 1100 m along the eastern edge of Phou Ak plateau on the territory of Boualapha District and at the SE margin of Nakai – Nam Theun NBCA (National Biodiversity Conservation Area, or NPA, National Protected Area). The place of the first discovery and herbarium collection (*Newman et al., LAO 1214*) is located about 7 km SW of the border point with Vietnam called Mu Gia Pass. This soft pine was preliminarily determined as *Pinus dalatensis* Ferré, known to date from at least three mountain areas more to the south in Vietnam (SW of Hue, in Kon Tum Province overlapping to Quang Nam Prov. and Gia Lai Prov., and in Dalat Highlands mainly in the north of Lam Dong Prov.) and perhaps also from Sekong Prov. in southern Laos (Thomas et al., 2007). The soft pine from Phou Ak plateau was found near the edge that continues to the north of the same plateau but allegedly on the Vietnamese side near Cha Lo border gate in Feb. 2009 (P. Thomas, pers. com.).

MATERIAL AND METHODS

The present author studied the subpopulation of the above-mentioned soft pine in the Cha Lo border area in April 2010. The main aim of the study was to identify taxonomically and to classify this pine. Herbarium samples were collected by climbing trees and photodocumentation was acquired during the field study. Collected samples were carefully compared later with those of all similar soft pine species native in SE Asia, preserved in the ample and species-complete pine herbarium collection of the author (Businský, 1999b, 2008), deposited in the Silva Tarouca Research Institute for Landscape and Ornamental Gardening (RILOG) in Průhonice. Measuring methods used and morphological characters evaluated were the same way as in the previous revision of the relevant pine group (Businský, 2004).

RESULTS

The soft pine from Phou Ak plateau was identified as a new species from *Pinus* sect. *Quinquefoliae* DuRoi subsect. *Strobis* Loudon, the group defined by five leaves in fascicles and by seeds with primarily effective wings. This species is newly described below.

***Pinus anemophila* Businský, sp. nova** (Fig. 1, 2)

Type: *Businský 68102*: Laos, Khammouan Province, E margin of Phou Ak plateau above Mu Gia Pass, ca 200 m W from plateau edge with Vietnam frontier W above road from the Cha Lo border checkpoint to the border pass; mixed forest

on rugged rocky sandstone plateau, together with *Fokienia hodginsii*, top of sandstone rock, alt. 995 m, 17°40'20.8"N, 105°44'54.5"E (WGS-84); tree: 200 cm trunk circumfer., 18 m high, old; coll. R. Businský, 22.4.2010; holotype: PR, isotypes: BM, G, MO, P, herbarium of the RILOG.

Arbor usque circa 25 m alta; ramuli novelli conspicue pruinosi et pubescentes; folia quina, vaginis deciduis, recta, (30-)50-70(-80) mm longa, (0.75-)0.85-1.05(-1.15) mm lata, canalibus resiniferis duobus dorsalibus marginalibus; strobili maturi (4.5-)6.5-9.5(-10.5) cm longi, aperti (4.5-)5-6.5 cm lati, squamis maximis (20-)25-30(-33) mm longis; semina relative magna (7-9.5 × 3.5-5.5 mm), ala brevi et lata (8-19 × 6-10 mm), corpore 35-45 % longitudinis totius seminis. Species nova Pino wangii (imprimis subspeciebus eius subsp. wangii vel subsp. kwangtungensi) quoad strobilos et semina similis, a qua foliis angustioribus et rectis differt. Praeterea P. dalatensi in habitu arborum (sed minus alta) et in foliis similis, sed strobilis et squamis eorum brevioribus et seminibus relative magnis, ala brevi et lata discrepat.

Trees (see Photos 1-2, 4-6) attaining a height of about 25 m; root bases usually raised above the ground; trunk generally straight, up to at least 120 cm in diameter, with bark longitudinally fissured, conspicuously scaly and flaking; crown comparably broad as the tree's height, horizontal on the top, with spreading branches and relatively sparse secondary branching. Branches and branchlets (see Photo 3) conspicuously tough; foliage in general bright green, persisting for two years. **Shoots** conspicuously pruinose and pubescent with unevenly distributed trichomes of various length. **Leaves** relatively soft but erect, straight or only occasionally indistinctly curved, (30-)50-70(-80) mm long and (0.75-)0.85-1.05(-1.15) mm wide, in the terminal part gradually narrowing towards an acute apex, irregularly, acutely serrate on all edges, with 20-33(-37) teeth per cm in the middle part, bright green on the dorsal side, slightly glaucous pruinose and with (3)4-6(7) stomatal lines on each ventral side. Leaf resin ducts two marginal on the dorsal side, and usually an additional duct near the ventral edge, either a median one situated ± symmetrically or a marginal one situated laterally; hypodermis of one cell layer. **Ovulate cones** (conelets) subterminal, solitary, in pairs or in 3-merous whorls, erect or semi-erect on an approximately equally long or shorter peduncle, ovoid or ellipsoidal, usually 11-17 mm long; exposed part of conelet scales almost flat or slightly distally thickened, rounded to cuneate in outline, in some individuals with the apex abruptly narrowed to an acute tip. **Seed cones** pendulous on a medium thick, 5-15(-20) mm long peduncle (often with resin vesicles in the phloem tissue), oblong-ovoid, narrowly ovoid or narrowly ellipsoidal with obtuse apex when closed, (4.5-)6.5-9.5(-10.5) cm long and (4.5-)5-6.5 cm wide when fully open; deciduous usually a few months after seed dispersal. **Scales** (45-)50-70(-75), the largest fully developed seed scales (20-)25-30(-33) mm long and (18-)20-23 mm wide, with a length/width ratio of (1.0-)1.15-1.55(-1.85); several basal sterile scales around the peduncle insertion recurved to reflexed or at least deflected. **Apophyses** thick and firm, pale brown and glossy on freshly ripened cones, with the longitudinal dorsal

line nearly straight to often convex in the apical part of the cone. **Umbo** transverse and flat, 5-7 mm wide in seed scales, usually ± depressed into a concavity at the end of the scale or sometimes almost even with the apophysis surface; the distal edge sharp, in outline weakly acute with the tip usually blunt and ± elevated upwards. **Seeds** relatively large with short and broad wing, in total 15-28 mm long; seed corpus 7-9.5 mm long and 3.5-5.5 mm wide, representing (31-)35-45(-52) % of the seed length; corpus border of the wing base scarcely or only shortly elongated into a broad and only 0.9-2.5 mm long thickening attached to the corpus; the blade being frangible along the corpus border. Wing relatively short and broad, 8-19 mm long (measured from the corpus apex) and 6-10 mm wide.

The epithet of this new species was chosen because its trees occur along an edge of the mountain plateau exposed to strong winds mainly during thunderstorms (author underwent one of those among pine trees there), and that their tough branches and branchlets seem to be well adapted to winds.

Other herbarium material collected

Businský 68101: Laos, Khammouan Province, E margin of Phou Ak plateau above Mu Gia Pass, near plateau edge with Vietnam frontier W above road from the Cha Lo border checkpoint to the border pass; mixed forest on rugged rocky sandstone plateau, together with *Fokienia hodginsii* and *Dacrydium elatum*, gentle W declivity, alt. 1010 m, 17°40'21.5"N 105°44'59.5"E (WGS-84); tree: 210 cm trunk circumfer., 16 m high, 16 m crown diameter, old; coll. R. Businský, 22.4.2010.

Businský 68103: Laos, Khammouan Province, E margin of Phou Ak plateau above Mu Gia Pass, just at plateau edge with Vietnam frontier W above road from the Cha Lo border checkpoint to the border pass; mixed forest on margin of rugged rocky sandstone plateau, together with *Dacrydium elatum*, rocky plateau edge, alt. 1005 m, 17°40'16.4"N, 105°45'01.4"E (WGS-84); tree: 180 cm trunk circumfer., 13 m high, old; coll. R. Businský, 22.4.2010.

Businský 68104: Laos, Khammouan Province, E margin of Phou Ak plateau above Mu Gia Pass, near plateau edge with Vietnam frontier W above road from the Cha Lo border checkpoint to the border pass; mixed forest on rugged rocky sandstone plateau, together with *Fokienia hodginsii* and *Dacrydium elatum*, gentle W declivity, alt. 1005-1015 m, around 17°40'18.3"N 105°45'00.7"E (WGS-84); mixture collection from trees with 170-380 cm trunk circumfer. & ca 15-25 m high; coll. R. Businský, 23.4.2010.

Pinus anemophila occurs between geographic ranges of two members of *P.* subsect. *Strobis*, *P. dalatensis* found in the south (ca 200 km distance), and *P. eremitana* Businský found in the north (ca 300 km distance). Concerning cone and seed morphology, the new species most resembles *P. wangii* Hu & W. C. Cheng subsp. *wangii* (native in the small karstic area in extreme SE Yunnan and adjacent Vietnam) or to *P. wangii* subsp. *kwangtungensis* (Chun ex Tsiang) Businský (native

further to the east in S China), but is dissimilar in leaves and tree habit (for the third subspecies, *P. wangii* subsp. *varifolia* (Nan Li et Y. C. Zhong) Businský, native in karstic areas of N Vietnam and adjacent China, see the key below). In tree habit, *P. anemophila* most resembles *P. dalatensis*, causing the preliminary determinations by its discoverers. However, mature trees of all three infraspecific taxa of the latter species grown in good conditions attain to major dimensions. In shape and size of leaves (see Table 1), *P. anemophila* falls between *P. eremitana* and *P. dalatensis* subsp. *dalatensis*; but geographically nearer to *P. anemophila* is *P. dalatensis* subsp. *procera* Businský, which is, however, generally more morphologically different (see Businský, 1999a: 139). The conspicuously pruinose shoots and very tough branchlets of *P. anemophila* are unique characters among all mentioned related species. According to

crucial morphological characters on generative organs (cones and especially seeds), *P. anemophila* with its large seeds and a relatively short and broad wing with a short basal thickening (for details see Businský, 2004: Special morphology of seed wings) belongs to *P.* subser. *Wangianae* Businský. In habitat features, *P. anemophila* is the only member of *P.* subsect. *Strobis* in Eurasia limited in occurrence to a sandstone plateau characterized by a very rugged rocky surface (formed mostly by sandstone, locally also with shale admixture). From the mentioned, geographically close taxa, *P. wangii* subsp. *wangii* and *P. eremitana* are limited to limestone rocky hills in the altitudinal range of 1100–1900 m, and *P. dalatensis* occurs mainly on mountain ridges of eruptive rocks in the range of 1450–2400 m. The known altitudinal range of *P. anemophila* ranges within the limits of 800 and 1100 m.

Table 1. Comparison between *Pinus anemophila* and related species. Significant character differences from *P. anemophila* are in bold; * range of most frequent values; # in *Pinus wangii* subsp. *wangii* and *P. wangii* subsp. *varifolia*.

Features	<i>Pinus anemophila</i>	<i>Pinus eremitana</i>	<i>Pinus wangii</i> s. lat.	<i>Pinus dalatensis</i>
Height of mature trees	10–25 m	8–15(–20) m	8–20 m	20–30(–40) m
Shoots	conspicuously pruinose; pubescent	not pruinose ; glabrous or pubescent	sometimes pruinose; glabrous, glabrescent or pubescent	sometimes pruinose; glabrous or pubescent
Leaves				
shape	straight; gradually narrowing towards an acute apex	straight or moderately curved; gradually narrowing towards an acute apex	in general conspicuously crestedly curved ; ± abruptly narrowing towards an obtuse apex	straight; gradually narrowing towards an acute apex
length [mm]	(30–)50–70(–80)	(20–) 30–45 (–65)	(15–)30–60(–80)	(30–)50–110(–140)
width [mm]	(0.75–)0.85–1.05(–1.15)	(0.72–)0.93–1.05(–1.3)	(0.85–) 0.95–1.5 (–1.75)	(0.5–)0.6–1.1(–1.25)
position of dorsal resin ducts	marginal	median	median #	marginal
Seed cones				
length [cm]	(4.5–)6.5–9.5(–10.5)	(4–) 5–7 (–9)	(3–)4–10(–11)	(5.5–) 7–20 (–23)
length/width of the largest seed scales [mm]	(20–)25–30(–33) / (18–)20–23	(17–) 20–25 (–32) / (17–)19–23(–25)	(16–)18–30(–34) / (14–)16–24(–26)	(27–) 33–44 (–48) / (15–)19–27(–31)
length/width ratio of the largest cone scales	(1.0–)1.15–1.55(–1.85)	(0.79–)0.95–1.35(–1.60)	(0.8–)0.95–1.65(–1.85)	(1.22–) 1.4–2.1 (–2.26)
Seeds				
seed corpus length %* of seed length	35–45	55–60	39–65	23–36
wing length* [mm]	8–19	3.5–16.2	4–18	15–27
Habitat	800–1100 m; sandstone rocky plateau	1100–1600 m; karstic limestone rocks	500–1900 m; karstic limestone, eruptive or metamorphic rocks	1450–2400m; above all ridges of eruptive or metamorphic rocks

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The whole Phou Ak plateau is situated on the Laotian side of the border. The reported finding of this soft pine near Cha Lo was specified on the herbarium specimen label collected 8.2.2009 as: “Quang Binh Prov., Minh Hoa Distr., Dan Hoa Municipality, Giang Man Ridge (Vietnam–Laos border) near Cha Lo Vietnam–Lao border gate around point 17°41′50″N

105°45′54″E. Primary evergreen broad-leaved and coniferous (with *Dacrycarpus* and *Fokienia*) wet forest along ridge edge composed with shale and sandstone at elevation about 900–1100 m”. The given coordinates are wrong (they pointed to a roadside pub to the north near Cha Lo at ca 300 m); *Dacrydium* should be mentioned instead of *Dacrycarpus*. The locality of collection (certainly identical with the type locality of *P. anemophila*) is situated above the road from the Cha Lo

Determination key to similar soft pines from Vietnam and/or adjacent regions of Laos and China

- 1 Seed cones mostly 7–20 cm long, (5–)6–9 cm wide when fully open, with the largest seed scales mostly 33–44 mm long; seeds small, with a relatively long (15–27 mm) and narrow wing, seed corpus representing mostly 23–36 % of the seed length; mature trees 20–30(–40) m high *Pinus dalatensis*
- 1* Seed cones mostly 4–10 cm long, (3.5–)4.5–6.5 cm wide when fully open, with the largest seed scales mostly 20–30 mm long; seeds large, with a relatively short (3–19 mm) and broad wing, seed corpus representing mostly 35–65 % of the seed length; mature trees 8–20(–25) m high 2
- 2 Leaves, on average, wider than 1 mm, conspicuously crescently curved, mostly with 4–10 stomatal lines *Pinus wangii*
 - 2a Leaves in fascicles constantly of 5; shoots always pubescent, at first usually pruinose; cones mostly 4.5–8.5 cm long, on a medium thick peduncle *P. wangii* subsp. *wangii*
 - 2a* Leaves in fascicles of (2)3–5; shoots entirely glabrous from the very beginning, conspicuously glossy, dark castaneous brown; cones mostly 4–6 cm long, on a slender peduncle *P. wangii* subsp. *varifolia*
- 2* Leaves, on average, about 1 mm wide or narrower, straight or usually indistinctly curved, mostly with 4–6 stomatal lines 3
- 3 Leaves mostly 30–45 mm long, with dorsal resin ducts median; shoots not pruinose, often glabrous; seed cones mostly 5–7 cm long, with the largest seed scales mostly 20–25 mm long *Pinus eremitana*
- 3* Leaves mostly 50–70 mm long, with dorsal resin ducts marginal; shoots conspicuously pruinose, pubescent; seed cones mostly 6.5–9.5 cm long, with the largest seed scales mostly 25–30 mm long *Pinus anemophila*

Notes: *Pinus wangii* subsp. *varifolia* from Vietnam and/or *P. eremitana* were previously determined in herbaria (HN, HNU) or published (Loc, 1984; Hiep & Vidal, 1996; Luu & Thomas, 2004) as *P. kwangtungensis*. The inclusion of these taxa under the name *Pinus fenzeliana* Hand.-Mazz. (Farjon, 2001, 2005, 2010; Silba, 2009) is based on misinterpretation of its type material (see Businský, 2004).

border checkpoint southwards to the frontier pass called Mu Gia Pass, i.e., seemingly on the Vietnamese side of the border. However, the border here runs from the limestone mountains east of Mu Gia Pass to this highest road point (ca 430 m) and from here directly up to the edge of the sandstone plateau (a new frontier landmark Nr. 526 was built just at the edge above Mu Gia Pass at the end of 2009). From this point the border turns northwards and runs further just along the plateau edge. Because no tree of *P. anemophila* was found on steep slopes under the plateau edge, i.e., all trees occur only on the plateau, the occurrence of this pine is limited only to the territory of Laos. Only a few trees reach the edge and thus the border with Vietnam (e.g., the tree sampled under Businský 68103).

The new species of *Pinus* subsect. *Strobis* described here as *P. anemophila* represents a local relict limited, as far as it is known, to only one population distributed in the area of ca 12 × 1–2 km. It is the species geographically situated most southwesterly from *P.* subser. *Wangianae* and obviously area-wise the most limited member of this group, which shows distinct tendency of decreasing distribution ranges from the NE (*P. parviflora* Siebold & Zucc.) to the SW. This group's nearest species, *P. eremitana*, supposedly one of the world's rarest pines (Businský, 2008), was found not only in the area of the type locality near Pa Co village but also at about four other localities nearby (P. Thomas, pers. com.). On the level of the present knowledge, *P. anemophila* replaces *P. eremitana* as one of the rarest pines of the world. The studied *P. anemophila*

subpopulation above Mu Gia Pass consists of at least several dozens of mature trees (estimated on the basis of observation using a telescope from tall emergent trees), however, young trees and seedlings were not found. Thomas et al. (2007) estimated during the first discovery in 2006 that more than 200 trees of this pine occur in the southern subpopulation. Thus it is possible to roughly estimate that the whole population consists of at least 300 mature trees. The supposed average age of mature trees above Mu Gia Pass seems to be much more than one hundred years (the oldest tree found had 380 cm trunk circumference at 1.3 m above ground). Our knowledge of the extent of *P. anemophila* population, however, is very limited because the border mountains in this region remain almost unexplored. Forest habitats of Phou Ak plateau above the border Mu Gia Pass are almost intact except parts along plateau edge where old trees of *Fokienia hodginsii* (Dunn) A. Henry & H. H. Thomas are selectively felled and transported by hand to the Vietnam side. The whole population of *P. anemophila* is formally protected within the Nakai – Nam Theun NBCA.

Acknowledgements

The research was supported by the Ministry of the Environment of the Czech Republic (a Reserach Plan grant no. MZP0002707301).

REFERENCES

- Businský, R. (1999a): Study of *Pinus dalatensis* Ferré and of the enigmatic “Pin du Moyen Annam”. *Candollea* 54 (1): 125–143.
- Businský, R. (1999b): Taxonomic revision of Eurasian pines (genus *Pinus* L.) – Survey of species and infraspecific taxa according to latest knowledge. *Acta Pruhoniana* 68: 7–86.
- Businský, R. (2004): A revision of the Asian *Pinus* subsection *Strobus* (*Pinaceae*). *Willdenowia* 34: 209–257.
- Businský, R. (2008): The genus *Pinus* L., pines: contribution to knowledge. A monograph with cone drawings of all species of the world by Ludmila Businská. *Acta Pruhoniana* 88: 1–126, 73 figs, 42 photos.
- Farjon, A. (2001): Word checklist and bibliography of conifers, Ed. 2. Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, 309 p.
- Farjon, A. (2005): Pines: drawings and descriptions of the genus *Pinus*, Ed. 2. E. J. Brill, Leiden & Boston, 235 p.
- Farjon, A. (2010): A handbook of the world's conifers (Vol. I & II). E. J. Brill, Leiden & Boston, 1111 p.
- Fu, L.-K., Li, N. & Mill, R. R. (1999): *Pinaceae*. P. 11–52 in: Wu, Z.-Y. & Raven, P. H. (eds), *Flora of China*, Vol. 4, *Cycadaceae* through *Fagaceae*. Science Press, Beijing; Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.
- Hiep, N. T. & Vidal, J. E. (1996): *Gymnospermae*. In: Morat, Ph. (ed.), *Flore du Cambodge du Laos et du Vietnam*, Vol. 28. Paris, 166 p.
- Loc, P. K. (1984): The species of the class *Pinopsida* in the flora of Vietnam. *J. Biol. (Vietnam)* 6 (4): 5–10.
- Luu, N. D. T. & Thomas, P. (2004): *Conifers of Vietnam: an illustrated field guide*. World Publishing House, Hanoi, 121 p.
- Silba, J. (2009): An international census of the *Coniferae*, II, The *Pinaceae*, Part two (*Cedrus* and *Pinus*). *J. Int. Conifer Preserv. Soc.* 16 (1): 13–38.
- Thomas, P., Khamphone Sengdala, Vichit Lamxay & Eanghourt Khou (2007): New records of conifers in Cambodia and Laos. *Edinburgh J. Bot.* 64 (1): 37–44.

Submitted: 24. 9. 2010

Accepted: 22. 11. 2010

Issued: 28. 12. 2010

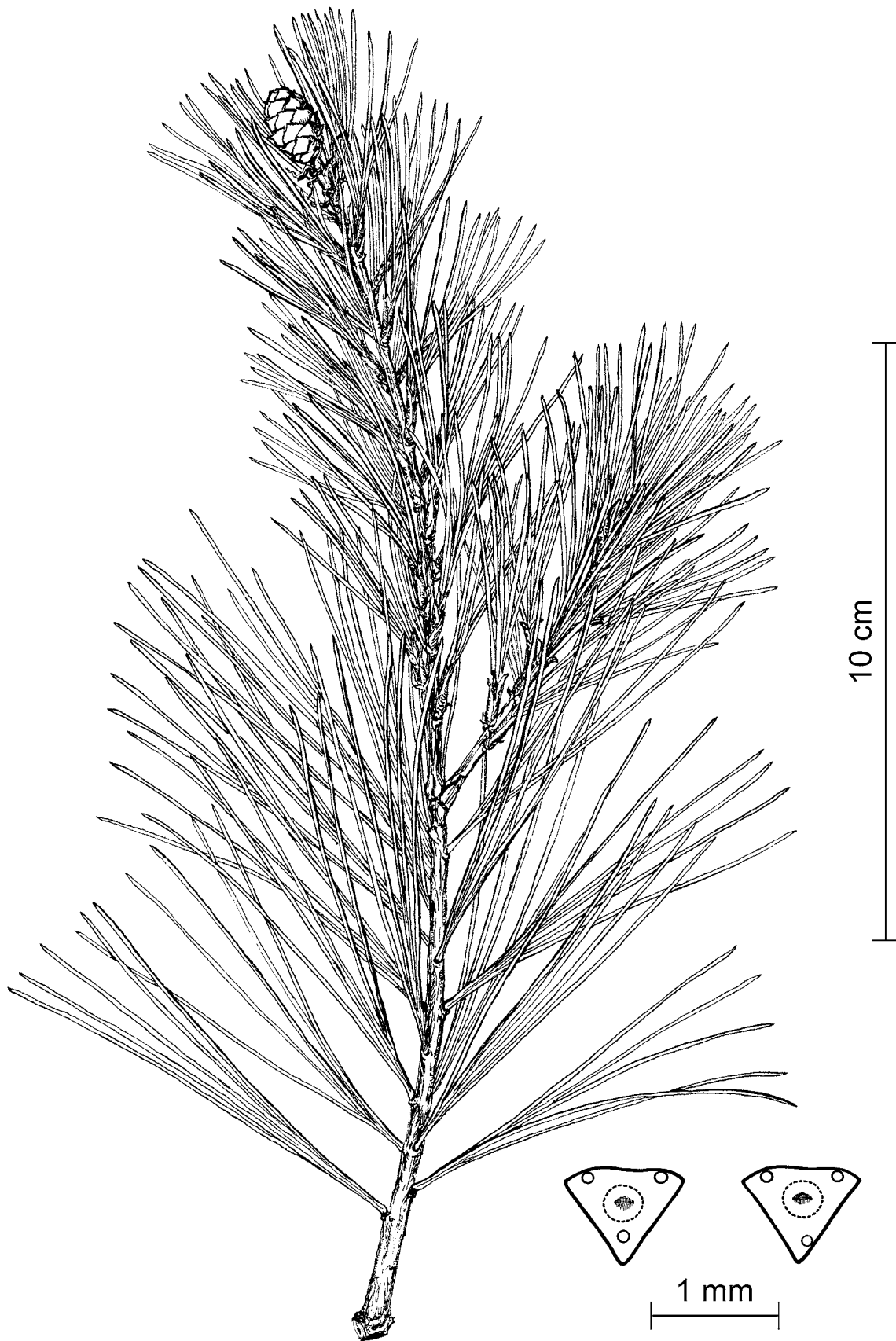


Fig. 1. *Pinus anemophila* Businský, branchlet with young shoots and schema of cross sections at the middle of leaves showing position of resin ducts; after the type. Drawn by Ludmila Businská.

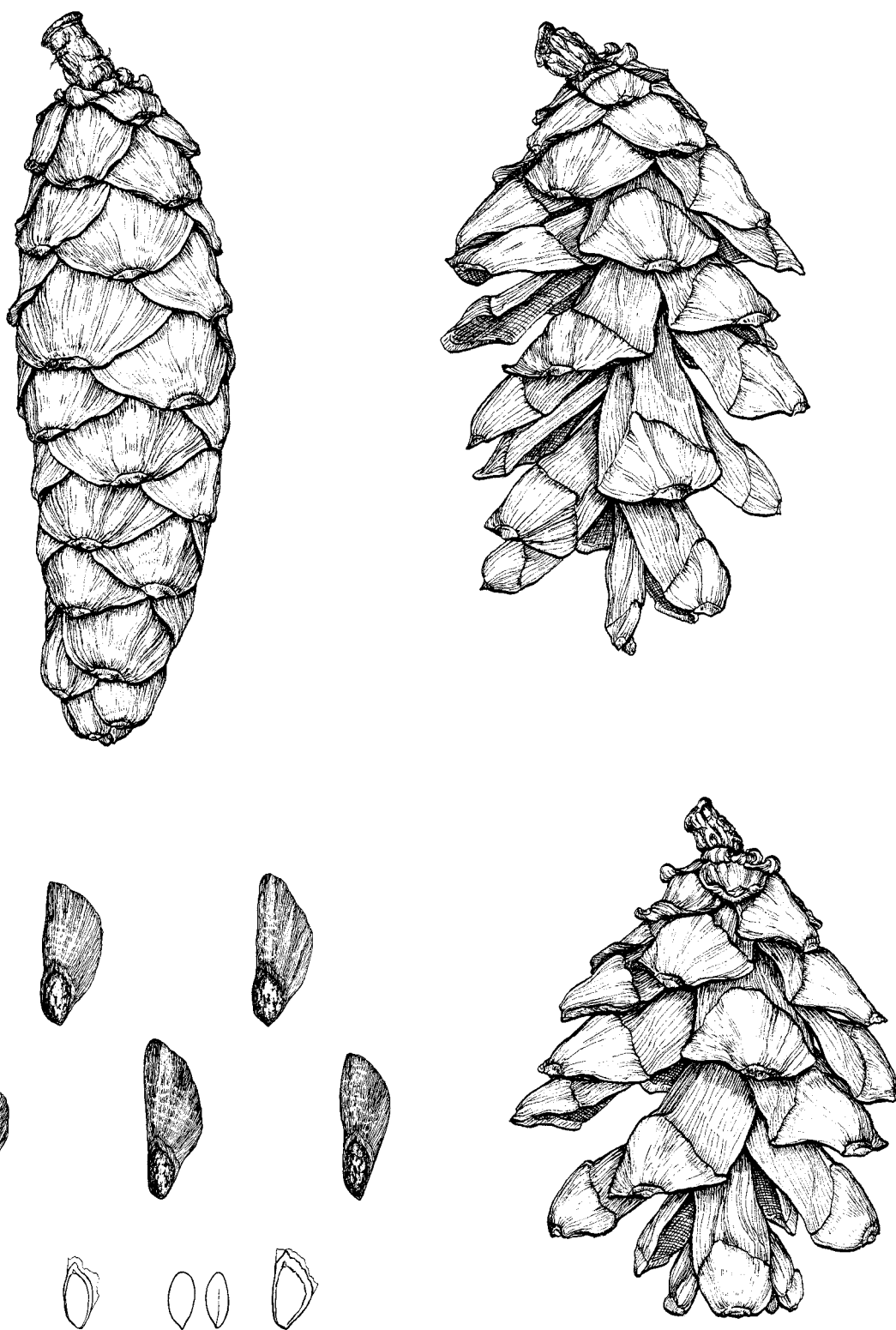


Fig. 2. *Pinus anemophila* Businský, seed cones and seeds; open cone above and two seeds above after the type, other after *Businský 68101* (seeds) or *68104* (cones); all in actual size. Drawn by Ludmila Businská.



Photo 1. The oldest tree of *Pinus anemophila*, with 380 cm trunk circumference, found at the type locality.



Photo 2. Bark of the lower trunk of *Pinus anemophila* with 210 cm circumference.

VEGETATIVE AND GENERATIVE PROPAGATION OF THE ENDANGERED SPECIES *DAPHNE CNEORUM* L.

VEGETATIVNÍ A GENERATIVNÍ MNOŽENÍ OHROŽENÉHO DRUHU *DAPHNE CNEORUM* L.

Jana Šedivá, Jiří Žlebčík

Silva Tarouca Research Institute for Landscape and Ornamental Gardening, Publ. Res. Inst. (RILOG), Květnové nám. 391, Průhonice, CZ–252 43, Czech Republic, sediva@vukoz.cz, zlebcik@vukoz.cz

Abstract

There were used two different ways of vegetative propagation of *Daphne cneorum*: micropropagation and propagation by cuttings. Presence of auxin in the nutrient medium had a positive influence compared to the control in micropropagation. On the other hand, there were small differences in effect of growth stimulants IAA, IBA, NAA on rooting (62–64%) of microcuttings. The rooting ability of cuttings from gene pool areas was higher in comparison with cuttings from natural localities. The genotype and year of cuttings taking influenced the rooting ability of cuttings, too. The percentage of rooting cuttings was higher (39–100%) using propagation by cuttings than *in vitro* propagation (38–74%) – however, in case of taking cuttings from gene pool areas. The material from the locality Důbrava u Hodonína rooted best, using the both methods. In generative propagation, we achieved to obtain seeds from 3–12% of pollinated flowers. Fruit formation and seed germinability were in particular years variable because of weather influence.

Key words: controlled pollination, cutting, *Daphne cneorum*, endangered species, micropropagation, sowing

Abstrakt

Při vegetativním způsobu množení byly u *Daphne cneorum* použity dva odlišné způsoby množení: mikropropagace a řízkování. Při mikropropagaci byl zjištěn pozitivní vliv ošetření mikrořízků auxinem v porovnání s kontrolou. Na druhou stranu byly malé rozdíly v účinku růstových stimulatorů IAA, IBA, NAA na zakořeňování mikrořízků (62–64 %). Při řízkování byla zakořeňovací schopnost řízků z genofondových ploch vyšší v porovnání s řízků z přirozených lokalit. Na zakořeňovací schopnost řízků měl také vliv genotyp a rok odběru. Při řízkování bylo procento zakořeněných řízků vyšší (66–100 %) než při použití *in vitro* metody propagace (38–74 %), ale jen v případě odběru řízků z genofondových ploch. Nejlépe zakořeňoval rostlinný materiál z lokality Hodonín, a to při použití obou technik. Při generativním způsobu množení se podařilo získat semena u 3–12 % opylených květů. Tvorba plodů a klíčivost semen byla vlivem počasí v jednotlivých letech variabilní.

Klíčová slova: umělé opylení, řízkování, *Daphne cneorum*, ohrožený druh, mikropropagace, výsev

INTRODUCTION

Daphne cneorum L. is a small, evergreen shrub from family *Thymelaeaceae*. This species has ornamental value due to scented fine pink flowers and dwarf growth. *D. cneorum* is declined at last decades and belongs to endangered plant species not only in the Czech Republic, but also in other countries of Europe. Decrease of original localities was caused directly by human activities and change of forest management (Maglocký, 1999).

The strategy of *Daphne cneorum* conservation is focused on two directions: conservation and maintenance of present localities or establishment of new plantings on chosen localities with favourable conditions for the growth and further plant development.

In nature, propagation of *D. cneorum* is possible mainly by layering because seed propagation is rare. In horticulture, is this species propagated by softwood cuttings. In regard of difficulties (Hillier, 1973; Marks, 1996), which are connected with daphne propagation (rooting, viral infections) also *in*

vitro techniques are used (Cohen, 1977; Schum and Müller, 1987; Marks, 1997; Malá and Bylinský, 2004).

The aim of our study was to evaluate particular propagation methods (cutting, microcutting and sowing) for conservation of *Daphne cneorum* in the Czech Republic.

MATERIALS AND METHODS

Vegetative propagation

Cutting

The plant material was collected from 5 natural localities (Adamce, Dukovanský mlýn, Důbrava u Hodonína, Lhotka u Mělníka, Loděnice) and gene pool areas of Dendrological garden, Průhonice (4–9-year-old donor plants) during the period 2001–2005. The cutting taking was irregular so that the plants were not damaged. Total number of taken cuttings is presented in Figures 1, 3. The semisoftwood shoots were taken during June–July. The cuttings (3–4 cm) were treated

with talc stimulant (0.5% IBA). The rooting process was running in peat substrate – mix of peat, perlite and sand (3:1:1 v/v) with limestone (3 g.l⁻¹) in greenhouse at 25 °C. Rooting ability was evaluated after 8 weeks.

Microcutting

Plant material was obtained from *in vitro* cultures, which were established according to a technique by Šedivá (2007). Stem explants (1.5 cm long) were cut and vertically placed into culture vessels (four explants per vessel) on modified WPM medium (Lloyd and McCown, 1980) supplemented with growth regulators, 100 mg l⁻¹ myo-inositol, 20 g l⁻¹ sucrose and vitamins. The medium was solidified with 7.5 g l⁻¹ agar and pH was adjusted to 5.7 before autoclaving at 121 °C for 20 min. Explants were cultured in Erlenmeyer's flasks containing 25 ml nutrient medium (Fig. 6). All cultures were cultivated at 22 ± 2 °C under 16 h photoperiod provided by cool-white fluorescent lamps.

In the experiments, effect of different plant growth regulators and substrate type on rooting ability of microshoots of *Daphne cneorum* were investigated. Plant material was obtained from *in vitro* cultures (the clone comes from the native locality Dukovanský mlýn). Microcuttings (2.5 cm) were treated with talc stimulants, which contained either 3-Indoleacetic acid (IAA), Indole-3-butyric acid (IBA) or α -naphthaleneacetic acid (NAA) at concentration 0.1% or without auxin. The rooting process ran in plastic boxes. In the second experiment, for rooting microcuttings perlite, sand or a mixture of peat and perlite (3:1 v/v) with limestone (3 g.l⁻¹) were used. Microcuttings were treated with 0.1% IBA.

In the third experiment, the rooting ability of 11 clones was investigated and the clones were divided into two groups (according to condition of localities where the *in vitro* culture was taken from). The group I included clones from localities in a very good condition, the group II clones from localities nearly before extinction.

All cultures were treated preventively with the antifungal agent Rovral (0.1%) and cultivated at 22 ± 2 °C under 16 h photoperiod provided by cool-white fluorescent lamps. Each treatment was replicated three times, consisted of 50 microcuttings and was evaluated after 6 weeks.

Generative propagation

Sowing

The generative propagation involved two parts: controlled pollination and germination. The pollination was achieved during the period 1996–2004 (in addition to 1998) and germination in 1997–2006 (in addition to 2004). Every year there were pollinated 100 to 300 flowers. The native locality Loděnice with many flowering plants in good growth conditions was selected for the experiment. Pollination was made by brush pencil from plant to plant in sunny days during May. For better pollen transfer, preparation of flower (tear of petal) was necessary. The pollinated flowers were closed into insulating bags and harvested in a month. Sowing was carried

out immediately after harvest. Preparation of fruits (removing of pulp) was made first and followed by washing process. The clean seeds were placed on the surface of peat-bark substrate with sand (2:1 v/v) and covered with 5 mm of the sand. The seed boxes were placed in outdoor conditions. Final evaluation of *D. cneorum* germination was made during 2 years.

RESULTS AND DISCUSSION

Cutting

Rooting ability of daphne cuttings was different in particular years though rooting process was running in the same conditions (growth stimulant, substrate, and temperature). Optimal period for cutting of *Daphne cneorum* is summer (Halda, 1976; Krüssmann, 1997). The high rooting rate was 91% in 2003 and 79% in 2001, low 17% in 2005 and 37% in 2007. Also origin of plant material was an important factor. Rooting ability of cuttings collected from the gene pool areas was higher (39–100%) than from localities (17–91%) in Fig. 1, 8. The variation was caused probably by different physiological state of cuttings, which depends on weather, plant age and locality conditions.

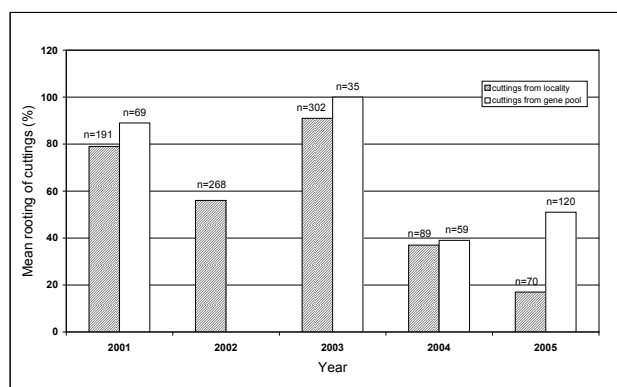


Figure 1 Influence of the cutting origin on rooting of *Daphne cneorum* in 2001–2005

Microcutting

High rooting was achieved in mixture of peat and perlite (74%) or in perlite (73%) in comparison with sand (12%) after 6 weeks. Application of growth regulators had positive influence on rooting of microcuttings in contrast to control (30%). The effect of growth regulators on rooting was practically the same: IAA (64%), IBA (64%), NAA (62%). Rooted microcuttings (Fig. 7) were transplanted to pots, and then they were grown in an acclimatization room.

In assessment of rooting ability of 11 clones, there were found great differences (32–74%) – see Fig. 2. Clones from particular localities were obviously different in genotypes, with regard to spatial isolation of localities. The results also showed small differences in rooting in the group of clones from thriving localities (38–74%) compared to clones from localities being

in unsatisfactory condition (32–67 %). Rooted microcuttings were transplanted to pots, and then they were grown in an acclimatization room.

Schum and Müller (1987) give 50% rooting for microcutting of *Daphne cneorum* hybrids. Malá and Businský (2004) achieved similar results in *D. cneorum* from natural localities. It can be concluded from the literature data and from our results that genotype had a great impact on *D. cneorum* rooting.

Success rate of rooting in five clones using cuttings and *in vitro* propagation is compared in Fig. 3. The highest rooting percentage was achieved using propagation by cuttings if they were taken from the gene pool areas (66–100%), regardless of the used clone. Using micropropagation, rooting ability was lower (38–74%), just as in case of cuttings taken from localities (39–82%). The material from the locality Důbrava u Hodonína rooted best, using the both methods.

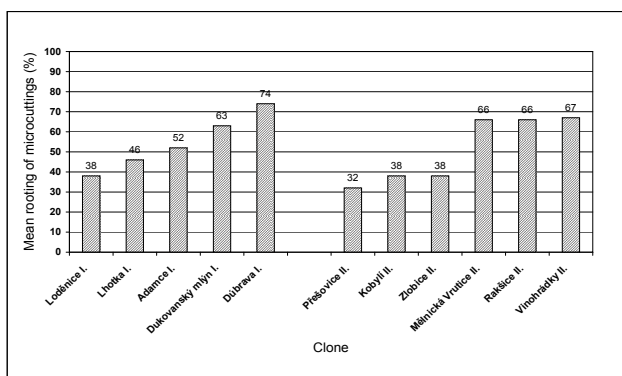


Figure 2 Rooting ability of 11 clones of *Daphne cneorum* under *in vitro* conditions

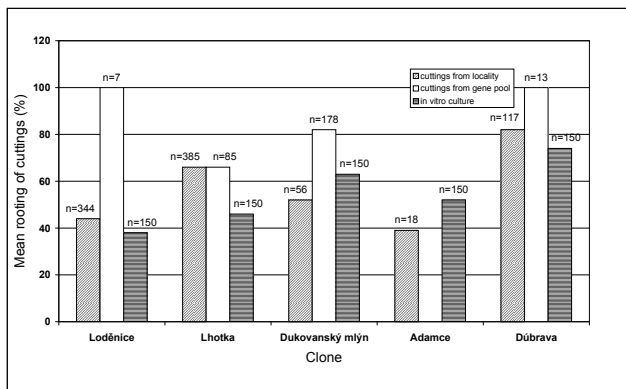


Figure 3 Influence of the propagation method, origin of the plant material and genotype on rooting of *Daphne cneorum*

Sowing

Seed production in *Daphne cneorum* is low in nature (Žlebčík and Šedivá, 2001). It is not necessary for existence of the species, but it is the only way for maintaining the genetic variability and the successful conservation. We managed to obtain the fruits of *D. cneorum* after controlled pollination (Fig. 4, 9). Fruit production varied within 8 years of controlled pollination. The highest production was 22% (Fig. 10). It was found that the successful pollination depended on pollen

and stigma ripeness. Optimal time was in the sunny days after noon. Germination of seeds after artificial pollination varied from 18–63% (Fig. 5, 11). The reason was poor quality of seeds caused by dry weather during May-June.

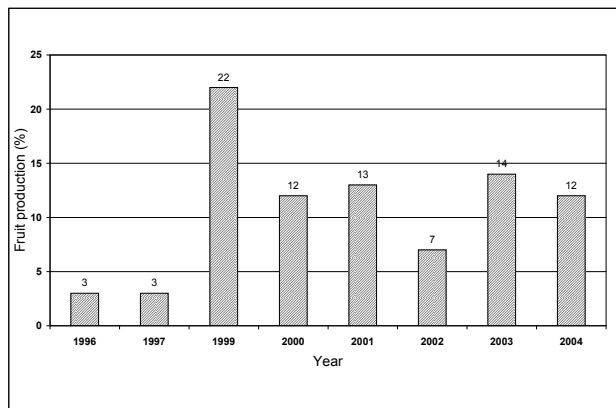


Figure 4 Efficiency of controlled pollination of *Daphne cneorum* in 1996–2004 (Loděnice)

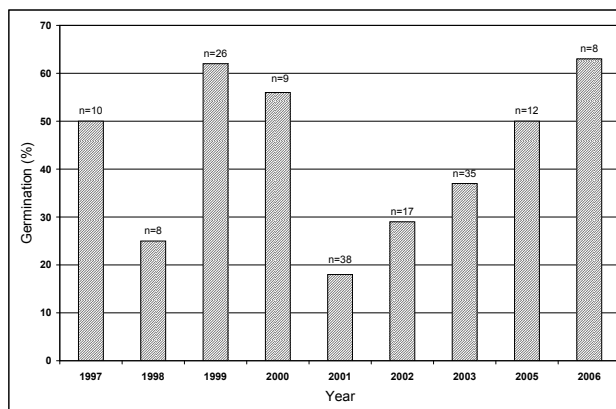


Figure 5 Germination of *Daphne cneorum* seeds after artificial pollination in 1997–2006 (Loděnice)

CONCLUSIONS

Microcutting

Rooting process can be performed under *ex vitro* conditions. Microshoots have to be treated by growth regulators.

Application: In the localities with small number of plants or in case that the plants are in bad condition.

Cutting

Overwintering of young plants in cold greenhouse.

Application: In the localities with a large number of plants in good condition. For quick propagation of small number of plants.

Sowing

Controlled pollination increases fruit yield of *D. cneorum*. Preparation and isolation of flowers are necessary.

Application: In the localities with plants in generative stage. For preservation of genetic diversity.

Acknowledgements

This work was supported by the research project 0002707301, The Ministry of the Environment of the Czech Republic.

REFERENCES

- Cohen, D. (1977): Thermootherapy and meristem-tip culture of some ornamental plants. *Acta Horticulturae*, vol. 78, p. 381–388.
- Halda, J. (1976): Lýkovce. In Holzbecher [Ed.], *Skalky – skalničky*. Zprávy Klubu skalničkářů ČOZS, Brno, s. 11–68.
- Hillier, H. G. (1973): *Hilliers manual of trees and shrubs*. David and Charles, Newton Abbot, p. 575.
- Krüssmann, G. (1997): *Die Baumschule: ein praktisches Handbuch für Anzucht, Vermehrung, Kultur und Absatz der Baumschulpflanzen 6., völlig neubearbeitete Auflage*. Parey Buchverlag, Berlin, p. 982.
- Lloyd, G., McCown, B. (1980): Commercially-feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot tip culture. *Intern. Plant Prop. Soc. Proc.*, vol. 30, p. 421–427.
- Maglocký, Š. (1999): *Daphne cneorum* L. In Čerovský, J., Feráková, V., Holub, J., Maglocký, Š., Procházka, F. [eds.], *Červená kniha ohrožených a vzácných druhů rostlin a živočichů ČR a SR 5. Příroda*, Bratislava, s.126.
- Malá, J., Bylinský, V. (2004): Micropropagation of endangered species *Daphne cneorum*. *Biologia Plantarum*, vol. 48, p. 633–636.
- Marks, T. R. (1997): Micropropagation of *Daphne* L. In Bajaj, Y. P. S. [ed.], *Biotechnology in Agriculture and Forestry vol. 40. High-Tech and Micropropagation VI*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, p. 113–130.
- Marks, T. R. (1996): The role of the shoot apex in controlling rhizogenesis *in vitro*. *Plant Growth Regulation*, vol. 20, p. 57–60.
- Schum, A. and Müller, C. (1987): Vegetative Vermehrung einer *Daphne cneorum* – Hybride *in vitro*. *Deutsche Baumschule*, vol. 39, no. 1, p. 34–35.
- Šedivá, J. (2007): Micropropagation of endangered species for biodiversity protection: *Daphne cneorum* L. In *Strom a květina – součást života = The Tree and Flower – a Part of Life*. 4.–5. 9. 2007, Průhonice. VÚKOZ, v. v. i., Průhonice, p. 275–277.
- Žlebčík, J., Šedivá, J. (2001): Lýkovec vonný (*Daphne cneorum* L.). *Ochrana přírody*, roč. 56, s. 208–210.

Submitted: 1. 11. 2010

Accepted: 20. 11. 2010

Issued: 28. 12. 2010

STUDIUM KOSTŘAVY RÁKOSOVITÉ (*FESTUCA ARUNDINACEA* SCHREB.) PĚSTOVANÉ PRO ENERGETICKÉ VYUŽITÍ

STUDY OF TALL FESCUE (*FESTUCA ARUNDINACEA* SCHREB.) GROWN FOR ENERGY PURPOSES

Zdeněk Stražil¹⁾, Jan Weger²⁾

¹⁾ Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Drnovská 507, 161 06 Praha 6-Ruzyně, strasil@vurv.cz

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

Abstrakt

Polní pokusy s kostřavou rákosovitou (kultivar 'Kora') probíhaly v letech 2005–2009 na dvou stanovištích – v Ruzyni a Lukavci. V pokusech byly aplikovány čtyři úrovně dusíkatého hnojení (N0 – bez hnojení N, N1 – 40 kg.ha⁻¹ N, N2 – 80 kg.ha⁻¹, N3 – 120 kg.ha⁻¹ N). Během vegetace byly sledovány následující ukazatele: průběh počasí na daných stanovištích, zdravotní stav, stupeň napadení porostů škůdci a chorobami. Při sklizni jedenkrát za rok bylo dosaženo při podzimním termínu sklizně kostřavy průměrných výnosů fytomasy přepočtených na sušinu kolem 7,0 t.ha⁻¹. Hnojení dusíkem průkazně zvyšovalo výnosy sušiny fytomasy kostřavy při dávce N1 o 24,6 %, při dávce N2 o 35,8 % a při dávce N3 o 38,5 % oproti nehnojené variantě. Při porovnání různých termínů sklizně lze doporučit jarní termín. Ztráta fytomasy přes zimní období byla v průměru kolem 30 %. Při pozdějších termínech sklizně byl ve fytomase kostřavy zjištěn snížený obsah N, P, K, Ca, Mg. Průměrná energetická hodnota sušiny fytomasy kostřavy byla 17,77 GJ.t⁻¹. Na základě výsledků pokusu byl vytvořen návrh rámcové typologie zemědělských půd pro kostřavu rákosovitou, který obsahuje 6 skupin pozemků (stanovišť) podle vhodnosti pro její pěstování.

Klíčová slova: kostřava rákosovitá, výnos, termín sklizně, pěstební rajonizace

Abstract

Field experiment was carried out with tall fescue (cultivar 'Kora') at two locations – Ruzyně and Lukavec from 2005 to 2009. Four levels of nitrogen fertilization were applied (N0 – without N, N1 – 40 kg.ha⁻¹ N, N2 – 80 kg.ha⁻¹, N3 – 120 kg.ha⁻¹ N). Following parameters were measured and observed during vegetation: weather conditions, vitality of crop, biotic and abiotic damages. Average yield of 7,0 t./ha/year of dry phytomass was achieved in autumn harvest variant. Variants of N-fertilization have increased yields significantly from 24,6% up to 38,5% in comparison with control. It is possible to recommend spring harvest for energy biomass. Winter loss of biomass (about 30%) is compensated by decrease of moisture content. Content of N, P, Ca, K and Mg is also decreasing in tall fescue's biomass in later harvests. Average upper heating value was 17,77 GJ.t⁻¹ of tall fescue's dry biomass. Typology of agricultural land for growing tall fescue was created based on the results of the experiment, which contains 6 groups of land suitability types.

Key words: tall fescue, yield, term of harvest, site specification

ÚVOD

Jednou z alternativních plodin, o jejímž rozšířeném pěstování pro energetické nebo průmyslové využití se uvažuje, je kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea* Schreb.). Z energetického hlediska lze kostřavu využívat pro přímé spalování nebo na kogeneraci (výrobu elektřiny a tepla) – (Frydrych a kol., 2001; Kára a kol., 2004; Stražil, 2000, 2008) nebo případně pro výrobu bioplynu (Geber, 2002). Uvažuje se také s jejím využitím v papírenském průmyslu (Saijonkari-Pahkala, 2001). Její fytomasy lze využít v zeleném stavu klasicky jako krmiva (čerstvá píce, seno, siláž) – (Houdek, 2010; Kohoutek a kol., 2010; Niemelainen a kol., 2001).

Kostřava rákosovitá je vysoká, hustě trsnatá tráva s krátkými podzemními výběžky. Je to vytrvalá rostlina dorůstající do výšky až 2 metry (Veselá a kol., 2007). Vyznačuje se vysokou tolerancí k půdním a klimatickým podmínkám, snáší dobře sucho i krátkodobé zamokření. Daří se jí dobře na sta-

novištích s vyšší hladinou podzemní vody. Na jaře brzy obrůstá a zůstává zelená dlouho do podzimu. Kostřava je naší domácí rostlinou. Postupně se rozšířila do vlhčích podmínek mírného pásu. V našich přirozených porostech není příliš rozšířena, vyhovují jí zejména vlhké louky a je jedním z druhů vyskytujících se na slaných půdách s vyšší hodnotou pH. Přirozeně se vyskytuje na vlhkých, výživných těžších půdách na březích potoků, mokřích loukách, okrajích cest, ve vlhkých příkopech apod. Vyskytuje se od nížin až do podhůří.

V pokusech jsme ověřovali kultivar 'Kora' kostřavy rákosovité. Tato odrůda je vzrůstná, krátce výběžkatá tráva s vysokým výnosovým potenciálem. Vyznačuje se vysokou tolerancí k půdním a klimatickým podmínkám, snáší dobře sucho i krátkodobé zamokření, daří se jí dobře na stanovištích s vyšší hladinou podzemní vody. Trs je vzpřímený, tmavě zelené barvy, dosahující výšky 120–150 cm. Kořenový systém rostlin je bohatý, silně rozvinutý, sahající až do hloubky 150 cm, s dobrou sorpcí živin a vláhy. Odrůda vyniká časným jarním a pozdním

podzimním růstem, a tím v pastevních směsích prodlužuje délku pastvy o 10–15 dnů.

Cílem pokusu bylo: sledovat vliv stanoviště a hnojení N na výnosy nadzemní fytomasy kostravy a stanovení výnosového potenciálu pro podmínky ČR; stanovit vliv termínu sklizně na obsah vody ve sklizeném materiálu, ztráty fytomasy přes zimní období, obsah základních živin v rostlinách; vytvořit návrh její pěstební rajonizace resp. typologie zemědělských půd pro její pěstování a stanovení výnosového potenciálu pro podmínky ČR.

METODIKA

Pro ověření cíle byly založeny maloparcelkové polní pokusy. Pokusy s kostravou rákosovitou byly založeny na vybraných stanovištích v roce 2004. Sledování probíhalo v letech 2005–2009 na dvou různých stanovištích (Ruzyně, Lukavec) ve třech opakováních na parcelkách o velikosti 5 × 2,5 m², tj. 12,5 m². Půdně-klimatické charakteristiky jednotlivých stanovišť jsou uvedeny v tab. 1.

Do pokusů byla vybrán kultivar 'Kora', který je zapsán v seznamu odrůd ve Státní odrůdové knize od roku 1989. Kultivar vznikl hybridizací ekotypu (*Festuca arundinacea* Schreb.) Bílovec I s ekotypem HŽ I a zahraničními kultivary 'Festal', 'Kenmont', 'Kentucky 31'. Nový genotyp se stabilizoval na hexaploidní úrovni 2n = 42 chromozomů. Kultivar 'Kora' je velmi vytrvalá, zimovzdorná, vzrůstná a výnosná tráva, tvořící krátké výběžky, které umožňují dobré zapojení porostu. Vyznačuje se dobrým zdravotním stavem, vysokou tolerancí k půdním a klimatickým podmínkám, snáší dobře sucho i krátkodobé zamokření, sešlapání a zatěžování velkovýrobní technologií. Kultivar lze pěstovat, podobně jako lesknici rákosovitou, ve všech výrobních oblastech od nížin až do 800 m n.m.

Proti plevelům je možno vedle využití odplevelujících sečí aplikovat herbicidy, které se používají do jarních obilnin, a to většinu nejlépe ve fázi 2–5 listů kostravy. V kostravě rákosovité lze využít herbicidy s účinnými látkami MCPA, fluroxypyr nebo clopyralid apod. Doporučuje se např. Starane EC 250

v dávce 2,0–3,0 l.ha⁻¹ nebo Lontrel 300 v dávce 0,8–1,0 l.ha⁻¹ nebo Harmony Extra v dávce 40 g.ha⁻¹. Případná trojkombinace herbicidů (Aminex, Starane 250 EC a Lontrel 300) proti dvouděložným plevelům a jednorázová aplikace jednou ročně je předpokladem nezapleveleného porostu na minimálně 1–2 roky podle stavu pozemku.

Hnojení v polních pokusech bylo následující. Před založením pokusů bylo na podzim aplikováno minerální hnojení P, K v dávce 60 kg.ha⁻¹ P₂O₅ v superfosfátu a 60 kg.ha⁻¹ v draselné soli. V následujících letech hnojení P, K nebylo aplikováno. Porost kostravy byl založen brzy na jaře jako monokultura. Výsevek byl 25 kg.ha⁻¹ semene. V pokusech byly aplikovány čtyři úrovně dusíkatého hnojení (N0 – bez hnojení N, N1 – 40 kg.ha⁻¹ N, N2 – 80 kg.ha⁻¹, N3 – 120 kg.ha⁻¹ N). Hnojení dusíkem bylo aplikováno od druhého roku každoročně na jaře (koncem března) po jarní sklizni kostravy. U dávky N2 a N3 bylo hnojení N rozděleno na poloviny. První dávka dusíku byla aplikována koncem března a druhá začátkem května. Na jaře byl aplikován síran amonný a během vegetace ledek amonný s vápencem.

V prvním roce založení porostů byla proti plevelům na stanovišti v Ruzyni aplikována jedna, v Lukavci dvě odplevelující seče.

Sklizeň kostravy probíhala jednorázově ve třech termínech sklizně – v létě (červnu), na podzim a na jaře následujícího roku. Během vegetace byly sledovány následující ukazatele: průběh počasí v jednotlivých letech na daných stanovištích, zdravotní stav, stupeň napadení porostů škůdci a chorobami. Dále se sledoval vliv použitých dávek N, ročníku, stanoviště a termínu sklizně na výnosy sklizené fytomasy, obsah vody, obsah prvků, energetický obsah.

Energetický obsah byl stanoven kalorimetrem PARR 1356 podle ČSN 44 1352 – Stanovení spalného tepla a výpočet výhřevnosti, a to bez započtení popelovin. Obsah vody byl stanoven sušením vzorků v sušárně při nastavení teploty 90 °C do konstantní hmotnosti. Teplota 90 °C byla zvolena proto, aby ze sušeného vzorku nevyprchaly éterické látky.

Obsah jednotlivých prvků v půdách a rostlinách byl stanoven dle ČSN ISO 11 885 – Stanovení 33 prvků ICP AES. Rost-

Tab. 1 Stanovištní podmínky pokusných míst

Ukazatel/Pokusné místo	Praha-Ruzyně	Lukavec
Zeměpisná šířka	50°04'	49°37'
Zeměpisná délka	14°26'	15°03'
Nadmořská výška (m n.m.)	350	620
Půdní druh	jílovito-hlinitá	jílovito-hlinitá
Půdní typ	hnědozem	kambizem
Průměrná roční teplota vzduchu (°C)	8,2	6,9
Průměrný roční úhrn srážek (mm)	477	657
Agrochemické vlastnosti orniční vrstvy:		
Obsah humusu (%)	3,00	3,03
pH (KCl)	5,57	5,43
obsah P (Mehlich II, mg.kg ⁻¹ půdy)	124,9	131,0
obsah K (Mehlich II, mg.kg ⁻¹ půdy)	126,0	166,0

liny a půdy byly rozloženy v mikrovlákném rozkladném zařízení MLS-1200 mega od firmy MILESTON s. r. l. (Soriso, Itálie). Byl použit 10pozicový rotor (nízkotlaký rozklad) pro rostliny nebo 6pozicový rotor (střednětlaký rozklad) pro půdy. Měření bylo zajišťováno na optickém emisním spektrometru s indukčně vázaným plazmatem ICP-OES Thermo Jarrell Ash od firmy Trace Scan (Franklin, USA).

Pro vytvoření rámcové typologie zemědělských půd pro pěstování kostravy rákosovité bylo využito výsledků hodnocení výnosových parametrů z pokusných ploch ve vztahu k podmínkám prostředí vyjádřených v jednotkách BPEJ/HPKJ, respektive jejich složek – např. průměrných teplot, rizik přísušků, půdních vlastností atd. V dalším kroku bylo ve spolupráci s předními experty provedeno zařazení jednotek BPEJ/HPKJ do pěti kategorií typologie podle jejich vhodnosti pro pěstování kostravy rákosovité. Pro jednotky HPKJ, kde nebyla dostupná empirická data byl proveden expertní odhad. Posledním krokem bylo provedení odhadu očekávaného výnosu plodiny ve výsledných pěti kategoriích rámcové typologie zemědělských půd.

Výsledky z polních pokusů byly statisticky zpracovány metodou analýzy rozptylu (průměrné čtverce).

VÝSLEDKY A DISKUZE

Sledování během vegetace

Za sledované období nebyl zaznamenán u kostravy rákosovité na žádném stanovišti větší výskyt chorob nebo škůdců. Pouze na stanovišti v Ruzyni byl v jednotlivých letech zaznamenán slabší výskyt rzi travní (*Puccinia graminis* L.). V prvním roce založení porostů byla proti plevelům na všech stanovištích kromě Ruzyně aplikována jedna, na Lukavci dvě odplevelující seče, které stačily k udržení porostů v následujících letech téměř bez plevelů.

Výnosy a vliv hnojení N na výnosy

Výsledky z jednorázové sklizně na podzim jsou uvedeny v tab. 2. Pokud jde o celkové výnosy, je třeba si uvědomit, že byla po-

užita pouze jedna sklizeň za rok. Z výsledků je patrné, že výnosy fytomasy kostravy jsou značně závislé na průběhu klimatických podmínek v jednotlivých letech a na daných stanovištích. Např. v Ruzyni výnosy sušiny fytomasy z jednorázové podzimní sklizně kolísaly v průměru od 3,99 t.ha⁻¹ sušiny do 10,46 t.ha⁻¹ v roce 2008, resp. 2006. Nejvyššího výnosu sušiny fytomasy (12,58 t.ha⁻¹) bylo dosaženo v roce 2006 na variantě s hnojením dusíkem N2 (při celkové dávce 80 kg.ha⁻¹ N). V Lukavci bylo zaznamenáno v průměru nižší kolísání výnosů v rozmezí od 5,26 t.ha⁻¹ do 8,17 t.ha⁻¹ v roce 2009, resp. 2006. Nejvyššího výnosu sušiny fytomasy (10,73 t.ha⁻¹) bylo dosaženo v roce 2006 na variantě s hnojením dusíkem N3 (při celkové dávce 120 kg.ha⁻¹ N) – viz tab. 2. V průměru bylo za sledované období dosaženo výnosu sušiny fytomasy kostravy 6,99 t.ha⁻¹ (tab. 2). Výnosy kostravy byly v průměru o 1 tunu nižší v porovnání s podobnými pokusy, které probíhaly na stejných stanovištích s lesknicí rákosovitou (Stražil, 2008).

Pro obě stanoviště byly v nejnepříznivějším roce 2006 oproti průměrným dlouhodobým hodnotám srážky za celý rok v Ruzyni o 9,3 % (46 mm), v Lukavci o 14,7 % (115 mm) vyšší. Za vegetační období IV.–X. byly srážky v Ruzyni o 13,5 % (56 mm), v Lukavci o 15,2 % (81 mm) vyšší. Srážky byly navíc pro plodinu příznivě rozděleny během vegetačního období. Obdobně teploty byly v Ruzyni v daném roce oproti dlouhodobému průměru o 1,6 °C a v Lukavci o 0,6 °C vyšší. Za vegetační období IV.–X. byly teploty v Ruzyni o 2,2 °C a v Lukavci o 1,1 °C vyšší. Tyto okolnosti se částečně příznivě projeví na zvýšení výnosů kostravy, která jako i ostatní trávy reaguje zvýšeným výnosem na příznivější vláhové podmínky. Počasí v jednotlivých letech mělo průkazný vliv na výnosy kostravy (tab. 3). Při porovnání obou stanovišť z hlediska vlivu na výnosy potom nebyl zjištěn statisticky průkazný vliv za sledované období (tab. 3).

Hnojení dusíkem se statisticky průkazně projevilo na zvýšení výnosů na obou stanovištích (tab. 3). V průměru zvyšovaly dávky N1 výnosy sušiny fytomasy kostravy o 24,6 %, dávky N2 o 35,8 % a dávky N3 o 38,5 % oproti nehnojené variantě (tab. 2). Příznivý vliv hnojení N na výnosy kostravy rákosovité potvrzují Kašper a Gáborčík (1989), kteří uvádějí, že v horské oblasti východního Slovenska dávky dusíku 120, 240 a 360 kg.ha⁻¹ zvyšovaly výnosy 2,02, resp. 2,47,

Tab. 2 Vliv hnojení N na výnosy fytomasy kostravy rákosovité přepočtené na sušinu (t.ha⁻¹) sklizené jednou sečí na podzim na stanovištích v Ruzyni (RU) a Lukavci (LU)

Hnojení N	N0		N1		N2		N3		Průměr	
Rok/stanoviště	RU	LU	RU	LU	RU	LU	RU	LU	RU	LU
2005	6,44	6,78	6,64	7,41	9,85	8,29	9,77	7,49	8,18	7,49
2006	5,93	6,43	11,13	5,39	12,58	10,13	12,20	10,73	10,46	8,17
2007	3,20	6,26	6,41	6,40	8,02	6,9	7,58	8,98	6,30	7,13
2008	2,65	5,02	4,11	7,36	4,80	7,51	4,37	8,50	3,99	7,10
2009	4,80	3,11	6,56	5,81	5,08	5,86	6,66	6,27	5,78	5,26
Průměr let	4,61	5,52	6,97	6,47	8,07	7,74	8,12	8,39	6,94	7,03
Průměr N	5,07		6,72		7,90		8,25		6,99	
Průměr N (%)	100		124,6		135,8		138,5		127,5	

Tab. 3 Statistické zhodnocení (analýza rozptylu) vlivu sledovaných faktorů na výnosy kostřavy rákosovité sklizené na podzim na stanovištích v Ruzyni a Lukavci za období 2005–2009

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	Stat F	Významnost (p)
Hlavní efekty	145,538	8	18,192	12,640	0,0001
Rok	78,176	4	19,544	13,579	0,0002
Hnojení N	67,361	3	22,454	15,601	0,0002
Stanoviště	0,001	1	0,001	0,001	0,9785
Interakce 2. řádu	45,386	19	2,389	1,660	0,1857
Rok × hnojení N	15,470	12	1,289	0,896	0,5741
Rok × stanoviště	26,926	4	6,732	4,677	0,0166
Hnojení N × stanoviště	2,990	3	0,997	0,693	0,5740
Chyba	17,271	12	1,439		

resp. 2,79 krát. Saijonkari-Pahkala (2001) uvádí, že dávky dusíku ke kostřavě rákosovité vyšší než 100 kg.ha⁻¹ již nepřináší potřebný užitek.

Frydrych a kol. (2001) uvádí v modelových kalkulacích průměrný hektarový výnos sušiny kostřavy rákosovité ve vhodných podmínkách ČR v prvním užitkovém roce při sklizni v plné zralosti 5,29 t.ha⁻¹, ve druhém užitkovém roce 10,11 t.ha⁻¹. Kavka a kol. (2006) uvažují při ekonomických kalkulacích podle intenzity vstupů s výnosem kostřavy od 5 do 9 tun sušiny na hektar. Fiala a Tichý (1994) uvádějí průměrný výnos monokultury kostřavy rákosovité při třech sečích 8,42 t.ha⁻¹.

Kostřava rákosovitá 'Kora' dosáhla na stanovišti Jevičko (Kohoutek a kol., 2010) produkci sušiny z obnoveného TTP v roce 2008 při úrovni hnojení 180 kg. ha⁻¹ N + PK (P 30, K 100 kg.ha⁻¹ č.ž.), při čtyřsečném využívání v 1. užitkovém roce 2009 výnosu 17,74 t.ha⁻¹ sušiny hospodářského výnosu. Ve druhém užitkovém roce 2010 byla u této varianty dosažena produkce sušiny 11,11 t.ha⁻¹ sušiny hospodářského výnosu. Kostřavu rákosovitou 'Kora' pěstovanou v čisté kultuře doporučuje k využití pro energetické účely Houdek (2010), šlechtitel ŠS Hladké Životice s. r. o. Produkční schopnosti na tomto stanovišti běžně dosahují 12–16 t.ha⁻¹ sušiny v závislosti na použité dávce hnojení, zejména N.

Pokud jde o výnosy kostřavy rákosovité v zahraničí, potom např. Wellie-Stephan (1998) uvádí pro podmínky SRN výnosy sušiny fytomasy v rozmezí 11,4–13,1 t.ha⁻¹. Na chudších lokalitách v Litvě uvádí Kryzeviciene (2005) výnosy sušiny fytomasy trav určených pro energetické využití při jedné sklizni za rok od 6,4 do 9,2 t.ha⁻¹. Niemelainen a kol. (2001) zjistili, že v podmínkách Finska má kostřava rákosovitá v průměru o 12 % vyšší výnosy sušiny fytomasy než kostřava luční.

Vliv termínu sklizně na výnosy, obsah vody a obsah prvků v rostlinách

Z energetického a ekonomického hlediska je také důležité, v kterém termínu plodiny sklízet. Obecně největší nárůst fytomasy je u většiny plodin v době kvetení nebo těsně po odkvětu. Potom dochází k postupné ztrátě fytomasy. Toto platí i pro kostřavu rákosovitou. Pro kostřavu rákosovitou i další trávy uvažované na výrobu bioplynu se doporučují tři až čty-

ři seče za rok (Geber, 2002; Jo and Lee, 1997). Přitom si je třeba uvědomit, že dochází k postupnému snižování výnosů od první do poslední seče (Kašper a Gáborčík, 1989). Pro trávy určené k přímému spalování převažuje jeden termín sklizně za rok.

Rozdíly ve výnosech fytomasy a vlhkosti (sušiny) u kostřavy rákosovité v různých termínech jednorázové sklizně uvádí tab. 4. Nižší výnosy fytomasy v prvním termínu sklizně oproti podzimnímu termínu (tab. 4) byly způsobeny tím, že kostřava byla sklizena většinou v době metání, kdy nebylo ještě dosaženo největšího nárůstu fytomasy. V této době byl obsah vody ve fytomase v průměru 66 %. Tato fytomasa je vhodná pro výrobu bioplynu, není však vhodná pro přímé spalování. Pokud budeme tuto biomasu využívat pro přímé spalování, je třeba ji dosušet. V tomto období lze kostřavu dosušet přímo na poli, což je nejlevnější způsob dosoušení.

Fytomasa kostřavy není bez dosoušení vhodná pro okamžité spalování ani koncem listopadu. V daném termínu jsme v průměru zjistili obsah vody kolem 49 %. Jsou dvě možnosti jak se v tomto termínu zbavit přebytečné vody. Buď porost na podzim desikovat a sklízet nebo jej sklízet a dosušit uměle.

Jarní termín sklizně je z hlediska obsahu vody ve fytomase výhodnější. První mrazy porost vysuší, takže jej lze pak sklízet a přímo spalovat. Vlhkost pod 20 % při jarním termínu sklizně je vhodná přímo k lisování do briket nebo pelet, skladování nebo okamžitému spalování. Ztráta fytomasy v průměru 30,5 % (tab. 4) přes zimní období není u kostřavy v porovnání s některými dalšími energetickými plodinami vysoká. Např. ztráty fytomasy přes zimní období byly zaznamenány u čiroku 37,5 % a křídlatky 35,1 %, lesknice rákosovité 23,0 % (Kára a kol., 2004). Ztráta je kompenzována úbytkem vlhkosti, neboť na podzim bychom museli sklizenou fytomasu dosušet. Saijonkari-Pahkala (2001) uvádí vyšší ztráty kostřavy rákosovité přes zimní období, a to 37–54 %.

Jarní sklizeň je z hlediska energetického využití výhodnější také proto, že při pozdějších termínech sklizně se snižuje obsah draslíku, chlóru, dusíku, síry a dalších prvků ve fytomase kostřavy i dalších plodin oproti ranným termínům sklizně. Množství živin obsažených v rostlinách je na jaře daleko nižší v porovnání s rostlinami sklizenými např. v červnu. Jako

důvod se uvádí translokace živin do kořenové části a jejich vyluhování během zimy (Katterer and Andren, 1999; Partala a kol., 2001). Porovnání obsahu prvků u kostřavy rákosovité při různých termínech sklizně podle našich sledování je v průměru uveden v tab. 5.

U pozdních termínů sklizně (březen) se např. při spalování fytomasy podobné plodiny lesknice zvyšuje teplota tání popele, a jsou zaznamenány nižší emise SO_x a NO_x oproti ranějším termínům sklizně (Kára a kol., 2004) (červenec–září), což je výhodné pro samotný proces spalování.

Pro spalování je důležitým faktorem také energetický obsah spalovaného materiálu. Proto byl také stanoven energetický obsah fytomasy kostřavy rákosovité v různých termínech sklizně. V tabulce 6 jsou uvedeny průměrné hodnoty za ob-

dobí 2006–2009. Průměrná energetická hodnota sušiny fytomasy kostřavy $17,77 \text{ GJ}\cdot\text{t}^{-1}$ je podobná hodnotám hnědého uhlí používaného při vytápění v domácnostech. Obdobné hodnoty výhřevnosti byly zjištěny i u jiných plodin, jako např. ozdobnice, lesknice rákosovité, štovíku apod. (Kára a kol., 2004). Wellie-Stephan (1998) uvádí pro sušinu kostřavy rákosovité energetickou hodnotu kolem $17,00 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Spalné teplo je silně závislé na vlhkosti fytomasy. Při vlhkosti 50 % je pouze $9,5 \text{ GJ}\cdot\text{t}^{-1}$. Při vlhkosti do 20 % vhodné pro přímé spalování ve většině kotlů s nižším výkonem je spalné teplo kostřavy $14,7 \text{ GJ}\cdot\text{t}^{-1}$ (tab. 6, graf 1), což odpovídá hnědému uhlí horší kvality používanému v našich tepelných elektrárnách. Vliv obsahu vody ve fytomase kostřavy rákosovité na její energetický obsah je uveden v grafu 1. Z tabulky 6 je dále pa-

Tab. 4 Výnosy čerstvé hmoty (č.h.), sušiny fytomasy ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) a vlhkost při sklizni (%) kostřavy rákosovité na stanovištích v Ruzyni a Lukavci v různých termínech sklizně (průměr let 2006–2009)

Stanoviště	1. termín*		2. termín**		3. termín***				
	Výnos		Výnos		Výnos		Vlhkost		
	č. h.	Sušina	č. h.	Sušina	č. h.	Sušina	Vlhkost		
Ruzyně	16,72	5,82	65,2	12,08	6,66	42,8	5,60	4,56	18,8
Lukavec	19,63	6,42	67,3	15,45	7,03	54,5	6,23	4,95	20,5
průměr	18,18	6,12	66,3	13,77	6,85	48,7	5,92	4,76	19,7

Poznámky: * sklizeň v době metání (začátek června)

** sklizeň na podzim (začátek listopadu)

*** sklizeň brzy na jaře (polovina března následujícího roku)

Tab. 5 Obsah prvků v rostlinách kostřavy rákosovité v různých termínech sklizně. Průměr za období 2006–2008

Termín sklizně	Obsah základních prvků v % sušiny				
	N	P	K	Ca	Mg
v době metání	1,083	0,204	1,637	0,417	0,199
podzim	0,893	0,131	1,327	0,383	0,144
jaro	0,780	0,101	0,903	0,152	0,133
průměr	0,918	0,146	1,289	0,317	0,159

Tab. 6 Energetické hodnoty nadzemní fytomasy kostřavy rákosovité ($\text{GJ}\cdot\text{t}^{-1}$) při různých termínech sklizně, hnojení N a různém obsahu vody

Ukazatel	Termín sklizně	Energetická hodnota
Spalné teplo suché hmoty	1. termín*	17,658
Spalné teplo suché hmoty	2. termín**	17,814
Spalné teplo suché hmoty	3. termín***	17,832
Průměr termínů sklizně suché hmoty		17,768
Spalné teplo suché hmoty při hnojení N0	2. termín**	17,564
Spalné teplo suché hmoty při hnojení N3	2. termín**	17,369
Spalné teplo při obsahu vody 50 %	2. termín**	9,472
Spalné teplo při obsahu vody 20 %	3. termín***	14,730

Poznámky: * odběr v době největšího nárůstu fytomasy

** odběr na podzim

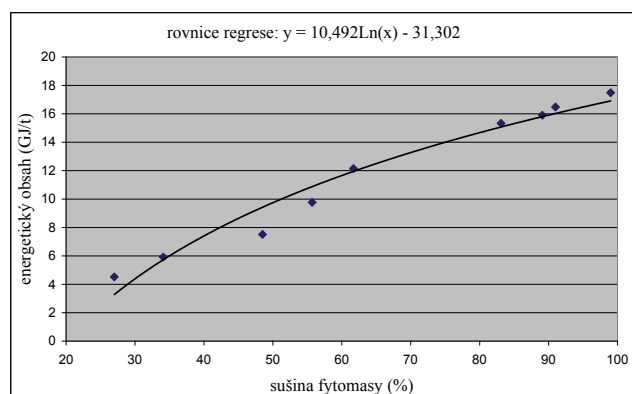
*** odběr brzy na jaře

Hnojení dusíkem v průmyslových hnojivech ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) N0 = 0, N3 = 120

trné, že různé termíny sklizně ani hnojení N průkazně neovlivňují energetický obsah sklizené fytomasy kostravy.

Návrh typologie zemědělských půd pro pěstování kostravy rákosovité

Na základě výsledků pokusu byl proveden návrh rámcové typologie zemědělských půd pro pěstování kostravy rákosovité v podmínkách České republiky. Metodický postup vytváření typologie je založen na přiřazení výnosů kostravy jednotkám bonitace čs. zemědělského půdního fondu tzv. bonitovaným půdně-ekologickým jednotkám (BPEJ). BPEJky vyjadřují číselným kódem hlavní klimatické a půdní vlastnosti pozemků, které mají vliv na produkční schopnost zemědě-



Graf 1 Vliv obsahu vody ve fytomase kostravy rákosovité na její energetický obsah

ské půdy. První číslice udává klimatický region (KR), druhá a třetí číslice udávají hlavní půdní (HPJ), čtvrtá číslice stanoví kombinaci svažitosti a expozice pozemku ke světovým stranám a pátá číslice určuje kombinaci hloubky půdního profilu a jeho skeletovitosti (Němec, 2001). Pro vytvoření návrhu typologie půd pro kostravu byly použity první dva údaje BPEJ, které tvoří tzv. hlavní půdní klimatickou jednotku (HPKJ).

V České republice bylo vymezeno celkem 10 klimatických regionů, které jsou charakterizovány zejména sumou průměrných denních teplot vzduchu nad 10 °C, průměrnými ročními teplotami vzduchu, průměrnou roční sumou srážek, pravděpodobností výskytu suchých vegetačních období a vláhovou jistotou. Všechny klimatické regiony jsou vhodné pro pěstování kostravy. Hlavní půdní jednotka (HPJ) je účelové seskupení půdních forem, příbuzných ekologickými vlastnostmi, které jsou charakterizovány půdním typem, substrátem, zrnitostí a u některých HPJ výraznou svažitostí, hloubkou půdního profilu, skeletovitostí a stupněm hydromorfismu. V České republice bylo vymezeno 78 HPJ. Pouze 64 HPJ bylo vyhodnoceno jako vhodné pro provozní pěstování kostravy rákosovité.

Vytváření typologie zemědělských půd bylo prováděno vyhodnocením empirických výsledků hodnocení výnosových parametrů ve vztahu k podmínkám prostředí pokusných a provozních porostů vyjádřených v jednotkách HPKJ, respektive jejich složek – např. průměrných teplot, rizik přísušků, půdních vlastností atd. Chybějící data byla doplňována expertním posouzením ve spolupráci s předními odborníky na jednotlivé plodiny. Výsledkem hodnocení je tabulka s vymezením 5 skupin HPKJ (pěstebních oblastí) podle vhod-

Tab. 7 Tabulka rámcové typologie zemědělských půd pro pěstování kostravy rákosovité v systému hlavních půdně klimatických jednotek (HPKJ) bonitace českých zemědělských půd

KR/HPJ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		
0																																		
1																																		
2																																		
3																																		
4																																		
5																																		
6																																		
7																																		
8																																		
9																																		
KR/HPJ	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64		
0																																		
1																																		
2																																		
3																																		
4																																		
5																																		
6																																		
7																																		
8																																		
9																																		

Legenda:

KR – klimatický region
HPJ – hlavní půdní jednotka

	HPKJ
	Neexistující
	Nevhodná
	Podprůměrně vhodná
	Průměrně vhodná
	Nadprůměrně vhodná
	Optimální

nosti pro pěstování kostřavy rákosovité. Z výsledné tabulky (tab. 7) je možno odvodit, že se kostřavě nejlépe daří v třetím až šestém klimatickém regionu a na nivních a lužních půdách, a dále na hnědozemích a ilimerizovaných půdách. Největších výnosů by mělo být dosahováno na nivních půdách v 6 klimatickém regionu.

ZÁVĚR

Při sklizni jedenkrát za rok (jednorázové sklizni) bylo dosaženo při podzimním termínu sklizně průměrných výnosů fytomasy kostřavy rákosovité přepočtených na sušinu kolem 7,0 t.ha⁻¹. Výnosy jsou podobné v porovnání s ostatními travami uvažovanými pro energetické využití, jako např. lesknice rákosovitá, psineček veliký, srha laločnatá a pod.

Při porovnání různých termínů sklizně lze doporučit jarní termín. Ztráta fytomasy v průměru kolem 30 % přes zimní období je kompenzována úbytkem vlhkosti, neboť na podzim bychom museli sklizenou fytomasu dosušet. Jarní sklizeň je doporučována také proto, že při pozdějších termínech sklizně se oproti ranným termínům sklizně snižuje obsah draslíku, chlóru, dusíku, síry a dalších prvků ve fytomase kostřavy podobně jako u jiných plodin.



Kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea* Schreb.)

Z výsledků je patrné, že porost kostřavy, pokud je dobře založený a udržovaný, vydrží na jednom stanovišti bez snížení výnosů fytomasy řadu let. Dobře reaguje zvýšením výnosů na hnojení N. Pro zavádění kostřavy hovoří nízká cena při zakládání porostů, žádné nebo minimální používání herbicidů nebo pesticidů, i další nízké přímé náklady (Stražil, 2000). Kostřavu rákosovitou lze u nás pěstovat téměř ve všech klimatických podmínkách od nížin až do podhůří. Na základě výsledků pokusu byl vytvořen návrh rámcové typologie zemědělských půd pro kostřavu, který obsahuje 6 skupin pozemků (stanovišť) podle vhodnosti pro její pěstování.

Poděkování

Tyto výsledky byly získány a zpracovány s finančním přispěním výzkumného projektu MŽP SP/3G1/24/07.

LITERATURA

- Fiala, J., Tichý, V. (1994): Produkční schopnost a vytrvalost pícních odrůd trav v monokulturách. Rostl. Výr., roč. 40, č. 11, s. 1005–1014.
- Frydrych, J., Cagaš, B., Machač, J. (2001): Energetické využití některých travních druhů. Zemědělské informace ÚZPI, č. 21, 34 s.
- Geber, U. (2002): Cutting frequency and stubble height of reed canary grass (*Phalaris arundinacea* L.): influence of quality and quantity of biomass for biogas production. Grass and Forage Science, vol. 57, no. 4, p. 389–394.
- Houdek, I. (2010): Perspektivní druhy a odrůdy trav a jetelovin z ŠS Hladké Životice, s. r. o. In Kohoutek, A. [ed.], Kvalita píce z travních porostů a chov skotu v měnících se ekonomických podmínkách, Kunín, 14. října 2010, s. 61–67.
- Jo, I. W., Lee, J. S. (1997): Effect of cutting frequency and nitrogen fertilization on productivity of reed canarygrass (*Phalaris arundinacea* L.). Journal of the Korean Society of Grassland Science, vol. 17, no. 4, p. 407–414.
- Kára, J., Stražil, Z., Hutla, P., Andert, D., Jevič, P., Šedivá, Z., Adamovský, R., Polák, M. (2004): Technologické systémy pro využití biopaliv z energetických plodin. Závěrečná zpráva VÚZT Praha, projekt QD 1209, 121 s.
- Kašper, J., Gáborčík, N. (1989): Tvorba biomasy kostravy trstovitéj (*Festuca arundinacea* Schreb.) v závislosti od různé výživy dusíkem. Rostl. Výr., roč. 35, č. 6, s. 665–672.
- Katterer, R., Andren, O. (1999): Growth dynamics of reed canarygrass (*Phalaris arundinacea* L.) and its allocation of biomass and nitrogen below ground in a field receiving daily irrigation and fertilization. Nutrient Cycling in Agroecosystems, vol. 54, no. 1, p. 21–29.
- Kavka, M. a kol. (2006): Normativy zemědělských výrobních technologií. ÚZPI, Praha, 376 s.

- Kohoutek, A., Komárek, P., Nerušil, P., Odstrčilová, V., Němcová, P. (2010): Kvalita píce trav, jetelovin a jetelovinotravních směsek z obnovených TTP v letech 2009–2010. In Kohoutek, A. [ed.], Kvalita píce z travních porostů a chov skotu v měnících se ekonomických podmínkách, Kunín, 14. října 2010, s. 37–50.
- Kryzeviciene, A. (2005): Perennial grasses a novel energy crops. Rural development 2005, vol. 2, Book 2, Proceedings – Globalisation and integration challenges to rural development in eastern and central Europ, p. 62–64.
- Niemelainen, O., Jauhiainen, L., Niittinen, E. (2001): Yield profile of tall fescue (*Festuca pratensis*) in Finland. Grass and Forage Science, SEP 2001, vol. 56, no. 3, p. 249–258.
- Němec, J. (2001): Bonitace a oceňování zemědělské půdy České republiky. VÚZE, Praha, 260 s.
- Partala, A., Mela, T., Esala, T., Ketoja, E. (2001): Plant recovery of ¹⁵N-labelled nitrogen applied to reed canary grass grown for biomass. Nutrient Cycling in Agroecosystems, vol. 61, no. 3, p. 273–281.
- Saijonkari-Pahkala, K. (2001): Non-wood plants as raw material for pulp and paper. Agricultural and Food Science in Finland, 10: Suppl. 1, 101 p.
- Stražil, Z. (2000): Ekonomická analýza vybraných energetických rostlin určených pro spalování. Sbor. Technika a technologie pro nepotravinářské využití půdy a její udržování v klidu. Brno, Techagro, s. 17–22.
- Stražil, Z. (2008): Study of reed canary grass – possible source for energy utilization. Italian Journal of Agronomy (Rivista di Agronomia), vol. 3, no. 3, supplement, p. 557–558.
- Veselá, M., Mrkvička, J., Šantrůček, J., Štráfelda, J., Velich J., Vrzal, J. (2007): Návody ke cvičení z pícninářství. ČZU, Praha, 203 s.
- Wellie-Stephan, O. (1998): Development of grasses adapted for production of bioenergy. Proceedings paper, In 10th European Conference – Biomass for Energy and Industry, 8-11 June 1998, Wurzburg, Germany, p. 1050–1051.

Rukopis doručen: 15. 10. 2010

Přijat po recenzi: 18. 11. 2010

PRVNÍ VÝSLEDKY HODNOCENÍ SMÍŠENÉ VÝMLADKOVÉ PLANTÁŽE TOPOLŮ A VRB

FIRST RESULTS OF EVALUATION OF MIXED POPLAR AND WILLOW SHORT ROTATION COPPICE

Jan Weger, Jaroslav Bubeník

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

Abstrakt

Článek prezentuje první výsledky hodnocení pokusné výmladkové plantáže Dalovice, která byla založena jako řádková směs vybraných klonů topolů a vrb v roce 1999. Cílem hodnocení je posouzení smíšených výmladkových plantáží zejména z hlediska jejich stability a výnosu. Proto byly mezi roky 2005–2009 v plantáži provedeny sklizně nadzemní biomasy a měření růstových parametrů dřevin (výška, průměr a počet kmenů). Data byla zpracována analýzou rozptylu (ANOVA). Výnos klonů ve smíšené plantáži je zatím spíše podprůměrný zejména v důsledku velmi pomalého růstu v prvních 6 letech. Nejvýnosnější klon topolu P-NE42-467 dosáhl po 9 letech průměrný výnos 5,2 t (suš)/ha/rok. V porostu se podařilo statisticky prokázat existenci tzv. okrajového efektu, při němž dochází mezi vysazenými klony k vzájemnému ovlivňování růstových a výnosových charakteristik, a to jak v pozitivním, tak negativním smyslu (tzn. zlepšující, resp. zhoršující růst a výnos). Průměrný výnos plantáže ani ztráty zatím nebyly okrajovými efekty ovlivněny.

Klíčová slova: smíšené výmladkové plantáže, topol, vrba, obmýcí

Abstract

The article presents first results of evaluation of experimental short rotation coppice, which was established as row mixture of selected poplar and willow clones in locality Dalovice in 1999. The goal of evaluation is to assess yield and stability of mixed short rotation coppice. Therefore experimental harvests of above ground biomass and measurements of quantitative characteristics (height, stem diameter and number) of trees were performed between 2005 and 2009. Collected data were statistically evaluated using analysis of variance (ANOVA). Biomass yields of poplars and willows in plantation are below average mainly due to very slow growth in first 6 years. The best yielding clone poplar P-NE42-467 reached biomass production of 5,2 t (dry)/ha/year after 9 growing seasons. Edge effects were statistically documented in plantation, which occurs mainly in bordering rows of different clones. It influences positively as well as negatively measured quantitative characteristics and yield of individual clones. The average yield of plantation as well as survival rate weren't influenced by edge effects.

Key words: mixed short rotation coppice (SRC), poplar, willow, rotation

ÚVOD

Výmladkové plantáže topolů a vrb (příp. dalších dřevin) pěstované na zemědělské půdě pro produkci biomasy jsou novou formou zemědělské produkce, která je v současnosti určena především k přímému energetickému, případně chemicko-technologickému využití. V západoevropských zemědělských oblastech jsou považovány za jednu z alternativ pro rostlinnou výrobu měnící se vlivem světových a evropských trendů. Například v severní Itálii přecházejí na pěstování topolových výmladkových plantáží pěstitelé cukrové řepy, kteří byli podobně jako u nás přinuceni k výrazné redukci své produkce kvótami EU. Celkově se v EU pěstuje okolo 32 tis. výmladkových plantáží, přičemž vrby se pěstují nejvíce v severní a topoly v jižní části kontinentu. Nejvíce je jich pak ve Švédsku a Itálii. Rozloha topolových a vrbových výmladkových plantáží narůstá také ve východní Evropě. Současná rozloha vysazených výmladkových plantáží u nás (350 ha) patří mezi nejnižší při srovnání s okolními zeměmi.

Obecně jsou výmladkové plantáže považovány za poměrně příznivý způsob zemědělského hospodaření z hlediska vlivu na mimoprodukční funkce zemědělství zejména ve srovnání

s intenzivní rostlinnou výrobou. Mezi nejčastější připomínky proti výmladkovým plantážím je možno zařadit skutečnost, že se často pěstují v monokulturách – geneticky uniformních porostech. Hlavní výhodou těchto porostů je relativně unifikovaný růst, který umožňuje uplatnění efektivní mechanizace (sázecí a zejm. sklizňové), a tím snížení ekonomických nákladů. Na druhou stranu mohou monokultury přinášet některá rizika, jako je například zvýšení výskytu určitých škůdců, chorob nebo alergenů. V naší pěstební praxi se tyto obavy zatím příliš nepotvrdily. Důvodem může být zatím relativně malá pěstební plocha a dále fakt, že jsou pěstovány odrůdy a klony s vysokou odolností vůči potenciálním škodlivým organismům.

Při pěstování topolů a vrb ve výmladkových plantážích (short rotation coppice) na zemědělské půdě se velmi často uplatňuje pěstování několika málo odrůd nebo klonů, které se vysazují v geneticky uniformních monokulturách. V české praxi zatím velmi výrazně převládá pěstování topolů nad vrby (cca v poměru 9:1). Na více než 70 % plantáží se dokonce pěstuje jeden topolový klon – populárně označovaný jako „japonský topol“ či „japan“ – což je kříženec, přesněji skupina kříženců

topolu černého a topolu Maximovičova (*Populus nigra* L. × *Populus maximowiczii* Henry) pocházejících ze šlechtění pro papírenský průmysl v Japonsku. Přestože se uvádí, že se u nás pěstují dva z těchto klonů – označované nejčastěji jako J-105 a J-104 – výsledky DNA analýz z více než 40 vzorků odebraných z českých plantáží „japanů“ ukázaly, že se u nás pěstuje téměř výhradně klon J-105 (Weger, Pospíšková, 2007).

Ve světě se nachází stále více stromových plantáží, tvoří až 5 % celkového lesního pokryvu zeměkoule, mimo jiné poskytující téměř 35 % veškeré kulatiny (FAO, 2001). Většina stromových plantáží jsou monokultury, s malým počtem druhů stromů v běžné pěstební praxi. Stromové monokultury umožňují koncentrovat zdroje na růst vybraných specializovaných druhů s odpovídajícími růstovými parametry a kvalitou dřeva, zjednodušují školkařské provozy, z důvodu uniformity porostů usnadňují sklizeň plantáže. Standardizované rostlinné kultury poskytují nemalé ekonomické výhody, potažmo finanční zisk.

Podobně jako monokultury dřevin jsou pro negativní dopady na životní prostředí v místech pěstování kritizovány také monokultury zemědělských potravinových plodin, které se vyznačují ještě většími vstupy energií, chemických látek a rychlejším střídáním kultur. V intenzivně obhospodařované zemědělské krajině mohou extenzivně pěstované výmladkové plantáže RRD vytvářet přechodový ekosystém, který může být významnou ekologickou nikou pro široké spektrum organismů, případně rostlin. Hodnocením těchto aspektů výmladkových plantáží se zabýváme v jiném příspěvku (Havlíčková, Kašparová, 2010).

Koncept smíšené stromové plantáže může mít na růst rostlin v zápoji kladný i negativní efekt. O negativním vlivu na výnos hovoříme, pokud mezidruhové konkurenční působení v porostu převládá nad vnitrodruhovým. Pozitivní efekt může být rozdělen do dvou kategorií. V prvním případě více druhů rostlin v porostu plantáže roste lépe než monokultura, v druhém rostliny jednoho druhu pozitivně ovlivňují růst dalších druhů rostlin v plantáži. Pro úspěšné založení plantáže je klíčové porozumět ekologické interakci místního prostředí, plantáže a pěstovaných rostlin mezi sebou (Piotto, 2008).

Důvodem pro testování smíšených výmladkových plantáží je, zda jsou tyto plantáže schopny poskytnout vyšší výnosy nebo environmentální přínosy než monokultury v rozsahu, který vyvažuje zjednodušené provozní podmínky monokultur. Kombinací stromových druhů se pokoušíme dosáhnout nárůstu růstových parametrů ve srovnání s monokulturou, získávat různé sklizňové produkty z různých druhů rostlin a délky obmytí. Snižujeme tak riziko dopadu výkyvů výkup-

ních cen na trhu, ohrožení škůdci a chorobami stromů nebo vliv kombinace několika faktorů najednou. Smíšené porosty též mohou posloužit v rekultivacích krajiny a poskytnout místo původním rostlinám v podrostu (Kelty, 2006).

MATERIÁL A METODIKA

Hodnocení probíhá v pokusné výmladkové plantáži založené na pozemku Střední zemědělské školy (SZeŠ) v Dalovicích u Karlových Varů (50°14'38.884"N, 12°53'20.149"E). Porost byl založen primárně za účelem poloprovozního ověření vhodnosti vybraných klonů topolů a vrb z domácích sbírek pro produkci štěpky k energetickému využití. Od první sklizně v roce 2005 v něm probíhají měření růstových parametrů, výnosu biomasy a vybraných faktorů ovlivňujících produkci a stabilitu plantáže.

Půdní a klimatické podmínky lokality

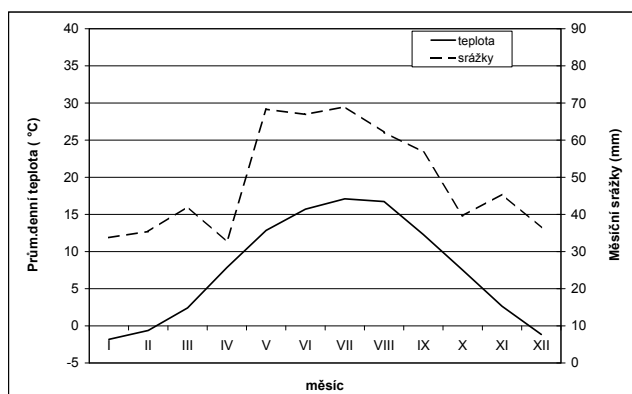
Dle příslušné bonitační půdně ekologické jednotky (BPEJ 5.53.11) se na pozemku vyskytuje hnědá půda oglejená, s lehčím orničním horizontem a až středně těžkou spodinou. Podle místních zkušeností má pozemek značně proměnlivý hydrologický režim, pravděpodobně v důsledku puklinového skalnatého podloží. Ve srážkově příznivých obdobích (např. jaro) se na něm vyskytují místní vývěry vody, avšak v letních nebo srážkově slabších obdobích půda pozemku trpí vysychavostí. Podle rozborů má půda mírně podprůměrnou živinovou zásobu a kyselejší půdní reakci (viz tab. 1). Majitelem byla hodnocena jako méně úrodná. Pozemek je rovinatý a mírně sklonitý (max. 5°) směrem JV a leží v nadmořské výšce 412 m.

Klimaticky náleží lokalita do regionu mírně teplého a mírně vlhkého (MT2) s průměrnou denní teplotou mezi 7–8 °C a poměrně vysokou vláhovou jistotou (suma srážek 550–700 mm). V průběhu existence porostu byla průměrná denní teplota 7,6 °C a roční suma srážek 591 mm.

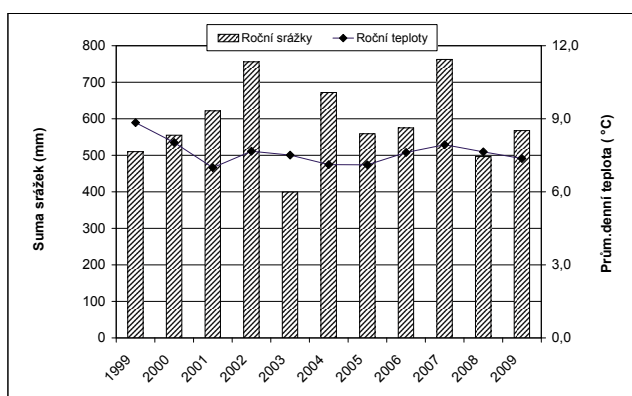
Lokalitu, respektive zemědělský pozemek je podle rámcové typologie půd (Weger, Havlíčková, 2007) možno hodnotit jako podprůměrně příznivý pro pěstování RRD s očekávaným průměrným výnosem 5,5 t(suš.)/ha/rok. Hlavním limitujícím faktorem je vysychavost půdního horizontu.

Tab. 1 Základní charakteristiky a koncentrace živin v půdě (Melich III, VÚMOP)

Datum odběru	Hloubka odběru	pH aktivní	Vápník mg/kg	Fosfor mg/kg	Draslík mg/kg	Hořčík mg/kg	COx %
X–2004	10-20	5,26	1591	46,9	155	230	1,31
	50-60	5,35	2449	6,1	121	422	0,28
X–2007	5-15	5,14	1050	43,8	171	193	1,38
	50-60	5,08	1607	7,9	123	385	0,26



Obr. 1 Klimadiagram (1999–2009) z nejbližší metostanice Karlovy Vary – letiště



Obr. 2 Roční suma srážek a průměrná denní teplota v průběhu existence plantáže (1999–2009; metostanice ČHMÚ Karlovy Vary – letiště)

Materiál (hodnocený sortiment vrby a topolů)

V experimentální výmladkové plantáži Dalovice bylo vysazeno 6 klonů topolů a 3 klony vrby. Jednalo se převážně o perspektivní výnosové klony vybrané z domácích sbírek na základě předešlého testování v maloparcelkových výzkumných plochách (1994–1999).

Cílem pěstování v experimentální plantáži bylo „polopřevozní“ ověření jejich produkční schopnosti při různých postu-

pech velkoplošného pěstování (např. délka obmýtí, smíšené a monokulturní porosty). Plantáž také slouží k vzdělávacím a osvětovým účelům.

Pro měření a hodnocení prezentované v rámci tohoto článku byly vybrány zejména 3 klony topolů (P-NE42-467, P-NE44B-466, P-Oxford-494) a 2 klony vrby (S-albCar-639, S-vimPek-699), které byly vysázeny v souvislých dvojřádkových blocích (viz tab. 4, obr. 3, 5).

Založení a pěstování pokusného porostu

Půda pozemku ležela tři roky před výsadbou ladem (spontánní úhor). V létě před výsadbou byl proveden postřik plevelného porostu Roundupem (účinnost 50%). Půda byla následně na podzim celoplošně zorána a srovnána dvakrát smykovacími bránami. Výsadba řízků byla provedena manuálně 15.–16. 4. 1999. Následně bylo provedeno 2× mechanické mulčování v meziřadí a místně manuální odplevelování v řádku. V následujících letech již nebyla prováděna žádná údržba ani jiná zlepšující opatření (např. hnojení) s výjimkou občasného mulčování meziřadí.

Výmladková plantáž Dalovice byla vysazena jako řádková směs vybraných klonů topolů a vrby v dvojřádkovém sponu 0,8 × 0,8 × 2,5 metru. Hustota porostu je 7 575 ks/ha. Směr řádků je V–Z. Celková rozloha a rozměry plantáže jsou 0,32 hektaru a 40 × 80 m (šířka × délka). Klony vrby a topolů se v plantáži střídají po dvou, příp. jednom dvojřádku – v pásech o šířce 6,6, resp. 3,3 metru (viz tab. 4 a obr. 3). Toto uspořádání umožňuje hodnocení interakcí mezi sousedními klony, a to tak, že jsou měřeny odděleně vnitřní a hraniční (vnější) řádky pásů jednotlivých klonů (obr. 6).

Pro hodnocení vlivu délky obmýtí na výnos jednotlivých klonů byla plantáž rozdělena na 3 stejné části (Bloky A, B, C viz obr. 3), ve kterých jsou sklizně prováděny v různě dlouhých obmýtích, a to následovně: v bloku A ve 3-letém, v B v 6letém a v C v 9letém obmýtí. Rozměry bloků jsou 40 × 25 metrů. V tomto příspěvku jsou hodnoceny pouze výsledky sklizně v bloku A s tříletým obmýtím. Experimentální sklizně dalších bloků proběhnou až v příštích letech (např. B v březnu 2011).

Tab. 2 Sortiment pokusné výmladkové plantáže Dalovice

Č. klonu	Kód klonu	Taxon – topoly (<i>Populus</i>)	Původ	Vysazené dvojřádky
P-524	P-gomel2-524	<i>P. balsamifera</i> × cf. <i>P. balsamifera</i> II.	Bělorusko	9
P-467	P-NE42-467*	<i>P. maximowiczii</i> × <i>P. trichocarpa</i> 'NE 42'	USA	5–6
P-466B	P-NE44B-466 *	<i>P. deltoides</i> × cf. <i>P. trichocarpa</i>	USA	7, 12
P_089	P-nigBaš_089	<i>P. nigra</i>	ČR	8
P-494	P-Oxford-494 *	<i>P. maximowiczii</i> × <i>P. × berolinensis</i> 'Oxford'	USA	10–11
Taxon – vrby (<i>Salix</i>)				
S-639	S-albCar-639 *	<i>S. alba</i> 'Carrone 51'	Francie	1–2
S-699	S-vimPek-699*	<i>S. viminalis</i>	ČR	3–4

* = klony měřené a hodnocené v tomto článku

Blok C (9leté obmýetí)	Blok B (6leté obmýetí)	Blok A (3leté obmýetí)	
		P-NE44-466	12. dvojřádek
		P-Oxford-494	11.
		P-Oxford-494	10.
		P-gomel	9.
		P-nigBaš_089	8.
		P-NE44-466	7.
		P-NE42-467	6.
		P-NE42-467	5.
		S-vimPek-699	4.
		S-vimPek-699	3.
		S-albCar-639	2.
		S-albCar-639	1.
Blok C (9leté obmýetí)	Blok B (6leté obmýetí)	Blok A (3leté obmýetí)	

Obr. 3 Plánek výmladkové plantáže Dalovice s vyznačením výsadby jednotlivých klonů

Metodika hodnocení růstových a výnosových parametrů

Hodnocení (měření) výmladkové plantáže Dalovice započalo v březnu 2005, kdy byla poprvé sklizena celá plantáž a byl vypočten hektarový výnos sušiny jednotlivých klonů.

Druhá sklizeň Bloku A s 3 letým obmýetím byla provedena v únoru 2008 (9. rok růstu). Sklizeň byla prováděna tak, aby bylo možno kromě srovnání výnosů klonů porovnat také výnosy ve vnitřním a hraničních řádcích jednotlivých klonů. Cílem bylo zjistit význam tzv. okrajového efektu mezi sousedními klony. V každém z hodnocených řádků byly proto vytyčeny 4 parcelky (každá s 5 jedinci), ve kterých byl zjištěn výnos surové biomasy, měřeny růstové parametry (tloušťka a počet kmenů, výška jedince, procento živých jedinců) a sledován zdravotní stav.

Tloušťka kmenů byla měřena digitální průměrkou (Mantax Digitech, Haglöf) s přesností na 1 mm a výška jedince měřícími latěmi s přesností na 5 cm. V celém porostu je sledován výskyt škodlivých činitelů, např. škody zvěří, výskyt plodnic hub.

Sklizně byly prováděny motorovou pilou a křovinořezem podle tloušťky kmínků. Kmeny se podřezávaly 0,1–0,3 m nad povrchem půdy dle přírodních podmínek a stavu pařezu. Sklizené kmeny z každé pokusné parcelky byly svázané do snopků a zváženy přímo na místě dvěma digitálními vahami (HS-30; max. nosnost 30 kg ± 20 g). Hmotnost surové hmoty snopků [kg (sur.)] byla odečítána současně na obou vahách s přesností na dekgramy.

Po zvážení surové biomasy byly z každé parcelky odebrány vzorky o hmotnosti 1–2 kg pro zjištění obsahu vody ve dřevě. Hmotnost vzorku čerstvé biomasy byla určena na digitální váze s přesností ± 5 g. Sušení bylo prováděno v sušičce při maximální teplotě 105 °C až do konstantní hmotnosti. Podíl sušiny v surové biomase v okamžiku sklizně [v %] byl vypočten jako podíl hmotnosti absolutně suchého vzorku a čerstvé (surové) hmotnosti vzorku.

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

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

Y_dhektarový výnos sušiny (100%) z parcelky za rok – t (suš.)/ha/rok

W_wsurová hmotnost všech jedinců v pokusné parcelce – kg (sur.)

Dpodíl sušiny ve vzorku surové biomasy při sklizni – %

N_ppočet jedinců vysazených v pokusné parcelce (v našem pokusu = 5 ks)

N_{ha} hustota výsadby na hektar (v našem pokusu = 7 575 ks/ha)

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

Ckoeficient k přepočtu hmotnostních jednotek (v našem pokusu = 1 000)

Průměrný hektarový výnos pro daný řádek nebo klon v pokusu byl potom vypočten jako průměr výnosů z pokusných parcelk. Udávaný hektarový výnos slouží především k porovnání pokusných variant (klonů a řádků) mezi sebou. Z hlediska dalšího praktického využití takto vypočteného výnosu je nutno uvést, že může být zatížen některými nepřesnostmi (přepočet z malého počtu jedinců, nahodilé vlivy atd.) a je proto možné očekávat, že se reálný výnos plantáže se může 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 5.5 a Statistica 7.1.

VÝSLEDKY A DISKUSE

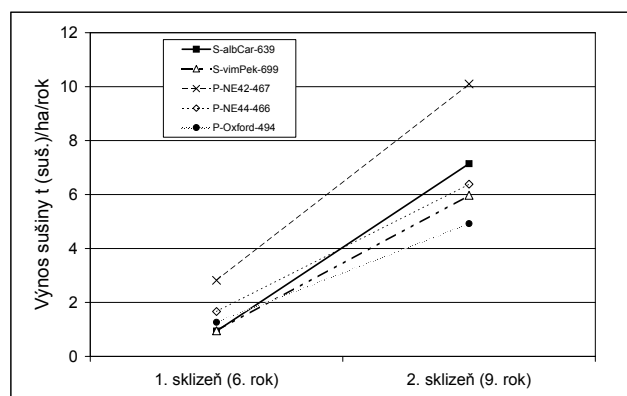
Průběh počasí

Průběh počasí v sledovaném období 2005–2009 je možno charakterizovat jako normální s výjimkou srážek v roce 2007. Průměrná denní teplota za rok se pohybovala v rozmezí 7,1–7,9 °C. Roční suma srážek se pohybovala v rozmezí 496–575 mm s výjimkou povodňového roku 2007, kdy dosáhla hodnoty 762 mm. Významným jevem na lokalitě je a byl výskyt jarních přísušků (III.–IV.), které však dobře zakořeněné klony v plantáži již nemohou negativně ovlivnit.

Výnos biomasy

První sklizeň porostu byla provedena v únoru 2005, tedy po 6. vegetační sezoně, při níž byla sklizena celá plantáž (bloky A, B, C). Důvodem odkladu první sklizně i měření byl pomalý růst topolů a vrb v pokusu, kdy ani po 6 letech nedošlo k vytvoření korunového zápoje mezi některými řádky a klony. Výnos sušiny se při první sklizni pohyboval mezi 0,9–2,8 t (suš)/ha/rok podle různých klonů.

Druhá sklizeň Bloku A s 3letým obmýtím byla provedena v únoru 2008 (9. rok růstu) tak, aby bylo možno vyhodnotit kromě výnosů klonů také výnosy v jednotlivých řádcích a zjistit význam tzv. okrajového efektu mezi výsadbami jednotlivých klonů. Výnosy sušiny jednotlivých klonů se oproti první sklizni výrazně zvýšily a pohybovaly se mezi 4,9–10,1 t (suš)/ha/rok. Nárůst výnosu byl výrazně vyšší u vrb (7×) než u topolů (3,7×). Přesto je výrazně nejvýnosnějším klonem v plantáži topol P-NE42-467, jehož průměrný výnos 5,2 t (suš)/ha/rok po 9 letech pěstování se blíží „tabulkovému výnosu“ pro bonitu pozemku (BPEJ) dle typologie zemědělských půd (Weger, Havlíčková, 2007). Nejhorší výnos dosáhl po 9 letech topolový klon P-Oxford-494. Ten roste v horní části porostu, která může mít již mírně odlišné půdně-hydrologické podmínky. Graf výnosů jednotlivých klonů je uveden na obr. 4.



Obr. 4 Výnos suché biomasy vybraných klonů topolů a vrb při 1. a 2. sklizni v plantáži

Begley et al. (2009) dosáhli ve smíšené plantáži sedmi klonů vrby *Salix viminalis* L. v oblasti Severního Irsku (Horticulture & Plant Breeding Station v Loughgall) výnosů v rozmezí 6,9–9,8 t (suš)/ha/rok. Jako celek měla smíšená vrbová plantáž výnos 8,8 t (suš)/ha/rok pro první 3 leté obmýtí (4 roky staré rostliny). V dalším 3 letém obmýtí (7 let staré rostliny) se výnosy jednotlivých klonů pohybovaly v rozmezí 7,06–13,4 t (suš)/ha/rok, respektive 11 t (suš)/ha/rok ve smíšené plantáži. Je třeba dodat, že pokusná plocha se nachází v oblasti s příznivějšími klimatickými podmínkami – s průměrnou roční teplotou 9,3 °C a průměrnou roční sumou srážek 843 mm (Walter, 1964). Porost byl v počátečních fázích růstu ošetřován herbicidy, hnojiva nebyla aplikována.

Celkově je možno říci, že i ve srovnání s jinými lokalitami v ČR jsou výnosy klonů na výmladkové plantáži Dalovice nízké. Příčinou jsou pravděpodobně nepříznivé půdně-klimatické podmínky lokality, jak ukazují výsledky maloparcelového klonového pokusu ze stejné lokality. Výnosy identických klonů jsou v tomto pokusu ještě o něco horší (Weger, 2008). Podle výsledků našich ekonomických kalkulací by produkce

Tab. 3 Výsledek statistické analýzy (ANOVA) pro výnos sušiny podle různých faktorů

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	Stat F	Významnost	
Hlavní efekty	172,043	8	21,505	7,000	<u>0,0021</u>	48 %
Klon	167,311	4	41,828	13,614	<u>0,0003</u>	46 %
Pozice řádku	5,884	1	5,884	1,915	0,1938	2 %
Opakování	1,316	3	0,439	0,143	0,9322	0 %
Interakce 2. řádu	140,964	18	7,831	2,549	0,0583	39 %
Klon × pozice řádku	74,071	3	24,690	8,036	<u>0,0041</u>	20 %
Klon × opakování	63,280	12	5,273	1,716	0,1899	17 %
Pozice řádku × opakování	3,798	3	1,266	0,412	0,7476	1 %
Interakce 3. řádu	15,274	9	1,697	0,552	0,8090	4 %
Klon × pozice řádku × opakování	15,274	9	1,697	0,552	0,8090	4 %
Vysvětleno	328,280	35	9,379	3,053	0,0260	91 %
Chyba	33,796	11	3,072			9 %
Celkem	362,076	46	7,871			100 %

štěpky byla po 2 sklizních (9 letech) nerentabilní i v případě použití nejlepšího klonu (P-NE42-467) a dostupných dotací (SAPS).

Provedené analýzy získaných výnosových dat (výnosu surové biomasy i sušiny) indikovaly, že existují prokazatelné rozdíly mezi výnosem vnitřních a hraničních řádků jednotlivých klonů. Toto je možno dokumentovat na výsledku ANOVA pro výnos sušiny.

Vypočtené výnosy za jednotlivé klony a řádky mohly být vyhodnoceny statisticky analýzou variance (ANOVA), protože testování souboru Bartlettovým testem (chí-kvadrát) neprokázalo nehomogenitu rozptylů u klonu ($p = 0,2277$), ale také podle pozice řádku ($p = 0,0723$) a opakování ($p = 0,9979$).

Porovnání výnosů vnitřních a hraničních řádků

Následně jsme provedli statistickou analýzu (ANOVA) výnosů surové biomasy po jednotlivých klonech a řádcích, která prokázala existenci významného okrajového efektu mezi výsadbami různých klonů. Podle výsledků (viz tab. 4) mají hraniční řádky ve 3 případech z 6 sledovaných statisticky průkazně odlišný výnos oproti řádkům vnitřním. U klonů rostoucích stromovitě je v nich výnos vyšší (až 21 %) a u keřovitých (vzrůstově nižších) je i výnos nižší (až o 60 %). Výsledky analýzy pro výnos sušiny byly identické jako pro surovou biomasu.

Porovnání výnosu klonů bez okrajového efektu

Na základě předchozích výsledků byla provedena analýza vlivu okrajového efektu na výnos jednotlivých klonů. Výsledky jsou znázorněny v tab. 5. Vyplývá z nich, že na výsledek jed-

notlivých klonů (kalkulovaný výnos) má velký vliv, zda jsou do hodnocení zahrnuty všechny sklizené parcelky nebo jen parcelky vnitřních řádků, které nejsou ovlivněny okrajovým efektem. V případě hodnocení všech parcellek dosáhl výrazně nejvyšší a statisticky vysoce průkazný výnos klon P-NE42-467. V případě, že jsou do kalkulace výnosu započteny jen parcelky vnitřních řádků, změní se jak výnosy (až o 21 %), tak i pořadí klonů. Rozdíly mezi klony nejsou již statisticky průkazné.

Z uvedených výsledků se však zdá, že celkový výnos plantáže, vypočtený jako průměr uvedených 4 klonů, je téměř shodný při obou variantách výpočtu, což by bylo možno interpretovat tak, že okrajové efekty mezi růstově rozdílnými klony RRD v experimentální plantáži Dalovice zatím nemají vliv na výnos plantáže. Okrajové efekty se vzájemně ruší.

Hodnocení růstových parametrů

V roce 2009 bylo v prosinci provedeno podrobné měření růstových parametrů vybraných klonů v pokusu pro porovnání s výsledky hodnocení výnosu. Na 2letých kmenech v bloku A a 5letých kmenech v blocích B a C byly měřeny tloušťky kmenů ($d_{1,0}$; mm), počet kmenů (K ; ks) a výška jedince (V_{max} ; m), procento přežívajících jedinců (%). Měřeny jsou pouze vybrané dobře rostoucí klony, které jsou v tab. 4 označeny hvězdičkou. V bloku A jsme se v r. 2010 zaměřili na hodnocení růstu klonů ve vnitřních a hraničních řádcích bloků jednotlivých klonů pro potvrzení závěrů z minulých let, které naznačovaly mírně negativní vliv na výnosové parametry při pěstování směsi zejména růstově nevyrovnaných klonů (keřovitě a stromovitě).

Tab. 4 Sumární výsledky ANOVA pro průměrné hektarové výnosy (sušiny) vnitřních a hraničních řádků vybraných klonů topolů a vrb v Dalovicích

Skupina (klon × pozice řádku)	Případy	Výnos t (suš.)/ha/rok	Procento rozdílu	Průkazný rozdíl	Významnost (MANOVA, p)
S-albCar-639 × Vnitřní	4	6,69	100 %	Ne	0,4549
S-albCar-639 × Hraniční	4	7,60	114 %		
S-vimPek-699 × Hraniční-J	4	5,40	61 %	Ne	0,0650
S-vimPek-699 × Vnitřní	4	8,86	100 %		
S-vimPek-699 × Vnitřní	4	8,86	100 %	Ano	0,0366
S-vimPek-699 × Hraniční-S	4	3,65	41 %		
P-NE42-467 × Hraniční-J	4	10,17	121 %	Ne	0,0922
P-NE42-467 × Vnitřní	4	8,37	100 %		
P-NE42-467 × Vnitřní	4	8,37	100 %	Ano	0,0064
P-NE42-467 × Hraniční-S	3	11,75	140 %		
P-NE44B-466 × Hraniční-J	4	7,04			
P-Oxford-494 × Vnitřní	4	6,07	100 %	Ano	0,0457
P-Oxford-494 × Hraniční-J	4	3,78	62 %		
P-NE44B-466 × Hraniční-S	4	5,89			

J – hraniční řádek na jižní straně výsadby klonu

S – hraniční řádek na severní straně výsadby klonu

Tab. 5 Srovnání výnosů vybraných klonů kalkulovaných s a bez vlivu okrajového efektu

Skupina	Případy	Výnos t (suš.)/ha/rok	Sušina	Průkaz. rozdíly MANOVA MPD	Průkaz. rozdíly MANOVA Tukey-HSD
Všechny parcelky (z vnitřních i hraničních řádků)					
P-Oxford-494	8	4,92	40%	a	a
S-vimPek-699	12	5,97	39%	ab	a
S-albCar-639	8	7,14	39%	b	a
P-NE42-467	12	10,10	34%	c	b
Průměr		7,03			
Parcelky z vnitřních řádků (bez vlivu okrajového efektu)					
P-Oxford-494	4	6,06	Dtto	A	A
S-albCar-639	4	6,68	Dtto	A	A
S-vimPek-699	4	7,05	Dtto	A	A
P-NE42-467	4	8,37	Dtto	A	A
Průměr		7,04			

Výsledky srovnání růstu klonů ve sklizňových blocích A, B, C

Výsledky měření růstových parametrů vybraných 5 klonů a jejich srovnání podle sklizňových bloků plantáže je uvedeno v tab. 6. Při srovnání jednotlivých klonů je možno konstatovat, že ve všech naměřených parametrech se od ostatních odlišuje klon vrby košíkářské S-vimPek-699, který má výrazně keřovitý růst s více slabšími a nižšími kmeny. Naproti tomu nejvýrazněji stromovitě roste topolový klon P-NE42-467 a také klon vrby bílé S-albCar-639. Tyto výsledky také potvrzují závěry předcházejících hodnocení domácího sortimentu RRD (Weger et al., 2005; Vlasák, Weger, Suchý, 2008).

Co se týče vlivu faktoru délky sklizňového cyklu (obmýtlí) na růstové parametry, v tabulce jsou zřejmé rozdíly ve všech naměřených parametrech mezi blokem A a zbývajícími dvěma bloky (B, C). Hodnoty dosažené v bloku A jsou o 26–56 % nižší oproti blokům B, C. Například průměrná tloušťka kmene v bloku A je 11,4 mm a v blocích B a C je 14,8 mm, resp. 15,9 mm. Tyto rozdíly jsou statisticky prokazatelné. Rozdíly jsou způsobeny různým věkem kmenů (2leté kmeny v bloku A a 5leté v blocích B a C), resp. různou délkou obmýtlí.

Dosažené absolutní hodnoty růstových parametrů, případně jejich roční přírůsty je možno považovat za průměrné ve srovnání s jinými výmladkovými plantážemi a porosty v ČR, např. s nejstarší výmladkovou plantáží Peklov (Weger, 2009).

Zdravotní stav plantáže v Dalovicích je v desátém roce růstu velmi dobrý. Nebyly zaznamenány příznaky ani významný výskyt vážnějších škůdců a poškození. Celkové procento přežívajících jedinců u hodnocených klonů a bloků je velmi dobré. Mírné příznaky snižující se vitality bylo možno sledovat snad jen u klonu P-NE44B-466, který má v bloku A ztráty 27 %. Je možné vyslovit závěr, že vybrané klony RRD reagovaly pozitivně na první (bloky B,C) a druhou (blok A) sklizeň nadzemní hmoty.

Výsledky hodnocení interakcí klonů ve smíšené plantáži Dalovice (blok A)

Výsledky podrobného měření růstových parametrů u 5 klonů RRD v bloku A jsou uvedeny v tab. 6. Jedná se o výsledné průměrné hodnoty, při jejichž výpočtu byla použita data z vnitřních i hraničních řádků přibližně ve stejném počtu.

Z výsledků je možno odvodit, že růst hodnocených klonů je po druhé sklizni velmi dobrý – všechny hodnocené parametry dosahují mírně nadprůměrných hodnot ve srovnání s podobně starými výmladkovými porosty (Peklov, Dešná nebo klonové pokusy MVP 1999). Výsledky hodnocení růstových parametrů koreluje s výsledky výnosu biomasy z února 2008. Nejvýnosnější klony P-NE42-467 a S-albCar-639 dosáhly v r. 2010 nejlepších výsledků ve většině měřených růstových parametrů. Výjimkou je počet kmenů, kde výrazně nejvyššího počtu dosáhl klon vrby košíkářské S-vimPek-699.

Při porovnání růstových parametrů v řádcích vnitřních a hraničních je možno pozorovat poměrně významné, ale často protichůdné rozdíly. Statisticky průkazné jsou například u topolových klonů P-NE42-467 a P-Oxford-494 v tloušťce kmenů ($d_{1,0}$) a to tak, že v případě NE42 jsou větší tloušťky v hraničním řádku a u Oxfordu v řádcích vnitřních. Z tohoto důvodu jsme provedli podrobnější analýzu „sousedských interakcí“ klonů v plantáži. Vybrané výsledky jsou znázorněny v grafech (obr. 7, 8). Z grafů je zřejmá poměrně velká variabilita mezi- i vnitro- klonových interakcí v pokusném výmladkovém porostu Dalovice. V 8. a 9. řádku je vidět interakci mezi nejvyšším a nejnižším klonem v plantáži (P-NE42-467, S-vimPek-699). Evidentně zde vyšší klon využívá volný prostor na jižní straně řádku k výrazně lepšímu růstu oproti jedincům rostoucím ve vnitřních řádcích 10. a 11. Keřovitý klon vrby se zdá být přerůstajícím topolovým klonem utlačován, což se zřejmě projevuje ve slabším výškovém růstu a horším procentu přežívání (72 % v ř. 8).

Poměrně zajímavé jsou i reakce ve vnitřních řádcích klonových výsadeb, jako např. u P-NE42-467. Z grafu se zdá, že

Tab. 6 Růstové parametry klonů topolů a vrb dosažené v plantáži Dalovicích v jednotlivých sklizňových blocích (A, B, C) v roce 2009

Klon × Blok	Příp.	D _{1,0} (mm)	s	Příp.	V _{max} (m)	s	Příp.	Kmeny (ks)	s	Přežívání (%)
S-639 × A	453	14,2	10,1	38	5,29	0,60	50	9,1	3,9	91%
S-639 × B	108	18,6	15,1	2	8,00	0,71	16	6,8	1,7	100%
S-639 × C	71	18,9	13,8	2	5,65	0,21	12	5,9	1,6	75%
S-699 × A	1189	8,2	4,5	53	4,00	0,45	64	18,6	10,2	90%
S-699 × B	467	10,5	7,0	2	5,35	0,07	34	13,7	6,0	100%
S-699 × C	400	12,4	7,8	2	5,05	0,35	28	14,3	5,8	85%
P-467 × A	898	14,3	11,4	67	5,72	0,41	92	9,8	4,6	96%
P-467 × B	261	17,9	21,1	2	9,38	0,18	32	8,2	2,8	100%
P-467 × C	196	17,8	20,1	3	9,35	1,10	30	6,5	1,9	79%
P-466 × A	263	11,1	6,3	29	3,90	0,55	29	9,1	4,4	73%
P-466 × B	137	19,2	17,8	2	8,05	0,35	26	5,3	1,5	81%
P-466 × C	208	18,2	17,3	2	8,95	1,20	35	5,9	2,1	92%
P-494 × A	462	11,3	7,5	47	4,24	0,69	47	9,8	3,7	78%
P-494 × B	336	15,3	13,8	2	6,65	0,49	38	8,8	2,9	100%
P-494 × C	255	17,0	14,4	2	5,85	1,91	32	8,0	2,8	100%
Blok A	3265	11,4	8,7	234	4,74	0,93	282	11,6	7,2	86%
Blok B	1309	14,8	14,8	10	7,49	1,48	146	9,0	4,6	96%
Blok C	1130	15,9	14,6	11	7,19	2,13	137	8,2	4,5	86%

Legenda: Blok A: 3leté obmýetí, 2leté kmeny;
Blok B: 6leté obmýetí, 5leté kmeny;
Blok C: 9leté obmýetí, 5leté kmeny;

D_{1,0} tloušťka kmene v 1 m,
V_{max} výška jedince
s směrodatná odchylka dat



Obr. 5 Smíšená plantáž Dalovice – zleva pásy vrby S-albCar-639, S-vimPek-699 a topolu P-NE42-467 (vždy dva dvojřádky)



Obr. 6 Ukázka vnitřních a hraničních (okrajových) řádků bloků u vrb S-albCar-639 a S-vimPek-699

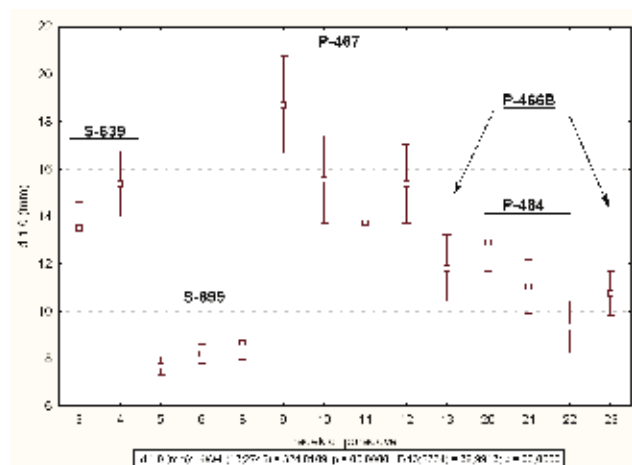
jedinci ve vnitřních řádcích jsou utlačováni vlastními lépe rostoucími jedinci v hraničních řádcích. Takováto variabilita v růstu a kompetice mezi klony by mohla být zejména po dalších sklizních určitým rizikem, kdy silnější klon postupně utlačí klon slabší a ten začne odumírat dřívě nebo růst pomaleji. Příliš vysoká nehomogenita porostu by mohla být zárodkem postupného rozpadu plantáže.

Příčinou poměrně výrazných mezi- i vnitro- klonových interakcí ve smíšené výmladkové plantáži Dalovice jsou jednak

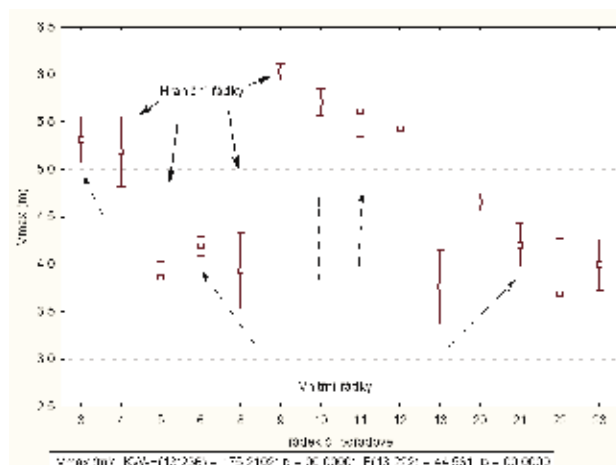
rozdílné růstové charakteristiky pěstovaných klonů a současně jejich výrazná světlomilnost. Bude zřejmě obtížné hledat klony topolů a vrb pro vytváření smíšených porostů se širokým vertikálním zápojem. Vhodnější spíše budou vrby a topoly s podobnou dynamikou růstu, které vytvoří užší horizontální zápojem.

Tab. 7 Výsledky měření růstových parametrů klonů RRD v bloku A v Dalovicích (2leté kmeny)

Klony	Průměr kmene		Počet kmenů		Výška jedince		Proc. přežívání		Výčet. plocha	
	počet	D _{1,0} (mm)	počet	Km (ks)	počet	V _{max} (m)	počet	(%)	počet	SA (mm ²)
Všichni jedinci (z vnitřních i hraničních řádků)										
Celý vzorek	2748	11,5	236	11,6	236	4,73	56	87%	2748	157
S-vimPek-699	1053	8,1	53	19,9	53	4,00	12	88%	1053	67
S-albCar-639	360	14,4	40	8,8	40	5,25	8	100%	360	215
P-NE42-467	610	15,8	67	9,1	67	5,72	16	84%	610	301
P-Oxford-494	462	11,3	47	9,8	47	4,24	12	80%	462	144
Jedinci rostoucí ve vnitřních řádcích										
Celý vzorek	1315	11,4	91	12,6	91	5,07	28	86%	1315	150
S-vimPek-699	505	8,2	19	26,6	19	4,19	8	83%	505	69
S-albCar-639	198	13,5	20	9,4	20	5,31	4	100%	198	189
P-Oxford-494	333	12,9	19	9,5	19	4,65	8	83%	333	162
P-NE42-467	279	14,5	33	8,5	33	5,67	8	85%	279	256
Jedinci rostoucí v hraničních řádcích										
Celý vzorek	1433	11,6	145	10,9	145	4,52	28	84%	1433	163
S-vimPek-699	548	8,0	34	16,1	34	3,89	4	100%	548	65
S-albCar-639	162	15,4	20	8,1	20	5,18	4	100%	162	247
P-Oxford-494	129	9,3	28	10,1	28	3,96	4	75%	129	99
P-NE42-467	331	16,9	34	9,7	34	5,76	8	83%	177	283



Obr. 7 Průměrné tloušťky kmenů ($d_{1,0}$) klonů RRD v jednotlivých hraničních a vnitřních řádcích. U průměrů znázorněn 95% interval spolehlivosti. Pořadí a číslování řádků v grafu odpovídá skutečnosti v Dalovicích



Obr. 8 Průměrné výšky jedince (V_{max}) klonů RRD v jednotlivých hraničních a vnitřních řádcích. Kolem průměrů je znázorněn 95% interval spolehlivosti. Pořadí a číslování řádků v grafu odpovídá skutečnosti v Dalovicích

ZÁVĚRY

Na základě hodnocení výnosových a růstových parametrů provedených v letech 2005–2009 ve smíšené výmladkové plantáži Dalovice je možno vyslovit následující záměry:

- 1) Výnos biomasy po dvou sklizních je zatím spíše podprůměrný zejména v důsledku velmi pomalého růstu většiny klonů v prvních 6 letech; nejvýnosnějším klonem v plantáži je topol P-NE42-467, jehož prů-

měrný výnos 5,2 t (suš)/ha/rok se blíží „tabulkovému výnosu“ pro bonitu pozemku.

- 2) V druhém obmýtí se výškový přírůst i výnos všech klonů výrazně zlepšil (3–7×) a procento živých jedinců zůstává velmi vysoké (73–95 %).
- 3) V porostu se podařilo prokázat existenci tzv. okrajového efektu, při němž dochází v hraničních řádcích mezi vysazenými klony topolů a vrb k vzájemnému ovlivňování růstových a výnosových charakteristik, a to jak v pozitivním, tak negativním smyslu (tzn.

- zlepšující, resp. zhoršující růst a výnos).
- 4) Průměrný výnos (z hodnocených klonů) a procento živých jedinců v plantáži zatím nebyly okrajovými efekty ovlivněny.
 - 5) Vývoj nehomogenního růstu pokusné plantáže (v důsledku nestejněho růstu jednotlivých klonů) a jeho vlivu na výnos a stabilitu plantáže budou sledovány v dalších letech.

Poděkování

Prezentované výsledky vznikly díky podpoře z projektu MŠMT 2B06132 Biodiverzita a energetické plodiny.

LITERATURA

- Begley, D., McCracken, A. R., Dawson, W. M., Watson, S. (2009): Interaction in Short Rotation Coppice willow *Salix viminalis* genotype mixtures. *Biomass and Bioenergy*, vol. 33, p. 163–173.
- Kelty, M. J. (2006): The role of species mixtures in plantation forestry. *Forest Ecology and Management*, vol. 233, p. 195–204.
- Piotto, D. (2008): A meta-analysis comparing tree growth in monocultures and mixed plantations. *Forest Ecology and Management*, vol. 255, p. 781–786.
- Vlasák, P., Weger, J., Suchý, J. (2008): Analysis of growth parameters of willow and poplar in short rotation coppice on different sites and mixed stands. *Proceedings of the 16th European Biomass Conference & Exhibition*, 2.–6. 6. 2008, Valencia, p. 202–205.
- Walter, H., Lieth, H. (1964): *Klimadiagramm – Weltatlas*. 2. Lieferung, VEB G. Fischer Verlag, Jena.
- Weger, J. (2009): Výnos vybraných klonů vrb a topolů po 9 letech výmladkového pěstování. *Acta Pruhoniana*, č. 89, s. 1–15.
- 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 harvesting period in conditions of the Czech Republic. *14th European Conference & Exhibition Biomass for Energy, Industry and Climate Protection*, Paris, ETA Florence and WIP-Munich 17.–21. 10. 2005, p. 465–468.
- Weger, J., Havlíčková, K. (2007): Rámcová typologie zemědělských půd pro výmladkové plantáže RRD. *Lesnická práce*, roč. 86, č. 4, s. 32–33.
- Weger, J., Pospíšková, M. (2007): DNA identification of poplar clones grown for production of energy biomass on an example of hybrid poplar *Populus nigra* × *Populus maximoviczii* In *The tree and flower – a part of life*. *Sborn. vědec. konf.*, 4.–5. 2007, VÚKOZ, v. v. i., Průhonice, p. 155–158.

Rukopis doručen: 28. 9. 2010

Přijat po recenzi: 24. 11. 2010

POROVNÁNÍ VÝTĚŽNOSTI BIOMASY ZEMĚDĚLSKÝCH PLODIN A KLONŮ TOPOLU A VRBY

THE COMPARISON OF BIOMASS YIELD (ACCORDING TO ENERGETIC PURPOSES) OF AGRICULTURAL CROP AND POPLAR AND WILLOW CLONES

Vladimír Janeček¹, Ladislav Žižka²

¹ Katedra dendrologie a šlechtění lesních dřevin, fakulta lesnická a dřevařská, Česká zemědělská univerzita, Kamýcká 1176, 165 21 Praha-6, janecekv@fdl.czu.cz

² Česká inspekce životního prostředí, Na Břehu 267, Praha 9-Vysočany

Abstrakt

Éra paliv I. generace (bionafta, bioplyn, etanol), která jsou vyráběna ze zemědělských plodin, končí a na řadu přicházejí bio- paliva II. generace. Zdrojem pro produkci biopaliv této třídy je biomasa, která není využívána pro potravinářské účely. Z těchto důvodů jsou zakládány výmladkové plantáže rychle rostoucích dřevin, zejména topolů a vrb, které by díky svým růstovým vlastnostem měly významně přispět k produkci biomasy využitelné pro energetické účely. Výsledkem tohoto šetření je stanovisko vypovídající o energetické náročnosti na produkci biomasy u obou generací biopaliv. Jde o zjištění, zdali produkce biomasy z rychle rostoucích dřevin je z hlediska vložení a získání energie vyšší než u zemědělských plodin. Sledování probíhalo na třech lokalitách – Peklov, Nová Olešná, Doubravice. Byly sledovány různé klony topolů a jeden klon vrby. Prokázalo se, že druhá sklizeň (cca po šesti letech) už skutečně z hlediska energetické náročnosti představuje vyšší energetický zisk u r.r.d, než je tomu u většiny zemědělských plodin.

Klíčová slova: biomasa, paliva I. a II. generace, mezidruhové hybridy topolu, výmladkové plantáže rychle rostoucích dřevin

Abstract

First generation biofuels like biogas, ethanol made from agricultural crops are recently replaced by the second generation of biofuels made from different types of biomass. One of the biggest producers of biomass are short rotation coppice cultures, especially with poplar and willow clones. The goal of this article is to find out if these coppice cultures are from energetic point of view better than agricultural crops. The observation was realized on three localities and various poplar and willow clones. This article shows, that the energetic gain after the second harvest (± 6 years) is higher compared to majority of agricultural crops.

Key words: biomass, I. and II. generation of biofuel, interspecific poplar hybrids, short rotation coppice culture

ÚVOD

V poslední době můžeme zaznamenat určitý nárůst v popularitě užívání biomasy jako zdroje energie. Česká republika a vlastně celý svět se snaží najít řešení a odpovědi na důležité otázky týkající se globálního oteplování, rostoucí hladiny skleníkových plynů v atmosféře a ztenčující se zásoby fosilních paliv jako ropy, zemního plynu či uhlí.

Možným klíčem k úspěchu by mohlo být větší využití biomasy pro energetické účely. Podle Státní energetické koncepce z roku 2004 se biomasa podílí na celkovém příspěvku obnovitelných zdrojů energie (OZE) k primárním zdrojům cca 30 % (Bechník, 2008). V roce 2020 má být z OZE čerpáno 13 % energie. To by znamenalo asi čtyřnásobné navýšení příspěvku biomasy (Havlíčková et al., 2008). V České republice jsou vyvinuty technologie pro zpracování biomasy především ze zemědělských plodin, jako například silážní kukuřice, ječmene, pšenice, řepky olejné a dalších, které jsou pod souhrnným názvem označovány jako paliva první generace. Nicméně čím dál častěji se hovoří o vývoji paliv druhé generace, kam jsou nově zařazeny speciálně vyšlechtění jedinci rychle rostoucích dřevin, především topolů a vrb. Jejich specifické vlastnos-

ti v rychlosti růstu a odolnosti vůči biotickým činitelům by mohly významně přispět k produkci biomasy pro energetické účely a efektivnějšímu využití zemědělské plochy.

METODIKA

Celý pokus spočívá v porovnání energetických vstupů a výstupů zahrnutých ve výrobě a produkci zemědělských plodin a klonů rychle rostoucích dřevin (topolů a vrb). Účelem tohoto hodnocení je zjištění maximálního využití energetických vkladů do výrobního procesu za předpokladu získání nejvyššího výrobního efektu. Abychom mohli realizovat celý experiment, bylo nutné získat potřebná vstupní data pro výpočet a následné porovnání energetické bilance u obou zdrojů biomasy. K těmto účelům nám posloužily výmladkové plantáže rychle rostoucích dřevin sloužící k výzkumným účelům Výzkumného ústavu Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., v Průhonících. Plochy se nacházejí v lokalitách Peklov (HD Unhošť), Nová Olešná a Doubravice (HD Krásná Ves).

Abychom mohli porovnat energetickou bilanci těchto zvolen-

ných výmladkových plantáží, bylo nutné k nim přiřadit vhodnou, zemědělsky využívanou plochu, která by byla z hlediska klimatických a půdních aspektů podobná ploše s rychle rostoucími dřevinami. Tímto krokem zajistíme rovnocenné podmínky pro pěstování u obou porovnávaných skupin. K těmto účelům byly využity bonitované půdně ekologické jednotky (BPEJ), které na základě pětimístního kódu poskytují údaje o klimatických a půdních charakteristikách zemědělských stanovišť. To znamená, že porovnávané plochy zemědělských plodin musí mít totožné označení BPEJ jako výmladkové plantáže rychle rostoucích dřevin.

Následující kroky směřovaly ke sběru dat o produkci obou porovnávaných zdrojů biomasy, včetně energetických vkladů do výroby a zhodnocení energetického zisku.

Charakteristika stanovišť

Lokalita 1 – Peklov, Unhošť

První lokalita se nachází ve Středočeském kraji u obce Peklov. Je zde výzkumná plocha klonu hybridu topolu černého a Maximowiczova – MAX-4 (Jap-105), založená v roce 1994 a rozkládající se na ploše 1 ha. Mezi veřejností je tento klon znám jako japonský topol a je velmi oblíben a využíván pro své růstové vlastnosti (2,5–4 m výškový přírůst ročně) a dobrou regenerační schopnost.

V průběhu 12 let došlo k pěti sklizním, a to v letech 1996, 1999, 2001, 2003 a 2006. Tato plantáž byla po stránce energetické bilance porovnána se zemědělskou plochou spadající pod místní Hospodářské družstvo HD Unhošť.

Lokalita je zařazena do řepařské výrobní zemědělské oblasti a s výmladkovou plantáží r. r. d. má shodné označení BPEJ – 4.11.00. Lokalita je tedy charakterizována jako mírně teplý až suchý region s ročním úhrnem srážek 450–550 mm. Průměrná roční teplota dosahuje 7–8 °C. Sklon terénu je nulový. Půdní typ – hnědozem se sprašovým pokryvem, půdní profil více než 60 cm hluboký, bezskeletovitý.

V případě tohoto pokusu jde o porovnání energetické bilance mezi klonem MAX-4 (*Populus nigra* L. × *P. maximowiczii* Henry) s řepkou ozimou.

Lokalita 2 – Nová Olešná

Nová Olešná se nachází v Jihočeském kraji v okrese Jindřichův Hradec. I v této lokalitě je výmladková plantáž r. r. d. sloužící k výzkumným účelům jako klonový pokus. Plocha byla založena v roce 1999 na rozloze 0,2 ha. Za devět let byly provedeny tři obmýtní zásahy (periodicky, každý třetí rok). Jsou zde zkoumány růstové vlastnosti jednotlivých klonů topolů a vrby:

‘**Trikor**’ – kříženec topolů *Populus trichocarpa* Torr. et A. Gray × *P. koreana* Rehd., cf. *P. deltooides* Marsh. × *P. trichocarpa* Torr. et A. Gray

‘**Oxford**’ – kříženec topolů *Populus maximowiczii* Henry × *P. berolinensis* Dippel

vrbový klon: ‘**Smith**’ – *Salix* × *smithiana* Willd., autochtonní spontánní kříženec v ČR

V tomto případě byla energetická bilance těchto klonů rychle rostoucích dřevin porovnána opět s řepkou ozimou. Tato plodina byla pěstována na poli soukromého zemědělce v bezprostřední blízkosti plantáže r. r. d. Obě porovnávané plochy spadají do bramborářské výrobní zemědělské oblasti s označením BPEJ – 7.29.51. Lokalita se nachází ve vlhkém, mírně teplém klimatickém regionu s průměrnou roční teplotou 6–7 °C a ročním úhrnem srážek 650–750 mm. Půdní typ hnědá půda kyselá, středně těžká, půda je bezskeletovitá. Terén má severní expozici na středním svahu (7–12°).

Lokalita 3 – Doubravice, ZD Krásná Ves

Poslední lokalita je situována do Středočeského kraje v okrese Mladá Boleslav. Na ploše 0,2 ha byl realizován klonový pokus r. r. d. Tato výmladková plantáž byla založena v r. 1999 a po dobu devíti let zde byly provedeny tři sklizně, uskutečněny každý třetí rok. Najdeme zde stejné typy klonů topolů a jeden klon vrby jako na lokalitě č. 2, a to ‘Trikor’, ‘Oxford’ a ‘Smith’.

Klony byly porovnány s údaji o zemědělské produkci získanými v ZD Krásná Ves, které poskytlo informace o ozimé pšenici, jarní pšenici, jarním ječmeni a silážní kukuřici. V tomto případě se nepatrně liší označení BPEJ, které je pro rychle rostoucí dřeviny 3.14.11. a pro zemědělské plodiny 3.14.00 (rozdíl je ve sklonitosti svahu a skeletovitosti).

Další zemědělská plodina, která je porovnána s klony r. r. d., je žito ozimé získané z HD Dolánky u Bakova nad Jizerou s označením BPEJ 3.14.10 (rozdíl ve skeletovitosti). Zemědělské plochy pocházejí ze stejné oblasti jako výmladková plantáž r. r. d. Lokalita se nachází v teplém a suchém klimatickém regionu s průměrnou roční teplotou 8–9 °C a ročním úhrnem srážek pod 500 mm. Půda ilimerizovaná, s nepatrným sklonem (3–7°), bezskeletovitá nebo jen mírně skeletovitá.

Sběr dat a jejich vyhodnocení

Pro vypracování energetické analýzy bylo nutné shromáždit potřebná data o jednotlivých výrobních procedurách zahrnutých do produkce biomasy u obou porovnávaných skupin. Na základě označení BPEJ výmladkových plantáží r. r. d. byly vyhledány obdobné plochy se zemědělskými plodinami. Data o výrobě byla získána dotazníkovou metodou. Vyhodnocení dotazníků probíhalo podle Preiningerovy metody pro energetické hodnocení výrobních procesů v rostlinné výrobě (Preininger, 1987).

V první řadě stanovíme produkci energie pro každý zdroj biomasy. Abychom tak mohli učinit, musíme znát výnos dané plodiny [t.ha⁻¹] a vlhkost [%] při sklizni. Procentuální podíl vlhkosti odečteme od celkové hmotnosti plodiny a získáme tak hmotnost sušiny [t.ha⁻¹]. Nesmíme zapomenout, že je nutné stanovit podíl sušiny jak pro hlavní produkt (zrno), tak i pro vedlejší produkt (slámu), pro které se následně určí spalné teplo.

Výnosy r. r. d. byly měřeny v období sklizně. Vzhledem k tomu, že se jedná o plantáže malých rozměrů (0,2 ha), se sklizeň provádí ručně – motorovými pilami či křovinořezy.

Průměr kmínků nedorůstá velkých rozměrů kvůli opakovanému intervalu sklizení (3 roky). Tento kratší interval sklizení má výhodu v tom, že u plantáží s větší rozlohou je možné použít ke sklizni mechanizaci určenou pro zpracování silážní kukuřice.

Po pokácení kmínků jednotlivých klonů r. r. d. se provádí jejich ruční zvážení, tím je zjištěn výnos daného klonu, který se posléze přečte na plošnou jednotku 1ha.

Druhá metoda, která byla použita pro stanovení míry výnosu jednotlivých klonů, je vzorková metoda. V porostu se sklídí vyznačené plošky (přibližně 3–5 vzorků), jejichž výnos je pak přečten na celou plochu porostu.

Výpočet spalného tepla slouží ke stanovení energetického obsahu rostlinné produkce, tzv. bruttoenergie jednotky sušiny produkce. Hodnota bruttoenergie 1 t sušiny rostlinné produkce včetně kořenových zbytků je poměrně stálá (17,58 GJ = spalné teplo celulózy) a mírně kolísá v závislosti na obsahu tuků a cukrů.

Tabulka určující hodnoty spalného tepla u našich zemědělských plodin a jejich hlavních a vedlejších produktů viz Preininger, 1987.

Stanovení spalného tepla u r. r. d. se provádí odebráním vzorků z jednotlivých klonů a laboratorním rozbořem se určí podíl sušiny a spalného tepla podle ČSN 44 1352 spalným kalorimetrem. Hodnota spalného tepla je velmi podobná u většiny rostlinné produkce, takže i pro klony topolů se spalné teplo pohybuje v rozmezí 18,7–19,2 GJ.t.⁻¹, pro vrby 18,2–19,0 GJ.t.⁻¹ Zde bylo počítáno s průměrnými hodnotami spalného tepla u topolů 18,95 GJ.t.⁻¹ a 18,6 GJ.t.⁻¹ u vrby.

Produkce energie [GJ.ha.⁻¹] se vypočítá podle jednoduchého vzorce: $\text{výnos sušiny [t.ha.}^{-1}] \cdot \text{spalné teplo [GJ.t.}^{-1}] = \text{produkce energie [GJ.ha.}^{-1}]$.

Stanovení energetických vkladů

Energetické vklady se dělí na přímé a nepřímé. Mezi přímé vklady energie patří fosilní energie. Spotřeba fosilní energie se spočítá jako součet celkové spotřeby motorových paliv, elektrické energie a tepla přečtená příslušným energetickým ekvivalentem. Normativy přímé spotřeby energie na pracovní operace a na typové výrobní procesy u hlavních plodin jsou uvedeny v tabulkách (viz Preininger, 1987).

Lidská práce se také řadí mezi přímé vklady energie, ale její podíl je zanedbatelný. S tímto energetickým vkladem není proto počítáno.

Nepřímé energetické vklady vyjadřují průměrnou spotřebu energie na výrobu strojů a zařízení včetně energie na opravy a náhradní díly. Předpokládá se, že energie se po dobu životnosti stroje vkládá do výrobního procesu podle času provozu stroje spotřebovaného na danou operaci (Preininger, 1987).

Normativy nepřímé spotřeby energie ve strojích jsou uvedeny v tabulkách (viz Preininger, 1987).

Energie výrobní chemického průmyslu zahrnuje nepřímé energetické vstupy ve hnojivech a pesticidech. Provádí se násobením množství aplikovaných čistých živin (N, P₂O₅, K₂O) u hnojiv nebo účinné látky u pesticidů příslušným energetickým ekvivalentem (viz Preininger, 1987).

Energie organických hnojiv byla stanovena srovnáním průměrného obsahu čistých živin s odpovídajícími energetickými ekvivalenty průmyslových hnojiv. Neodpovídá tedy skutečné spotřebě energie vynaložené na jejich výrobu. Výpočet nepřímých energetických vstupů v organických hnojivech se provádí vynásobením aplikovaného celkového množství příslušným energetickým ekvivalentem, uvedeným v tabulkách (viz Preininger, 1987).

Energie chemicky vyrobených hnojiv či organických hnojiv zaujímá podstatný podíl mezi energetickými vklady do výroby a pro celkovou energetickou analýzu jsou tyto údaje důležité. Součtem přímých a nepřímých energetických vkladů, tzn. vkladů do fosilních paliv, stroje a hnojiv získáme celkovou hodnotu vložené energie do produkce výroby.

Aby bylo možné ohodnotit činnosti prováděné na plantážích rychle rostoucích dřevin (sázení topolu, sklizeň topolu či likvidace porostu), byly těmto činnostem přiřazeny hodnoty podle Preiningera (1987), které se shodovaly s hodnotami u činností prováděných v zemědělství (sázení topolu hodnoceno jako sázení brambor, sklizeň topolu jako sklizeň silážní kukuřice atd.).

Energetický zisk získáme jednoduchým výpočtem. Jedná se o rozdíl mezi vloženou a získanou energií:

$\text{Energetické vstupy [GJ.ha.}^{-1}] - \text{Energetické vstupy [GJ.ha.}^{-1}] = \text{Energetický zisk [GJ.ha.}^{-1}]$. Energetický zisk vypočítáme pro každý porovnávaný zdroj biomasy zvlášť a nakonec jednotlivě hodnotíme.

VÝSLEDKY

Lokalita 1 – Peklov, Unhošť

Na této lokalitě byla provedena energetická bilance mezi klonem Max-4 a řepkou ozimou. Na výmladkových plantážích v Peklově vykazoval tento klon stále a vysoké přírůsty dřevní hmoty. Průměrný objem produkce za dobu trvání porostu 12 let činil 9,33 t (suš.)/ha/rok, při porovnání této hodnoty s objemem produkce řepky ozimé 5,75 t (suš.)/ha/rok pro zrno i slámu je jasně patrné, že produkce topolu Max-4 je nesrovnatelně vyšší.

V tab. 1 jsou znázorněny výnosy biomasy v jednotlivých etapách sklizně. Do celkového průměru je samozřejmě započítána i počáteční fáze porostu, kdy vlastně nemůžeme hovořit o významnějších hodnotách z hlediska produkce. Z tohoto důvodu je celkový průměr produkce u topolu nepatrně nižší. Výnos první sklizně nemůže konkurovat objemu produkce s porovnávanou řepkou ozimou, ale v následujících letech je objem produkce již převyšující.

Na základě vyplněných dotazníků o energetickém vkladu

do produkce biomasy z jednotlivých hospodářských družstev pro polní plodiny a z údajů, které byly poskytnuty ve VÚKOZ, v. v. i., Průhonice, který má v kompetenci výmladkové plantáže r. r. d., byla sestavena tabulka 2. Tato tabulka zahrnuje seznam veškerých operací zahrnutých do produkce biomasy a k nim přiřazené normativy přímé spotřeby energie. U jednoletých plodin jsou pracovní operace uvedeny za dobu 12 let, aby odpovídaly souhrnu všech operací použitých během pěstování topolu. Z tabulky je jasné patrné, že průměrný vklad energie do produkce biomasy u řepky ozimé je více jak trojnásobný. Nejvyšší energetickou položkou je příprava půdy (podmítka, hluboká orba, vláčení a smykování). Tyto činnosti jsou v zemědělství prováděny prakticky každoročně na rozdíl od pěstování r. r. d., kdy se příprava půdy provádí jen před zakládáním porostu, takže jen jednou v celém horizontu životnosti porostu. Stejně přirovnání se také týká výsadby či sklizeň plodin, kdy u jednoletých rostlin dochází k těmto činnostem každoročně, zatímco u topolů se provádí výsadba opět jen jednou v dlouholetém horizontu životnosti porostu a sklízí se 3–5×. Tento fakt poukazuje na velkou energetickou úsporu v produkci biomasy.

Na základě spočítaných údajů byla zpracována celková energetická bilance, která zahrnuje veškeré energetické položky působící ve výrobě (tab. 3). Zde je možno porovnat energetickou produkci klonu Max-4 – 176,80 GJ. ha⁻¹ a řepky ozimé 113,05 GJ. ha⁻¹. Za zmínku však stojí suma energetických vkladů, která je u r. r. d. podstatně nižší (2,29 GJ. ha⁻¹) než u řepky ozimé (11,16 GJ. ha⁻¹). Po odečtení těchto dvou hodnot získáváme nejdůležitější hodnotu, a tou je energetický zisk, který je pro klon Max-4 vyšší (174,51 GJ. ha⁻¹) než pro řepku ozimou (101,88 GJ. ha⁻¹). Z tohoto výsledku můžeme vyvodit závěr, že z energetického hlediska a samozřejmě i z hlediska produkce biomasy je klon Max-4 (biopalivo II. generace) výhodnější než porovnávaná řepka ozimá (biopalivo I. generace)

Dalším hodnoceným aspektem je vklad energie do výroby, který zahrnuje energii fosilních paliv, strojů a hnojiv.

Konečným výsledkem energetické bilance je energetický zisk, který na lokalitě Peklov dopadl příznivěji pro klon Max-4 než pro řepku ozimou.

Tab. 1 Výnos biomasy v sušině u klonu Max-4 [t (suš.)/ha/rok] na lokalitě Peklov v letech 1994–2006

Klon	1. sklizeň (po 2 letech)	2. sklizeň (po 3 letech)	3. sklizeň (po 2 letech)	4. sklizeň (po 2 letech)	5. sklizeň (po 3 letech)	průměr za 12 let t (suš.)/ha/rok
Max-4	2,5	10,5	10,1	10,4	11,5	9,33

Tab. 2 Počet pracovních operací a normativy přímé spotřeby energie pro pěstování a sklizeň dvanáctileté kultury topolu ve srovnání s jednoletými kulturami za stejné období v řepařské oblasti

Činnosti vložené do výroby	Topol		Řepka ozimá	
	n	E [MJ.ha ⁻¹]	n	E [MJ.ha ⁻¹]
Podmítka	0	0,00	12	33597,60
Vláčení a smykování	1	204,60	24	4910,40
Hluboká orba	1	917,20	12	11006,40
Aplikace pesticidů	2	162,20	48	3892,80
Rozmetání prům. hnojiv	0	0,00	12	1608,00
Zaorávka hnoje	0	0,00	0	0,00
Aplikace tekutých hnojiv	0	0,00	12	973,20
Setí obilovin a řepky	0	0,00	12	1524,00
Setí kukuřice	0	0,00	0	0,00
Výsadba topolu *	1	317,60	0	0,00
Mulčování	2	352,80	0	0,00
Přímá sklizeň obilovin	0	0,00	0	0,00
Přímá sklizeň řepky	0	0,00	12	7831,20
Sklizeň silážní kukuřice	0	0,00	0	0,00
Sklizeň topolu **	5	4203,00	0	0,00
Úklid slámy	0	0,00	12	3344,40
Zrušení porostu topolu***	1	12678,60	0	0,00
Průměr za 12 let		1569,67		5724,00

n...počet pracovních operací

E...normativy přímé spotřeby energie na jednotlivé pracovní operace

* viz sázení brambor

** viz sklizeň silážní kukuřice

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

Tab. 3 Energetická bilance u klonu Max-4 a jednoleté plodiny řepky ozimé [GJ.ha⁻¹] – lokalita Peklov

	Topol (průměr za 12 let)		Řepka ozimá	
	Max-4	zrno	sláma	
Výnos sušiny [t.ha ⁻¹]	9,33	2,30	3,45	
Spalné teplo [GJ.t ⁻¹]	18,95	25,15	16,00	
Produkce energie [GJ.ha⁻¹]	176,80	57,85	55,20	
Σ	176,80	113,05		
Energetické vklady [GJ.ha⁻¹]				
Σ	2,29	11,16		
fosilní energie	1,57	5,72		
stroje	0,72	2,22		
Hnojiva	0,00	3,22		
Energetický zisk [GJ.ha⁻¹]	174,51	101,88		

Tab. 4 Výnos biomasy v sušině u topolových klonů 'Trikor' a 'Oxford' a vrbovým klonem 'Smith' [t (suš.)/ha/rok] v lokalitě Nová Olešná v letech 1999–2008

Klon	1. sklizeň (po 3 letech)	2. sklizeň (po 3 letech)	3. sklizeň (po 3 letech)	průměr za 9 let t (suš.)/ha/rok
Trikor	6,9	19,3	10,0	12,07
Oxford	6,2	4,6	13,9	8,23
Smith	4,4	16,9	19,6	13,63

Lokalita 2 – Nová Olešná

Lokalita Nová Olešná spadá do bramborářské zemědělské výrobní oblasti. Zde byla porovnáвана energetická bilance řepky ozimé a klonů topolů: 'Trikor' a 'Oxford'. Hodnocen byl také vrbový autochtonní kříženec 'Smith'. V tabulce 4 je možné porovnat produkci biomasy u jednotlivých klonů.

Za období 9 let, kdy byly provedeny tři sklizně, vykazoval nejvyšší objem produkce právě kříženec vrby 'Smith', který činil 13,63 t (suš.)/ha/rok. Jako druhý byl klon topolu 'Trikor' s 12,07 t (suš.)/ha/rok a 'Oxford' 8,23 t (suš.)/ha/rok. Především u klonů topolu si můžeme všimnout, že úroveň produkce v jednotlivých letech značně kolísá, příčinou je úhyn některých jedinců v jednotlivých letech. Dá se jen těžko předvídat, jaká by byla produkce, kdyby k úhynu nedošlo. Nicméně už hodnoty první sklizně u všech typů klonů jsou srovnatelné s průměrnou produkcí jednoletých plodin.

V tabulce 5 jsou vypsány jednotlivé pracovní operace vykonané na této lokalitě, ke kterým byly přiřazeny normativy spotřeby energie dané pro bramborářskou oblast podle metodiky uvedené dříve.

I v tomto případě se dalo očekávat, že spotřeba energie bude u jednoletých plodin vyšší (3092, 85 MJ.ha⁻¹) než u r. r. d. (1318, 45 MJ.ha⁻¹). Nejvyššími energetickými položkami jsou činnosti, které jsou u jednoletých plodin prováděny každoročně (příprava půdy, aplikace pesticidů a v tomto případě také zaorávka hnoje).

V tabulce 6 jsou vyčísleny vztahy charakterizující energetickou bilanci porovnávaných plodin.

Podle zjištěných údajů se jeví jako nejperspektivnější zdroj biomasy autochtonní kříženec vrby 'Smith', který zaujal první příčku s nejvyšším energetickým ziskem (251, 38 GJ.ha⁻¹) mezi porovnávanými skupinami. Na posledním místě se pak umístil zástupce jednoletých plodin – řepka ozimá (109, 46 GJ.ha⁻¹).

Z tabulky 6 stojí za povšimnutí také energetická hodnota připadající na hnojiva, která u většiny případů tvoří největší vklad energie do výroby. U výmladkových plantáží v rozmezí působení porostu nebylo hnojení prováděno, takže s ním není počítáno. Je však zřejmé, že se v budoucím časovém horizontu vývoj a pěstování r. r. d. bez aplikace hnojiv neobejde. Faktem také je, že by v tomto případě hodnota vložené energie u r. r. d. vzrostla a energetický zisk by nepatrně poklesl. V každém případě by ani tato odchylka nezměnila nic na výsledku, že energetický zisk u r. r. d. je vyšší než u řepky ozimé.

Lokalita 3 – Doubravice, ZD Krásná Ves

V tabulce 7 jsou výnosy r. r. d. v jednotlivých obdobích sklizně pro řepářskou výrobní oblast. V období devíti let byly provedeny celkem tři sklizně.

Na lokalitě Nová Olešná, která spadá do bramborářské výrobní oblasti, byly pěstovány stejné klony topolů a vrb, nicméně s o něco menší produkcí biomasy. Příčin může být několik, ale hlavně se jedná půdně a klimaticky o naprosto rozdílné lokality.

Stejně jako na předešlé lokalitě, tak i zde největší objem produkce prokazuje kříženec vrby 'Smith' (15,97 t (suš.)/ha/rok), z topolů je to pak 'Trikor', který si drží stálou hodnotu průměr-

Tab. 5 Počet pracovních operací a normativy přímé spotřeby energie pro pěstování a sklizeň devítileté kultury topolu ve srovnání s jednoletými kulturami za stejné období v bramborářské oblasti

Činnosti vložené do výroby	Topol		Řepka ozimá	
	n	E [MJ.ha ⁻¹]	n	E [MJ.ha ⁻¹]
Podmítka	0	0,00	9	2571,30
Vláčení a smykování	1	197,50	18	3555,00
Hluboká orba	1	670,20	9	7619,40
Aplikace pesticidů	1	84,70	36	3049,20
Rozmetání prům. hnojiv	0	0,00	18	2539,80
Zaorávka hnoje	0	0,00	9	6667,20
Aplikace tekutých hnojiv	0	0,00	18	1524,60
Setí obilovin a řepky	0	0,00	9	1206,00
Setí kukuřice	0	0,00	0	0,00
Výsadba topolu *	1	341,60	0	0,00
Mulčování	5	882,00	0	0,00
Přímá sklizeň obilovin	0	0,00	0	0,00
Přímá sklizeň řepky	0	0,00	9	5968,80
Sklizeň silážní kukuřice	0	0,00	0	0,00
Sklizeň topolu **	3	864,20	0	0,00
Úklid slámy	0	0,00	9	2412,90
Zrušení porostu topolu***	1	8825,85	0	0,00
Průměr za 9 let		1318,45		3092,85

n...počet pracovních operací

E...normativy přímé spotřeby energie na jednotlivé pracovní operace

* viz sázení brambor

** viz sklizeň silážní kukuřice

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

Tab. 6 Energetická bilance u klonu topolu 'Trikor', 'Oxford', vrby 'Smith' a jednoleté plodiny řepky ozimé [GJ.ha⁻¹] na lokalitě Nová Olešná

	Topol (průměr za 9 let)		Vrba Smith	Řepka ozimá	
	Trikor	Oxford		zrno	sláma
Výnos sušiny [t.ha ⁻¹]	12,07	8,23	13,63	2,72	4,08
Spalné teplo [GJ.t ⁻¹]	18,95	18,95	18,60	25,15	16,00
Produkce energie [GJ.ha⁻¹]	228,73	155,96	253,52	68,41	65,28
Σ	228,73	155,96	253,50	133,69	
Energetické vklady [GJ.ha⁻¹]					
Σ	2,12		2,12	24,23	
Fosilní energie	1,32		1,32	3,09	
Stroje	0,80		0,80	2,24	
Hnojiva	0,00		0,00	18,90	
Energetický zisk [GJ.ha⁻¹]	226,61	153,84	251,38	109,46	

né produkce (12,40 t (suš.)/ha/rok), 'Oxford' prokázal zvýšení produkce oproti předešlé lokalitě (na 10,47 t (suš.)/ha/rok), ale i přes toto navýšení je z porovnávaných r. r. d. na posledním místě.

Při porovnání produkce s jednoletými plodinami je vidět, že už první sklizeň se může blížit průměrné produkci některých

jednoletých plodin. Druhá sklizeň už u všech klonů r. r. d. převyšuje hodnoty produkce polních plodin.

Z tabulek 8a a 8b znázorňující jednotlivé energetické vklady do produkce biomasy vyplývá, že energeticky nejnáročnější jsou činnosti spojené s produkcí silážní kukuřice (3204,00 MJ.ha⁻¹), plodiny jako ozimá pšenice, jarní pšenice a jarní ječmen mají

hodnotu (2589 MJ.ha⁻¹). Mezi polními plodinami je nejnižší hodnota vkladu energie přiřazena žitu (2532,80 MJ.ha⁻¹). Hodnota vkladu energie u rychle rostoucích dřevin je však ještě dvakrát nižší. Průměrná hodnota za období 9 let pro r. r. d. činí 1376,13 MJ.ha⁻¹

Míry vkladu energie u jednotlivých skupin se ještě navýší o energetické vklady na hnojiva a stroje.

Pro všechny zemědělské plodiny jsou energeticky nejnáročnější operace spojené s přípravou půdy, zejména každoročně prováděná orba, v některých případech zaorávka hnoje či sklizeň slámy. Většina těchto operací je samozřejmě prováděna i na výmladkových plantážích, ale výhodou je, že pouze při jejich zakládání, což v časovém horizontu 9 let je naprosto minimální energetický vklad v porovnání s jednoletými plodinami.

Po zhodnocení veškerých aspektů hrajících roli v energetické

bilanci u r. r. d. (tab. 8a) získal kříženec vrby 'Smith', a to nejvyšší úroveň vyprodukované energie získané z biomasy (294,75 GJ.ha⁻¹) na základě spalného tepla. Druhá pozice náleží topolu 'Trikor' (232,69 GJ.ha⁻¹) a následně 'Oxford' (196,12 GJ.ha⁻¹).

Vklad energie je u všech klonů r. r. d. stejný (2,29 GJ.ha⁻¹) z důvodů pěstování na stejné výmladkové plantáži, která slouží jako klonový pokus.

Energetický zisk je závislý na vzájemné vazbě mezi produkcí a vkladem energie do produkce. I v tomto sledovaném aspektu získává nejvyšší hodnotu vrbový kříženec 'Smith' (294,75 GJ.ha⁻¹), dále pak 'Trikor' (232,69 GJ.ha⁻¹) a 'Oxford' (196,12 GJ.ha⁻¹).

Tab. 9b zahrnuje energetickou bilanci jednoletých zemědělských plodin. Nejvyšší podíl produkce energie získává silážní kukuřice (335,50 GJ.ha⁻¹), dále následuje jarní pše-

Tab. 7 Výnos biomasy v sušině u topolových klonů 'Trikor', 'Oxford' a vrbového klonu 'Smith' [t (suš.)/ha/rok] na lokalitě Doubravice v letech 1999–2008

Klon	1. sklizeň (po 3 letech)	2. sklizeň (po 3 letech)	3. sklizeň (po 3 letech)	průměr za 9 let t (suš.)/ha/rok
Trikor	5,7	17,8	13,7	12,40
Oxford	5,3	15,9	10,2	10,47
Smith	3,9	15,5	28,5	15,97

Tab. 8a Počet pracovních operací a normativy přímé spotřeby energie pro pěstování a sklizeň devítileté kultury topolu ve srovnání s jednoletými kulturami za stejné období v řepařské oblasti

Činnosti vložené do výroby	Topol		Pšenice ozimá		Jarní pšenice	
	n	E [MJ.ha ⁻¹]	n	E [MJ.ha ⁻¹]	n	E [MJ.ha ⁻¹]
Podmítka	1	299,80	9	2698,20	9	2698,20
Rotavátorování	1	278,70	0	0,00	0	0,00
Vláčení a smykování	0	0,00	9	1841,40	9	1841,40
Hluboká orba	0	0,00	9	8254,80	9	8254,80
Rozmetání prům. hnojiv	0	0,00	9	1206,00	9	1206,00
Zaorávka hnoje	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Aplikace pesticidů	1	81,10	0	0,00	0	0,00
Aplikace tekutých hnojiv	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Setí obilovin a řepky	0	0,00	9	1143,00	9	1143,00
Setí kukuřice	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Výsadba topolu *	1	317,60	0	0,00	0	0,00
Mulčování	6	1058,40	0	0,00	0	0,00
Přímá sklizeň obilovin	0	0,00	9	5651,10	9	5651,10
Přímá sklizeň řepky	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Sklizeň silážní kukuřice	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Sklizeň topolu **	3	840,60	0	0,00	0	0,00
Úklid slámy	0	0,00	9	2508,30	9	2508,30
Zrušení porostu topolu***	1	9508,95	0	0,00	0	0,00
Průměr za 9 let		1376,13		2589,20		2589,20

n...počet pracovních operací

E...normativy přímé spotřeby energie na jednotlivé pracovní operace

* viz sázení brambor

** viz sklizeň silážní kukuřice

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

Tab. 8b Počet pracovních operací a normativy přímé spotřeby energie pro pěstování a sklizeň devítileté kultury topolu ve srovnání s jednoletými kulturami za stejné období v řepařské oblasti

Činnosti vložené do výroby	Jarní ječmen		Žito		Silážní kukuřice	
	n	E [MJ.ha ⁻¹]	n	E [MJ.ha ⁻¹]	n	E [MJ.ha ⁻¹]
Podmítka	9	2698,20	9	2698,20	9	2698,20
Rotavátorování	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Vláčení a smykování	9	1841,40	9	1841,40	9	1841,40
Hluboká orba	9	8254,80	9	8254,80	9	8254,80
Rozmetání prům. hnojiv	9	1206,00	9	1206,00	0	0,00
Zaorávka hnoje	0	0,00	0	0,00	9	7301,70
Aplikace pesticidů	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Aplikace tekutých hnojiv	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Setí obilovin a řepky	9	1143,00	9	1143,00	0	0,00
Setí kukuřice	0	0,00	0	0,00	9	1174,50
Výsadba topolu *	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Mulčování	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Přímá sklizeň obilovin	9	5651,10	9	5143,50	0	0,00
Přímá sklizeň řepky	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Sklizeň silážní kukuřice	0	0,00	0	0,00	9	7565,40
Sklizeň topolu **	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Úklid slámy	9	2508,30	9	2508,30	0	0,00
Zrušení porostu topolu***	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Průměr za 9 let		2589,20		2532,80		3204,00

n...počet pracovních operací

E...normativy přímé spotřeby energie na jednotlivé pracovní operace

* viz sázení brambor

** viz sklizeň silážní kukuřice

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

Tab. 9a Energetická bilance u klonů topolu 'Trikor', 'Oxford' a vrby 'Smith' na lokalitě Doubravice

	Topol (průměr za 9 let)		Vrba
	'Trikor'	'Oxford'	'Smith'
Výnos sušiny [t.ha ⁻¹]	12,40	10,47	15,97
Spalné teplo [GJ.t ⁻¹]	18,95	18,95	18,60
Produkce energie [GJ.ha⁻¹]	234,98	198,41	297,04
Σ	234,98	198,41	297,04
Energetické vklady [GJ.ha⁻¹]			
Σ	2,29		2,29
Fosilní energie	1,38		1,38
Stroje	0,91		0,91
Hnojiva	0,00		0,00
Energetický zisk [GJ.ha⁻¹]	239,69	196,12	294,75

nice (213,32 GJ.ha⁻¹) nebo ozimá pšenice (190,39 GJ.ha⁻¹). Nižší produkce energie byla zaznamenána u ječmene jarního (139,75 GJ.ha⁻¹) a žita ozimého (127, 41 GJ.ha⁻¹). Vklad energie do produkce je na rozdíl od r. r. d. odlišný v závislosti na lokalitě a typu pěstované plodiny. Nejvyšší energetický vklad byl do produkce ozimé pšenice (21,71 GJ.ha⁻¹), nejnižší energetický vklad připadá jarnímu ječmeni (8,04 GJ.ha⁻¹).

Podstatnou položkou v této oblasti jsou hnojiva, která vykazují vysokou energetickou spotřebu na svoji výrobu a distribuci.

Hodnoty energetického zisku jsou u jednotlivých plodin poměrně rozmanité. I přes vysoký energetický vklad si silážní kukuřice udržela prvenství ve výši energetického zisku (318,03

Tab. 9b Energetická bilance jednoletých plodin – pšenice ozimá, pšenice jarní, ječmen jarní, žito ozimé a silážní kukuřice

	Pšenice ozimá		Jarní pšenice		Jarní ječmen		Žito ozimé		Silážní kukuřice
	zrno	sláma	zrno	sláma	zrno	sláma	zrno	sláma	
Výnos sušiny [t.ha ⁻¹]	6,28	5,02	6,36	6,36	5,16	3,10	3,96	3,96	20,80
Spalné teplo [GJ.t ⁻¹]	17,49	16,04	17,49	16,04	17,46	16,04	16,15	16,04	16,13
Produkce energie [GJ.ha⁻¹]	109,80	80,58	111,31	102,01	90,09	49,66	63,89	63,52	335,50
Σ	190,39		213,32		139,75		127,41		335,50
Energetické vklady [GJ.ha⁻¹]									
Σ	21,71		16,22		8,04		13,51		17,48
Fosilní energie	2,59		2,59		2,59		2,53		3,20
Stroje	3,62		3,62		3,50		3,50		2,22
Hnojiva	15,51		10,01		1,95		7,48		12,05
Energetický zisk [GJ.ha⁻¹]	168,67		197,10		131,71		113,90		318,03

GJ.ha⁻¹), za zmínku také stojí hodnota energetického zisku u jarní pšenice (197,10 GJ.ha⁻¹) nebo ozimé pšenice (168,67 GJ.ha⁻¹). Plodiny jako ozimé žito (113,90 GJ.ha⁻¹) a jarní ječmen (131,71 GJ.ha⁻¹) mají produkci v porovnání s ostatními plodinami nejnižší. Při vzájemném porovnání obou skupin dojdeme k výsledku, že silážní kukuřice má nejvyšší produkci energie ze všech zatím dosud porovnávaných plodin či r. r. d.

Když ale vezmeme v úvahu i ostatní aspekty, a to především hodnotu vložené energie do výroby, tak zjistíme, že mnohem efektivnější je pěstování r. r. d. Zejména kříženec vrby 'Smith' měl energetický zisk jen nepatrně nižší oproti silážní kukuřici. Ačkoliv mají některé jednoleté plodiny vysokou produkci biomasy, mají také vysokou spotřebu energie, která musí být do produkce vložena, aby se dosáhlo žádoucích výsledků

Z tabulky 8b lze vyčíst, že plodina s nejvyšším energetickým ziskem je silážní kukuřice (318,03 GJ.ha⁻¹). To ovšem neznamená, že tato plodina je nejvýhodnějším zdrojem biomasy u nás. Vezmeme-li v úvahu míru spotřebované energie, abychom dosáhli takového energetického zisku, její účinnost není zdaleka tak vysoká jako u rychle rostoucích dřevin.

DISKUZE

Hlavním úkolem této práce bylo získat údaje o produkci zemědělských plodin a jednotlivých klonů rychle rostoucích dřevin. Na základě veškerých údajů se podařilo stanovit soubor jednotlivých energetických charakteristik zahrnutých do produkce biomasy. Výstupem jednotlivých početních operací je energetický zisk, který je dále porovnáván mezi jednoletými plodinami a rychle rostoucími dřevinami. Při zpracovávání jednotlivých energetických ukazatelů lze použít jako jeden z ukazatelů i cenu a vyčísřit tak produkci biomasy z ekonomického hlediska. Tento přístup se ale z dlouhodobého hlediska jeví jako nevhodný – ceny se totiž mění, zatímco množství vyprodukované energie nikoli.

Měření probíhalo ve třech různých lokalitách, v bramborářské a řepařské výrobní oblasti s poměrně příznivými půdními

a klimatickými podmínkami. Dá se tedy říci, že produkce biomasy u obou porovnávaných skupin je poměrně vysoká. Hlavní koncepcí využití výmladkových plantáží je jejich orientace na chudší a méně příznivá stanoviště, jako jsou například horské či podhorské oblasti a lokality, kde zemědělská produkce nedosahuje průměrných výnosů zemědělských plodin jako je tomu na půdách úrodných.

Dosažené výsledky jsou zatíženy chybou spočívající v časovém horizontu sběru dat. Hodnoty, které charakterizují produkci rychle rostoucích dřevin, jsou získány v časovém horizontu devíti či dvanácti let, zatímco data o produkci jednoletých plodin jsou pouze z jednoho roku a přepočítány na období trvání výmladkové plantáže. Výsledek o produkci je tak ovlivněn případnou nadúrodou či neúrodou v daném roce. Zároveň údaje o vkladu energie do výroby v podobě aplikace pesticidů či hnojiv se liší v každém roce, takže i z tohoto hlediska by bylo lepší sbírat data o zemědělské produkci za delší časový úsek.

Z pohledu statistické stability a průkaznosti je tedy žádoucí hodnotit data v delším časovém rozpětí, které nám zaručí identifikaci určitého vývojového trendu v oblasti produkce zemědělských plodin.

Po zhodnocení výsledků vyplývá závěr, že rychle rostoucí dřeviny (zkoumané klony) mají jednoznačně vyšší produkci biomasy na plošnou jednotku než některé jednoleté plodiny. To znamená, že i cílová hodnota energetického zisku je u r. r. d. příznivější než u jednoletých plodin, a to kvůli nízkým vkladům energie a schopnosti vysoké produkce a regenerace dřeviny po sklizni. Silážní kukuřice jako jediná plodina vykázala největší energetický zisk ze všech zkoumaných položek včetně rychle rostoucích dřevin.

Na druhou stranu, rozdíl nebyl vysoký a dá se předpokládat, že kříženec vrby 'Smith', který se svými hodnotami nejvíce blížil kukuřici, by tuto plodinu předstihl v následující sklizni.

Důležitým aspektem je také nízký vklad energie u r. r. d. Je to z důvodů jednorázového výkonu u některých činností provedených za dobu životnosti porostu.

Výsledky energetické analýzy korespondují také s ekonomickými aspekty v tomto odvětví. Je zřejmé, že pokud produkce biomasy bude mít vysoké energetické vklady, promítne se nám tato skutečnost i do finanční náročnosti projektu.

K podobným výsledkům se dospělo i v práci Benetky et al. (2008). Energetická bilance byla vypracována na lokalitě Smilkov v bramborářské oblasti pro klon topolu černého 301 a mezidruhového hybridu NE-42, který pochází z roku 1927 a nebyl záměrně šlechtěn pro výmladkové plantáže. Hodnoty pocházely z období jedenácti let, kdy došlo ke třem sklizním. Za tuto dobu dosáhl průměrný výnos biomasy v sušině u klonu topolu černého 301 (5,9t/ha/rok) a u hybridu NE-42 (6,8 t/ha/rok). Za srovnávací plodiny byly zvoleny ječmen ozimý, řepka ozimá a silážní kukuřice.

Výsledky, ke kterým autoři dospěli, se poměrně liší od výsledků v tomto článku. Výše energetického zisku u zemědělských plodin se pohybovala na stejné úrovni v porovnání s hodnotami v článku.

Hodnoty o energetickém zisku u rychle rostoucích dřevin vyšly hůře v porovnání s jednoletými plodinami.

Klon topolu černého 301 a hybrid NE-42 mohou dosáhnout průměrného zisku jednoletých plodin ve stáří porostu 14 let, čili po 4. sklizni (Benetka et al., 2008).

V tomto případě je tomu naopak. Energetické zisky rychle rostoucích dřevin dosáhly nejvyšších hodnot oproti zemědělským plodinám, kromě silážní kukuřice. Když ale přihlídneme i k množství spotřebované energie ve výrobě, tak r. r. d. ve všech ohledech nad jednoletými plodinami zvítězily.

Výsledkem tedy je, že výnos r. r. d. při první sklizni se blíží výnosu zemědělských plodin, při druhé sklizni (6 let) hodnoty vykazují vyšší produkci než všechny zemědělské plodiny. Je však nutné si uvědomit, že řepka olejná má sice nižší výnos biomasy, ale její výhodou je to, že je důležitým zdrojem metylesteru řepkového oleje (MEŘO) sloužícím jako složka bionafty. V současné době už ale probíhá vývoj vhodných technologií na zpracování celulózy jako přísady do bionafty (Štěrbá, 2008).

Jak je možné, že oba porovnávané výsledky se tak liší? Důvodem jsou rozdílné klony r. r. d., které byly pro každý pokus použity. U klonu topolu černého 301 a klon NE-42, který nebyl vyšlechtěn pro výmladkové plantáže, rychlost růstu či regenerace po sklizni není tak vysoká, jako u nově vyšlechtěných klonů Max-4 a jiných, které jsou porovnány v této práci.

Navíc je nutno podotknout, že nejvyšší energetický zisk prokázal vrbový kříženec 'Smith' a pak až topoly.

Zde se nabízí otázka: Jsou tedy vrby lepším zdrojem biomasy než topoly? Pokud vezmeme v úvahu jen výsledky, tak ano, ale je tu ještě mnoho faktorů, které toto tvrzení mohou vyvrátit, a to lokalita, půdní a klimatické podmínky, typ klonu, jeho růstové i regenerační vlastnosti atd. Jak vrby, tak topoly řadíme díky jejich vlastnostem k rychle rostoucím dřevinám a právě tyto vlastnosti jsou předmětem dalšího zkoumání a vývoje.

V České republice je na 500 000 ha (45 %) nekvalitní zemědělské půdy, kde by mohly být zakládány výmladkové plan-

táže rychle rostoucích dřevin. Lokalita by tak byla mnohem efektivněji využita jak z hlediska vyšší produkce biomasy, tak z hlediska jiných funkcí v krajině.

ZÁVĚR

Rychle rostoucí dřeviny, respektive zkoumané klony mají vyšší produkci biomasy na plošnou jednotku než zemědělské plodiny. Výjimku tvoří silážní kukuřice, která prokázala nejvyšší produkci energie z porovnávaných plodin. Vklad energie do produkce biomasy u rychle rostoucích dřevin je několikanásobně nižší než u jednoletých plodin. Energetický zisk je u porovnaných klonů r. r. d. vyšší než energetický zisk jednoletých plodin, kromě silážní kukuřice, která dosáhla nejvyššího energetického zisku ze všech porovnávaných plodin. Objem produkce po první sklizni (3 roky) u r. r. d. se může blížit průměrné sklizni některých jednoletých plodin. Objem produkce po druhé sklizni (6 let) u r. r. d. značně převyšuje průměrnou produkci většiny porovnávaných jednoletých plodin, výjimku tvoří silážní kukuřice.

Poděkování

Autoři by rádi poděkovali Ing. Vojtěchu Benetkovi, CSc. a Ing. Janu Wegerovi, Ph.D. za poskytnutí podkladů a cených rad.

LITERATURA

- Benetka, V., Kozlíková, K., Pilařová, P. (2008): Srovnání energetické produkce topolu ve výmladkové kultuře s jednoletými plodinami v bramborářské výrobní oblasti. Acta Pruhoniceana, č. 89, s. 79–82.
- Havlíčková, K. a kol. (2008): Rostlinná biomasa jako zdroj energie. VÚKOZ, Průhonice, 83 s., ISBN978-80-85116-65-6.
- Preininger, M. (1987): Energetické hodnocení výrobních procesů v rostlinné výrobě. Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do zemědělské praxe. Praha, ÚVTIZ, 29 s.
- Bechník, B.: Zpráva Pačesovy komise z pohledu OZE II, Vystaveno: 3. 11. 2008 [cit. 2010-10-02]. Dostupné na: <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=5181>.
- Štěrbá, M.: Biopaliva druhé generace vyráběna z lignocelulózy. Vystaveno: 6. 2. 2008 [cit. 2010-02-06]. Dostupné na <http://proatom.luksoft.cz/view.php?cislocclanku=2008020601>.

Rukopis doručen: 8. 11. 2010

Přijato po recenzi: 15. 11. 2010

SLEDOVÁNÍ ZMĚN DIVERZITY ČELEDI CARABIDAE VE VÝMLADKOVÉ PLANTÁŽI RYCHLE ROSTOUCÍCH DŘEVIN NA LOKALITĚ PEKLOV

MONITORING BIODIVERSITY CHANGES IN THE CARABIDAE FAMILY IN SHORT ROTATION COPPICE PLANTATIONS ON SITE PEKLOV

Kamila Havlíčková, Lenka Kašparová

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

Abstrakt

Článek se věnuje problematice sledování biodiverzity v porostech rychle rostoucích dřevin (RRD). V příspěvku je hodnocena výzkumná plocha v Peklově s topolovým klonem Max-4 (J-105), se třemi různými délkami obmýtí (1leté, 3leté a 6leté). Tato plocha byla založena před 15 lety. U těchto porostů je sledován vztah mezi stářím porostů a jejich biodiverzitou. Hodnocení je prováděné za pomoci zvolené epigeické indikační skupiny čeledi střevlíkovití – Carabidae. Výskyt adaptabilních jedinců signalizuje druhotné, dobře regenerované biotopy. Pro dosažení zvolených cílů a pro odchyt bioindikátorů byla použita metoda zemních pastí. Jednotlivé sběry byly vyhodnoceny a dále statisticky zpracovány. Byl stanoven Simpsonův index diverzity a vyrovnanost společenstva. Simpsonův index diverzity za sledované období 2008–2010 vyšel nejlépe v roce 2008 v bloku A, a to 3,99 z celkového druhového bohatství ve společenstvu $S = 9$. Nejvyšší ekvitabilita (vyrovnanost) za období 2008–2010 byla také v roce 2008 v bloku A, a to 0,44 (tab. 1).

Klíčová slova: bioindikátor, čeleď střevlíkovití (Carabidae), biodiverzita, rychle rostoucí dřeviny, výmladková plantáž

Abstract

The article deals with monitoring of biodiversity in stands of fast-growing trees. The research plot in Peklov with poplar clone of Max-4 (J-105) and three rotation coppice lengths (1, 3 and 6 years), is evaluated in this paper. The plot was established 15 years ago. The relationship between the coppice length and biodiversity of the stands was monitored. The evaluation uses epigeic indicator ground beetle family – Carabidae. The occurrence of adaptable species signalizes the secondary well-regenerated biotopes. To attain the research goals and to collect the bio-indicators, the method of ground traps was used. The individual collections were evaluated and statistically processed. Simpson Index of diversity and the community equitability were figured out. During the reporting period 2008–2010, the best result of Simpson Index of diversity was $D = 3.99$ in relation to the total species richness in community $S = 9$. This result concerns block A and the year 2008. Also, for the years 2008–2010, the highest equitability $E = 0.44$ was calculated from data of block A for the year 2008 (Tab. 1).

Key words: bioindicator, family Carabidae, biodiversity, fast-growing trees, short rotation coppice

ÚVOD

Zemědělsky využívaná půda je jedním z nejrozsáhlejších a nejrychleji se měnících krajinných prvků již od nepaměti. Díky rozvoji zemědělské velkovýroby v Čechách se od 50. let minulého století malé zemědělské parcely sjednocovaly do velkých agroekosystémů, které způsobily zánik remízků a travnatých mezí, jež zachovávaly ekologickou rovnováhu krajiny. V zemědělské krajině zmizely stabilizační prvky např. rozptýlené zeleně (remízky, liniové pásy, biokoridory atd.) a trvalé travní porosty, působící v krajině jako refugium pro mnoho organismů. Nadměrným používáním umělých hnojiv došlo k degradaci a značnému ochuzení půdní fauny (edafonu), často až k rozvratu půdního ekosystému na zemědělské půdě. Opakovaná aplikace chemických prostředků na ochranu plodin (pesticidy, herbicidy) negativně poznamenala druhové bohatství entomofauny a dalších bezobratlých (např. měkkýšů) v zemědělské krajině (Lipský, 2000). Lze odhadnout, že antropogenní vlivy ovlivnily na každém hektaru asi 5–10 000 druhů živočichů ve střední Evropě (Soukup, 2009).

Jako bioindikátory změn životního prostředí se používají organismy nebo společenstva, jejichž životní funkce souvisejí s určitými faktory prostředí tak těsně, že mohou sloužit jako jejich ukazatele. Dobrým indikátorem je druh, který má úzkou ekologickou valenci, je dobře určitelný a není příliš vzácný a příliš častý (Diekmann, 2003). Bioindikátorem mohou být vyšší rostliny, mechorosty, lišejníky, houby, řasy a sinice, suchozemští obratlovci, ryby, hmyz i ostatní bezobratlí.

Rychle rostoucí dřeviny (RRD) pěstované ve výmladkových plantážích jsou jedny z perspektivních a již i komerčně pěstovaných energetických plodin druhé generace v Evropě. Nejpočetnější sortiment dřevin tvoří rody *Populus* a *Salix*.

Celková rozloha vrbových plantáží v Evropě činí asi 20 000 ha, z toho ve Velké Británii a jižním Švédsku se ročně sklízí asi 4 000 ha vrbových plantáží. Ve střední a jižní Evropě se pěstují topolové výmladkové plantáže asi na 10 000 ha. Např. v severní Itálii obhospodařují cca 6 000 ha, v Německu 1 500 ha a v Rakousku cca 1 000 ha výmladkových plantáží. Za poslední tři roky bylo vysazeno v Maďarsku 2 800 ha vrbo-

vých plantáží a počítá se s dalším nárůstem zakládaných ploch ve zmíněných evropských zemích (Weger, 2009).

Vybrané druhy a klony topolů a vrb je možné sklízet opakovaně ve velmi krátkých obmětích (např. dvouletých) po dobu 15–30 let při zachování dobré vitality jejich jedinců i porostů (Hyttönen, Issakainen, 2001; Willebrand et al., 1993; Kopp et al., 1993, 1997). Delší sklizňové cykly (např. pětileté) jsou častěji používány v praxi. Weih (2004) uvádí, že z hlediska dosažení maximálního výnosu některých topolů by mohlo být obmětí ještě delší – desetileté až dvanáctileté. Jedná se zejména o topoly rostoucí v boreálních oblastech, jejichž roční hmotnostní přírůst vrcholí právě okolo desátého roku.

Článek se věnuje monitorování diverzity čeledi střevlíkovití (Carabidae) v porostech rychle rostoucích dřevin (RRD). Dále je sledován vztah mezi stářím porostů a zvoleným bioindikátorem.

MATERIÁL A METODIKA

Popis zkoumané lokality Peklův

Výzkum biodiverzity pomocí zvolené indikační skupiny střevlíkovití (Carabidae) probíhal na lokalitě Peklův. Zvolená lokalita Peklův se nachází ve Středočeském kraji, v nadmořské výšce 350 m, s dešťovými srážkami 450–550 mm ročně. Půdní profil je složen z hnědých kyselých půd a z jejich slabě oglejených forem, nacházejících se na opukách a tvrdých, středně těžkých slínovcích s dobrými vláhovými poměry. Plantáž RRD byla založena v roce 1994 ve sponu 1,8 × 0,8 metrů a skládá se z pěti menších ploch. Všechny jsou osázené topolovým klonem J-105 (Max-4). Blok A je matečnice a sklízí se každoročně. Blok B se sklízí jednou za tři roky. Blok C je sklízen v šestiletých intervalech. Blok D je tvořen lesnickými výsadbami topolů a navazuje na něj rumištní biotop. Blok E je pěstován jako topolová lignikultura. Na blok A a jeho opláštění navazuje polní biotop. Na začátku roku 2009 byla v zimním období provedena celková sklizeň všech tří sledovaných bloků A, B a C, ve kterých jsou instalovány zemní pasti.

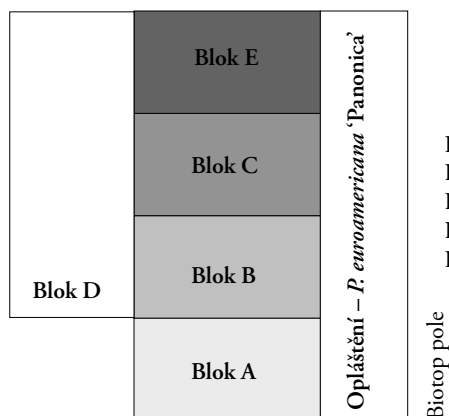
Pro sledování biodiverzity na porostech rychle rostoucích dřevin jsme zvolili z bezobratlých živočichů epigeickou čeleď střevlíkovitých brouků (Carabidae), která je velmi dobře zhodnotitelná a taxonomicky zpracovaná. Díky širokému rozsahu ekologických nároků na životní prostředí, již řadu let slouží jako modelová skupina pro nejrůznější ekologické studie. Výskyt této vybrané skupiny závisí na mnoha abiotických a biotických faktorech, jako jsou např. vlhkost a charakter vegetace, teplota, geologický substrát, migrační schopnost, predace a antropogenní ovlivnění. Díky své diverzitě a abundanci se střevlíkovití významně uplatňují při udržování rovnováhy a koloběhu látek a energie v přírodě. Hůrka (1996) čeleď střevlíkovití rozdělil podle širší ekologické valence a antropogenních vlivů na eurytopní E, adaptabilní A a stenotopní R.

Pro odchyt a sběr indikátorů byla zvolena metoda zemních padacích pastí (Krásenský, 2004; Řezáč, 2004), která slouží pro odchyt sledovaného hmyzu, pohybujícího se po povrchu půdy. Pasti byly naplněny fixační tekutinou – ethylenglycolem a byly nainstalovány do bloků A, B a C. Do každého bloku bylo zafixováno 5 pastí, vzdálených od sebe 5 metrů. Pasti byly instalovány a vybírány 4× za sezónu a to tak, aby sběry podchytily jarní, letní i podzimní aspekt výskytu jednotlivých brouků. Po výběru pastí byl nacytáný materiál převezzen do laboratoře, kde byl vyčištěn a roztríděn do několika epigeických skupin: pavouci a sekáči, mnohonozky, stonožky, stejnonožci a střevlíkovití brouci. Čeleď střevlíkovití byla dále určována na jednotlivé rody a druhy.

Na základě tohoto určování byli střevlíkovití rozděleni do skupin podle tolerance k antropogenním vlivům na eurytopní a adaptabilní jedince. Byla porovnávána druhová diverzita v jednotlivých blocích zvoleným Simpsonovým indexem diverzity (Simpson, 1949), který bere v úvahu jak početnost, tak i druhovou bohatost a je dán vzorcem

$$D = \frac{1}{\sum_{i=1}^S P_i^2}$$

(Begon et al., 1997). Písmeno S označuje celkový počet druhů



- Blok A: Matečnice *Populus*
- Blok B: 3 leté obmětí
- Blok C: 6 leté obmětí
- Blok D: Lesnické výsadby topolů (výsadba 1995)
- Blok E: Matečnice a lignikultury

Obr. 1 Schéma výmladkové plantáže v Peklůvě

ve společenstvu (tj. druhové bohatství). Hodnota indexu závisí na druhovém bohatství i vyrovnanosti (ekvitabilitě), s jakou jsou jedinci rozloženi mezi druhy. D tedy pro dané druhové bohatství roste s rostoucí vyrovnaností a pro danou vyrovnanost s rostoucím druhovým bohatstvím. Druhově bohatší, ale nevyrovnané společenstvo může mít index nižší než společenstvo druhově chudší, ale dobře vyrovnané.

Dále byla vypočítána vyrovnanost (ekvitabilita) společenstva pomocí Simpsonova indexu vyrovnanosti

$$E = \frac{D}{D_{\max}}$$

který vychází ze Simpsonova indexu diverzity (Begon et al., 1997). D_{\max} je maximální možná hodnota D , která počítá s rozmístěním jedinců naprosto rovnoměrně. To znamená, že hodnoty $D_{\max} = S$ (celkový počet druhů ve společenstvu).

VÝSLEDKY

V roce 2010 bylo celkem nachytáno 797 střevlíkovitých, náležících do 15 rodů a 32 druhů. Celkový poměr mezi eurytopními a adaptabilními jedinci je celkem vyvážený, a to 59,35 % : 40,65 % (tab. 1). Nebyl odchycen žádný stenotopní druh.

V 1. sběru bylo celkem zafixováno 193 střevlíkovitých brouků z 12 rodů a 18 druhů. Po determinaci střevlíkovitých byl vypočten poměr mezi eurytopními a adaptabilními jedinci, a to 69,4 % : 30,6 %. Nejvíce se zde vyskytovali eurytopní *Amara similata* (Gyllenhal, 1810) a adaptabilní *Abax parallelepipedus* (Piller & Mitterpacher, 1783).

Ve 2. sběru bylo napočítáno 240 střevlíkovitých z 13 rodů a 25 druhů. Poměr eurytopních a adaptabilních jedinců je 60 % : 40 %. Nejvíce se ve 2. sběru vyskytoval adaptabilní *Abax parallelepipedus* (Piller & Mitterpacher, 1783) a eurytopní *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798).

Ve 3. sběru bylo nachytáno 197 střevlíkovitých z 10 rodů a 17 druhů. Poměr mezi eurytopními a adaptabilními jedinci je 60,4 % : 39,6 %. Mezi dominantní jedince patřil opět eurytopní *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798) a adaptabilní *Abax parallelepipedus* (Piller & Mitterpacher, 1783).

Čtvrtý sběr obsahoval 167 střevlíkovitých z 6 rodů a 10 druhů. Poměr eurytopních a adaptabilních jedinců byl 45,5 % : 54,5 %. Nejvíce se zde vyskytoval eurytopní *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798) a adaptabilní *Abax parallelepipedus* (Piller & Mitterpacher, 1783).

Po přepočítání nacytaného materiálu v roce 2010 do jednotlivých bloků A, B a C byly získány následující informace. V bloku A (jednoleté obmýty) bylo za celou sezónu nachytáno 232 jedinců, z 12 rodů a 22 druhů střevlíkovitých. Z toho bylo 141 jedinců eurytopních a 91 adaptabilních, procentuálně 60,78 % : 39,22 % (tab. 1). Nejčastěji se zde vyskytoval adaptabilní *Abax parallelepipedus* (Piller & Mitterpacher, 1783) a eurytopní *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798).

V bloku B bylo nachytáno 240 jedinců (125 : 115), patřících

do 10 rodů a 21 druhů. Poměr E : A vyšel 52,1 % : 47,9 % (tab. 1). Nejčastěji se zde vyskytovali adaptabilní *Abax parallelepipedus* (Piller & Mitterpacher, 1783) a eurytopní *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798).

V bloku C bylo odchyceno 325 jedinců, náležících do 14 rodů a 28 druhů. Jejich poměr mezi E a A (tab. 1) činil 63,7 % : 36,3 % (207 : 118). Největší výskyt vykazovali eurytopní *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798) a adaptabilní *Abax parallelepipedus* (Piller & Mitterpacher, 1783).

V bloku A vyšel Simpsonův index 7,58 ($S = 22$). V bloku B vyšel 5,97 ($S = 21$) a v bloku C 5,63 ($S = 28$) (tab. 1). Z výsledků vyplývá, že Simpsonův index diverzity vyšel nejlépe v bloku A. Nejvyšší druhová bohatost se nachází v bloku C.

V roce 2009 bylo celkem nachytáno 933 střevlíkovitých, náležících do 15 rodů a 22 druhů. Celkový poměr mezi eurytopními a adaptabilními jedinci je celkem vyvážený, a to 56,9 % : 43,1 % (tab. 1). Nebyl odchycen žádný stenotopní druh.

V 1. sběru bylo celkem zafixováno 124 střevlíkovitých brouků z 10 rodů a 14 druhů. Po determinaci střevlíkovitých byl vypočten poměr mezi eurytopními a adaptabilními jedinci, a to 33,9 % : 66,1 %. Nejhojněji se zde vyskytovali adaptabilní jedinci *Abax parallelepipedus* (Piller & Mitterpacher, 1783) a *Carabus nemoralis* (O. F. Müller, 1764).

Ve 2. sběru bylo napočítáno 353 střevlíkovitých z 11 rodů a 14 druhů. Poměr eurytopních a adaptabilních jedinců je 65,7 % : 34,3 %. Nejvíce se ve 2. sběru vyskytoval eurytopní *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798) a adaptabilní *Abax parallelepipedus* (Piller & Mitterpacher, 1783).

Ve 3. sběru bylo nachytáno 319 střevlíkovitých z 9 rodů a 13 druhů. Poměr mezi eurytopními a adaptabilními jedinci je 59,9 % : 40,1 %. Mezi dominantní jedince patřil opět eurytopní *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798) a *Pseudoophonus rufipes* (De Geer, 1774).

Čtvrtý sběr obsahoval 137 střevlíkovitých z 8 rodů a 8 druhů. Poměr eurytopních a adaptabilních jedinců byl celkem vyrovnaný 48,2 % : 51,8 %. Nejvíce se zde vyskytoval eurytopní *Pseudoophonus rufipes* (De Geer, 1774) a adaptabilní *Pterostichus niger* (Schaller, 1783).

Po přepočítání nacytaného materiálu v roce 2009 do jednotlivých bloků A, B a C byly získány následující informace. V bloku A (jednoleté obmýty) bylo za celou sezónu nachytáno 298 jedinců, z 10 rodů a 15 druhů střevlíkovitých. Z toho bylo 145 jedinců eurytopních a 153 adaptabilních, procentuálně 48,7 % : 51,3 % (tab. 1). Nejčastěji se zde vyskytoval eurytopní *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798) a adaptabilní *Abax parallelepipedus* (Piller & Mitterpacher, 1783).

V bloku B bylo nachytáno 234 jedinců (125 : 109), patřících do 13 rodů a 18 druhů. Poměr E : A vyšel 53,4 % : 46,6 % (tab. 1). Nejčastěji se zde vyskytovali eurytopní *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798) a *Pseudoophonus rufipes* (De Geer, 1774).

V bloku C bylo odchyceno 401 jedinců, náležících do 12 rodů a 19 druhů. Jejich poměr mezi E a A (tab. 1) činil 65,1 % : 34,9 % (261 : 140). Největší výskyt vykazovali eurytopní *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798) a *Pseudoophonus rufipes* (De Geer, 1774).

Tab. 1 Výsledná data sledování jednotlivých bloků v letech 2008–2010

2008	% E	% A	Obmýtí	D	E	S
Blok A	69,8	30,2	1	3,99	0,44	9
Blok B	68,9	31,1	3	2,77	0,4	7
Blok C	73,2	26,8	6	2,93	0,33	9
2009						
Blok A	48,7	51,3	1	4,49	0,3	15
Blok B	53,4	46,6	1	6,9	0,38	18
Blok C	65,1	34,9	1	5,08	0,27	19
2010						
Blok A	60,8	39,2	1	7,58	0,34	22
Blok B	52,1	47,9	2	5,97	0,28	21
Blok C	63,7	36,3	2	5,63	0,2	28

V bloku A vyšel Simpsonův index 4,49; v bloku B vyšel 6,9 a v bloku C 5,08 (tab. 1). Z výsledků vyplývá, že nejvyšší druhová bohatost se nachází v bloku B. V průběhu vegetace se vytváří dostatečné množství narostlé hmoty, která zaručuje střešlívkovitým příznivé vlhkostní podmínky pro jejich život.

Ekvitalita v bloku A byla 0,3 = 30 %, v bloku B vyšla 0,38 = 38 % a v bloku C 0,27 = 27 %. Vyrovnanost společenstva vychází nejlépe v bloku B (tab. 1).

Dalším aspektem managementu, který ovlivňuje výskyt bezobratlých na výmladkové plantáži, je sklizeň v různých délkách obmýtí. V roce 2008 byla výmladková plantáž ve fázi 1–3–6leté obmýtí. Výskyt eurytopních jedinců je poměrně vyrovnaný, ve 3letém obmýtí je nepatrně vyšší výskyt adaptabilních jedinců než v 1 a 6letém obmýtí (viz graf).

V zimním období roku 2009 proběhla sklizeň všech tří bloků (A, B, C) výmladkové plantáže. V následné vegetační sezóně byl největší výskyt adaptabilních jedinců zjištěn v 1letém obmýtí, jehož dobrá regenerační schopnost zajistila rychlou obnovu porostu. U 3letého obmýtí byla také zjištěna dobrá regenerační schopnost po sklizňové disturbanci. U 6letého obmýtí regenerace porostu probíhala pomalu. Plocha C měla dlouho otevřený charakter vegetace, který využívali makro-

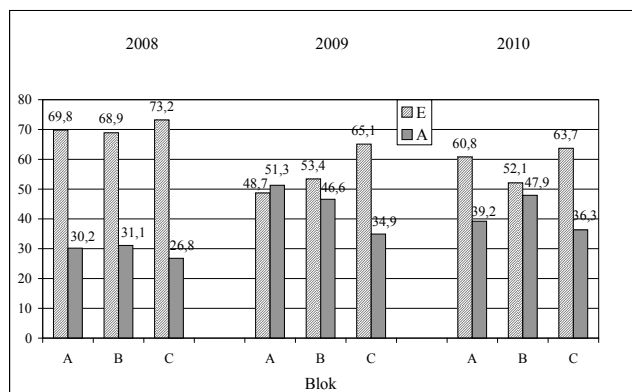
pterní (schopni letu) jedinci, např. *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798), *Pseudoophonus rufipes* (De Geer, 1774), *Poecilus cupreus* (Linnaeus, 1758) a *Anchomenus dorsalis* (Pontopidan, 1763). Všichni tyto jedinci patří do eurytopních střešlívkovitých.

V roce 2010 byla výmladková plantáž ve fázi 1–2–2leté obmýtí. Poměr eurytopních a adaptabilních jedinců v bloku A byl stanoven na 60,8 % : 39,2 %. V bloku B bylo zjištěno 52,1 % eurytopních jedinců a 47,9 % adaptabilních. V bloku C bylo odchyceno 63,7 % eurytopních a 36,3 % adaptabilních jedinců. V bloku B je patrný vyšší výskyt adaptabilních jedinců oproti blokům A a C, který může být způsoben lepšími vlhkostními podmínkami uvnitř tohoto bloku.

DISKUZE

Rychle rostoucí dřeviny vytvářejí přibližně třetím rokem spolu s bylinným pásmem zapojené vegetační společenstvo, které přináší krajinně nové stanoviště a poskytuje tak životní prostor všem obratlovcům i bezobratlým živočichům. Sklizeň výmladkové plantáže představuje pro živočichy významnou disturbanci prostředí. Ve většině studií se po vykácení části porostu na mýtinách projevilo zvýšení druhového bohatství, které bývá vysvětlováno jako důsledek příznivějších mikroklimatických podmínek pro druhy otevřených stanovišť (Ings, Hartley, 1999; Werner, Raffa, 2003; Koivula, 2002). Dále se na mýtinách rozvíjejí bylinné fytocenózy, které poskytují nové životní podmínky a potravu pro herbivorní druhy. Díky diverzitě a abundanci herbivorních organismů dochází k migraci střešlívkovitých predátorů do těchto porostů RRD.

Jahnová (2009) prováděla studium společenstev epigeických brouků na plantážích rychle rostoucích bylin. Na zvolených stanovištích odchytla 594 exemplářů střešlívkovitých ve 25 druzích. Poměr eurytopních a adaptabilních jedinců byl 82,2 % : 17,8 %. Naše výzkumy v letošním roce vykazují 32 druhů střešlívkovitých, zastoupených větším procentem výskytu adaptabilních jedinců (E : A = 59,35 % : 40,65 %). V roce 2009 bylo získáno 933 jedinců z 22 druhů střešlívkovitých brouků, jejichž poměr E a A činil 56,9 % : 43,1 %. Z dosa-



Graf Výskyt eurytopních a adaptabilních jedinců v letech 2008–2009 v závislosti na různých délkách obmýtí (2008 = 1–3–6; 2009 = 1–1–1; 2010 = 1–2–2)

žených výsledků lze usuzovat, že RRD mohou plnit funkci přechodových biotopů mezi lesním společenstvem a zemědělsky obhospodařovanou krajinou. Výsadba porostů výmladkových plantáží přináší mnoho pozitiv i pro zemědělství, např. přirozený úkryt pro predátory škůdců zemědělských plodin, vázaných na stabilnější životní podmínky.

V současné době dochází k poklesu výměry orné půdy, není obděláno asi 300 000 ha zemědělské půdy a ročně přibývá dalších 25 000 ha. Opuštěné a zemědělsky nevyužité plochy se spontánně obnovují společenstvy ruderalních plevelů. Řízeným zatravněním a zalesňováním těchto opuštěných zemědělských ploch lze postupně obnovovat kulturní krajinu. Zatravnění a zalesňování přináší požadovaný efekt v podobě zlepšení kvality vody, snížení eroze půdy, zvýšení ekologické stability a retenční schopnosti krajiny (Lipský, 2000). Pro zachování biodiverzity v lesích v nižších polohách je důležitá obnova tradičního lesnického managementu, jako např. výmladkové hospodářství (Prach et al., 2009).

Spektrum enviromentálních faktorů, jež porosty rychle rostoucích dřevin 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, zejména obnovu funkce tzv. krátkého či uzavřeného vodního cyklu (Zánová, Boháč, 2008).

Rychle rostoucí dřeviny a jejich opad listové plochy zvyšují podíl organické hmoty v půdě. Dochází k obnově a růstu biologické aktivity. Biologickou aktivitu zajišťuje nejen půdní fauna, ale i komplex epigeických bezobratlých. Pro zvyšování této aktivity je důležité zvolit správný management plantáže: zamezit orbu mezi řádky v plantáži, nepoužívat jakékoliv chemické postřiky a ponechat vrstvu opadu v plantážích.

ZÁVĚR

Biodiverzita porostů výmladkových plantáží 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. Z výsledků v roce 2009 vyplývá, že v procentuálním zastoupení se na lokalitě Peklov nejvíce vyskytovali střevlíkovití, a to 54 %. Největší zastoupení rodů z čeledi střevlíkovití v roce 2009 bylo v bloku B, a to 13, skládajících se z 18 druhů. Čeleď střevlíkovití byla vyhodnocena podle stanovištních nároků na E, A, R jedince. Nejrozšířenějším eurytopním jedincem byl v Peklově *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798) a nejrozšířenějším adaptabilním jedincem byl *Abax parallelepipedus* (Piller & Mitterpacher, 1783). Stenotopní jedinci nebyli zjištěni.

V roce 2010 na lokalitě Peklov byli střevlíkovití zastoupeni pouze 25,8 % podílem z celkového počtu odchycených bezobratlých. Větší zastoupení měli v tomto roce stejnooči – *Isopoda* (56,5 %). Největší počet zjištěných druhů z čeledi střevlíkovitých v roce 2010 bylo v bloku C, a to 28, patřících do 14 rodů.

Nejčastěji se vyskytujícími jedinci v Peklově byli opět eurytopní *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798) a nejrozšířenějším adaptabilním jedincem byl *Abax parallelepipedus* (Piller & Mitterpacher, 1783). Tento střevlíkovitý brouk je typickým druhem lesních porostů. Preferuje zastíněná místa s vyšší půdní vlhkostí. Stenotopní jedinci nebyli zjištěni.

Z výsledků dále vyplývá, že délka obmýtí ovlivňuje složení populace v jednotlivých porostech RRD. V roce 2008 v jednoletém obmýtí byla jasná převaha eurytopních jedinců nad adaptabilními. V roce 2009 došlo ke snížení E jedinců ve prospěch adaptabilních. Přestože se jedná o blok s jednoletým obmýtím, byl tento poměr ovlivněn celkovou sklizní plantáže RRD (viz tab. 1). V roce 2010 nastala opět převaha E jedinců nad A, která je způsobena migrací A jedinců do bloku B.

Ve 2 a 3letém sklizňovém cyklu obmýtí jsou plochy schopny určité regenerace. Topologické porosty jsou obohaceny o bylinná společenstva, která pospolu tvoří dobré vlhkostní podmínky nejen pro vlhkomilné střevlíkovité, ale i pro ostatní bezobratlé. Ve 4 a víceletých sklizňových cyklech obmýtí je intenzita slunečního svitu dopadajícího na povrch půdy nízká. Z plantáže se vytrácí bylinná patra, snižují se vlhkostní podmínky. Nastává úbytek herbivorů a následně i adaptabilních střevlíkovitých, kteří zde nenacházejí potravu ani ideální životní podmínky.

Zvyšující se početnost adaptabilních střevlíkovitých nalezených ve výmladkové plantáži nám bude signalizovat zlepšující se kvalitu zkoumaného prostředí a příznivější mikroklimatické podmínky pro zvolenou indikační skupinu. Důležitým faktorem, který ovlivňuje osídlování a pronikání organismů do plantáží RRD, je okolní biotop hraničící s plantáží.

Poděkování

Výsledky prezentované v článku byly získány s přispěním grantového projektu MŠMT ČR 2B06132 „Biodiverzita a energetické plodiny“.

LITERATURA

- Begon, M., Harper, J. L., Townsend, C. R. (1997): *Ekologie: jedinci, populace a společenstva*. Olomouc, Univerzita Palackého, s. 613–622, ISBN 80-7067-695-7.
- Diekmann, M. (2003): Species indicator values as an important tool in applied plant ecology. *Basic and Applied Ecology*, no. 4, p. 493–506, ISSN: 1439-1791.
- Hürka, K. (1996): *Carabidae of the Czech and Slovak Republics*. Zlín, Kabourek, 565 s., ISBN 80-901466-2-7.
- Hyttönen, J., Issakainen, J. (2001): Effect of repeated harvesting on biomass production and sprouting of *Betula pubescens*. *Biomass of Bioenergy*, vol. 20, no. 4, p. 237–245, ISSN 0961-9534.
- Ings, T. C., Hartley, S. E. (1999): The effect of habitat structure

- on carabid communities during the regeneration of a native Scottish forest. *Forest Ecology and Management* vol. 119, no. 1–3, p. 123–136, ISSN 0378-1127.
- Koivula, M. (2002): Alternative harvesting methods and boreal carabid beetles (*Coleoptera, Carabidae*). *Forest Ecology and Management*, vol. 167, p. 103–121, ISSN 0378-1127.
- Kopp, R. F., Abrahamson, L. P., White, E. H., Burns, K. F., Nowak, C. A. (1997): Cutting cycle and spacing effects on biomass production by a willow clone in New York. *Biomass and Bioenergy*, vol. 12, no. 5, p. 313–319, ISSN 0961-9534.
- Kopp, R. F., Abrahamson, L. P., White, E. H., Nowak, C. A., Zsuffa, L., Burns, K. F. (1993): Woodgrass sparing and fertilization effects on a willow clone. *Biomass and Bioenergy*, vol. 11, no. 6, p. 451–457, ISSN 0961-9534.
- Lipský, Z. (2000): Sledování změn v kulturní krajině. Kostelec nad Černými lesy, ÚAE LF ČZU, 70 s., ISBN 80-213-0643-2.
- Prach, K., Jonášová, M., Svoboda, M. (2009): Ekologie obnovy narušených míst V. Obnova lesních ekosystémů. *Živa*, č. 5, s. 212–215, ISSN 0044-4812.
- Soukup, J. (2009): Agroekosystémy. AAA23E – Základy agroekologie. [cit. 2010-10-14]. Dostupné na www.unium.cz.
- Vlašín, M. (1998): Reflexion on Monitoring and Biodiversity. *Daphne : Ochrana biodiverzity* [online]. 1998, 2, [cit. 2010-10-21]. Dostupné na www.seps.sk/zp/daphne/casopis/982/9.htm.
- Weger, J. (2009): Hodnocení vlivu délky sklizňového cyklu výmladkové plantáže na produkční a růstové charakteristiky topolového klonu Max-4 (*Populus nigra* L. × *P. maximowiczii* Henry). *Acta Pruhoniciana*, č. 92, s. 5–11, ISBN 978-80-85116-70-0.
- Weih, M. (2004): Intensive short rotation forestry in boreal climates: present and future perspectives. *Journal of Forest research*, vol. 34, no. 7, p. 1369–1378, ISSN: 1208-6037.
- Werner, S. M., Raffa, K. F. (2003): Seasonal activity of adult, ground-occurring beetles (Coleoptera) in forests of northeastern Wisconsin and the Upper Peninsula of Michigan. *The American Midland Naturalist*, vol. 149, no. 1, p. 121–133, ISSN: 0003-0031.
- Willebrand, E., Ledin, S., Werwijst, T. (1993): Willow coppice systems in short rotation forestry: Effects of plant spacing, rotation length and clonal composition on biomass production. *Biomass and Bioenergy*, vol. 4, no. 5, p. 323–331, ISSN 0961-9534.
- Zánová, I., Boháč, J. (2008): The raising of agricultural landscape biodiversity by means of SRC energy plantations. In Špulerová, J., Hrnčiarová, T. [eds.] *Ochrana a manažment poľnohospodárskej krajiny*, Bratislava, Ústav krajinnnej ekológie SAV, s. 171–174, ISBN 978-80-89325-05-4.
- Krásenský, P.: III. – 4. Metodika inventarizačních průzkumů maloplošných zvláště chráněných území – Metody sběru brouků jako podklad pro inventarizaci bezobratlých. [online]. Praha : Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2004 [cit. 2010-10-21]. Dostupný z www.ochranaprirody.cz/res/data/181/023387.pdf >.
- Řezáč, M., (2004): III. – 5. Metodika inventarizačních průzkumů maloplošných zvláště chráněných území – Metodika inventarizace druhů pavouků (rozšíření metodiky monitoringu společenstev pavouků pomocí zemních pastí). [online]. Praha : Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2004 [cit. 2010-10-21]. Dostupný z www.ochranaprirody.cz/res/data/181/023388.pdf >.

Rukopis doručen: 22. 10. 2010

Přiját po recenzi: 11. 11. 2010

FAUNA BEZOBRATLÝCH V OVOCNÉM SADU: PŘÍSPĚVEK K POZNÁNÍ BIODIVERZITY A POPULAČNÍCH HUSTOT POMOCÍ PASIVNÍCH KMENOVÝCH NÁRAZOVÝCH PASTÍ

FAUNA OF INVERTEBRATES IN ORCHARD: CONTRIBUTION TO KNOWLEDGE OF BIODIVERSITY AND POPULATION DENSITIES USING FLYING INTERCEPTION TRAPS

Jana Horáková¹, Jakub Horák²

¹Katedra ochrany lesa a myslivosti, Fakulta lesnická a dřevařská, Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 1176, 165 21 Praha, xadaj@post.cz

²Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, Květnové nám. 391, 252 43 Průhonice, jakub.sruby@seznam.cz

Abstrakt

Metodou pasivních kmenových nárazových pastí jsme sledovali faunu bezobratlých ve starém ovocném sadu. Z dosažených výsledků lze vyvodit závěr, že studovaný ovocný sad charakterem fauny bezobratlých odpovídá přechodným stanovištím (ekotonům) mezi lesem a bezlesem. Odchytům dominovaly čtyři řády – blanokřídlí, dvoukřídlí, brouci a motýli. Největší druhová diverzita a populační hustoty byly na přelomu jara a léta. Ze srovnání třech druhů dřevin se zdá být jabloň oproti třešni a hrušni druhově nejchudší, hostila však faunisticky nejhodnotnější druhy. Z pohledu podrobněji analyzovaných brouků lze konstatovat, že dominovali saprofágové a predátoři. Nejpočetnějšími gildami druhů vázaných na dřevo byli podkorní a dřevní brouci. V ovocném sadu jsme zaznamenali celkem sedm druhů brouků vedených na červeném seznamu, deset druhů specifických pro ovocné sady, 17 potenciálních škůdců, z toho sedm pro sady specifických, a konečně i jeden nově se šířící druh.

Klíčová slova: Arthropoda, brouci (Coleoptera), ovocná dřevina, *Malus*, *Prunus*, *Pyrus*, bionomie

Abstract

We studied the fauna of invertebrates in old fruit orchard using passive trunk tree (flying interception) traps. We concluded that studied orchard is in its fauna very close to ecotones between forest and forest-free areas. Four orders of insects dominated – Hymenoptera, Diptera, Coleoptera and Lepidoptera. The highest species diversity was in period between spring and summer. Three tree-species were compared. Cherry tree and pear tree were species richer than apple tree, however, apple tree hosted the most faunistic valuable species. The beetles were analysed in detail and scavengers and predators dominated. The richest guilds of saproxylic beetles were subcortical and xylophagous beetles. We recorded seven red-listed and ten orchard-habitat specific beetles. We also found 17 species of potential pests, seven specific for orchards and finally one newly spreading species.

Key words: Arthropoda, beetles (Coleoptera), fruit tree, *Malus*, *Prunus*, *Pyrus*, phenology

ÚVOD

Mezi nejvíce zastoupené ovocné dřeviny v naší republice patří jabloň domácí (*Malus domestica*), třešeň ptačí (*Prunus avium*), hrušeň obecná (*Pyrus communis*) a slivoně (*Prunus domestica* a *P. insititia*). Nejčastěji je nalezneme v ovocných sadech, jejichž zakládání a hospodaření v nich má u nás dlouhou tradici. Dále je lze nalézt vysázené v alejích, zahradách nebo na mezích (Dvořák et al., 1976). Ovocné stromy patří mezi důležité krajinné prvky. V lesních porostech se setkáme především s původními či zplanělými třešněmi a jabloněmi, zřídka již s hrušněmi (Blažek et al., 1998).

V minulosti byly ovocné dřeviny vysazovány především jako vysokokmeny a omezovány v růstu řezem. Jen málokdy tak dorůstají dimenzí lesních dřevin. Ovocné sady byly vysazované i v blízkosti lesa a díky absentující péči, jako bylo kosení a sušení sena či drobné poláření a pastva, postupně lesem zarůstají. Ovocné dřeviny nepatří mezi často pěstované dřeviny v našich lesích, ale v praxi se využívají jako prvky zvyšující

potravní nabídku pro zvěř či pro zvýšení druhové pestrosti. Například třešni ptačí je v současné době věnována pozornost s ohledem na její dřevoprodukční schopnosti (Gottwald, 1985). I další druhy jako je jabloň lesní či hrušeň polníčka jsou studovanými modelovými druhy pro zachování genetické a druhové diverzity středoevropských lesů (Čížková, 2007).

Ovocné dřeviny také místně zplaňují, např. na lesních pasekách nebo v lese se vyskytují jako svědci dřívějšího osídlení. V místech se zachovalejší druhovou skladbou a na vyhovujících stanovištích jsou přirozenou složkou lesních porostů (Křístek et al., 2002). Obecně lze říci, že ovocné dřeviny jsou dnes spíše součástí volné krajiny. Jejich vyšší zastoupení v lesích bylo pravděpodobně především v minulosti, a to hlavně do doby než byla zakázána lesní pastva. Ta vytvářela otevřené lesní porosty s nízkým zakmeněním. Takové lesy umožňovaly existenci ovocným dřevinám (Vera, 2000; Sutherland, 2002). Ovocné sady, podobně jako parky, bychom dnes mohli označit za jeden z posledních artefaktů rozvolněných lesů či

volných přechodů z lesa do bezlesí v minulosti. V teoretické rovině se fauně bezobratlých v ovocných sadech věnovaly například příspěvky v pracích Horáka (2007a,b,c,d).

Z pohledu diverzity jsou ovocné dřeviny refugiem pro řadu hmyzích druhů. Ovocné dřeviny slouží jednak pro jejich vývoj či pouze jako úkryt nebo zimoviště, a dále samozřejmě jako zdroj potravy. Někteří bezobratlí mají přímou vazbu na dřevo ovocných dřevin. A právě mezi hmyzem vázaným na dřevo, relativně zdravé či v různém stádiu rozkladu, je řada zástupců řazená mezi ohrožené druhy fauny (např. Horák, 2007d). Někdy to dokonce mohou být i druhy u nás vzácné, ohrožené nebo již vymřelé, ale paradoxně v jiných státech působící hospodářské škody (např. Bonsignore et al., 2008). Mezi hmyzem vázaným na ovocné dřeviny se vyskytují i potenciální škůdci. Zachytit tedy celou škálu druhů hmyzu, od potenciálních škůdců až po vzácné druhy, je složité. Jednou z možných skupin pro studium takto různorodé fauny vázané na ovocné sady jsou právě bezobratlí v čele s brouky.

Naší snahou bylo pokusit se zjistit odpověď na následující otázky:

1. Jak se liší fauna bezobratlých v závislosti na dřevině?
2. Jak se liší početnost jednotlivých skupin v závislosti na době odběru?
3. Jaké a v jakém poměru jsou zastoupeny druhy a funkční skupiny brouků v ovocném sadu?
4. Jaké a v jakém poměru jsou zastoupeny gildy brouků vázaných na dřevo?
5. Vyskytují se v ovocném sadu i ohrožené druhy brouků?
6. Jaké je zastoupení potenciálně škodlivých brouků?

MATERIÁL A METODIKA

Popis zkusných ploch

Lokalita pro výzkum byla zvolena ve východních Čechách, v obci Sruby nedaleko Chocně a nachází se v teplé klimatické oblasti v mapovacím kvadrátu 5963. Přibližná nadmořská výška lokality je 305 m.

Vlastní zkusná plocha je ovocný sad (1,5 ha), který plynule navazuje na smíšený lesní porost charakteru kyselé doubravy. Většina plochy sadu je rotačně pasena ovci a kozami, částečně je kosena a seno je dosušeno na místě. Část sadu tvoří vrbový prutník a drobná políčka s komposty. V sadu je funkční včelín. Z jižní strany jsou různě intenzivně obhospodařované zahrady s rodinnými domy.

Dominující dřevinou v ovocném sadu je jablň. Dalšími dřevinami jsou třešně, hrušně a ojedinele i slivoně a meruňky. Jedná se o poměrně staré dřeviny. Většina jich je starší padesáti let. Některé již odumřely nebo odumírají a řada z nich je poškozena pastvou. Je zde tedy velká nabídka různorodých dřevních mikrostanovišť.

Pasti

Území bylo sledováno metodou pasivních kmenových nárazových pastí. Ty se liší od standardních volně umístěných

křížových nárazových pastí tím, že je past umístěna přímo na kmen. Odchyty by tak měly zachytit i faunu bezobratlých přímo vázaných na dřevo (Økland, 1996). Použity byly celkem tři kusy pastí křížové konstrukce rozmístěné vzhledem k hlavním zastoupeným dřevinám v sadu, tedy po jedné na jabloni, hrušni a třešni.

Past samotná se skládá ze tří průhledných plexisklových plátů (jeden díl 400 mm široký a 500 mm vysoký a dva díly 200 mm široké a 500 mm vysoké), plastové kruhové stříšky (průměr 450 mm) a spodního trychtýře (horní průměr 400 mm, spodní 80 mm) s přichycenou sběrnou nádobkou. V rozích průhledných plátů a na okrajích ostatních dílů jsou vyvrtány otvory a jednotlivé díly jsou k sobě připevněny pomocí plastové rychlopásky. Jako konzervační látka ve sběrných nádobkách se používá nasycený roztok chloridu sodného, který uchovává nachytaný materiál v dobrém stavu, a jar, který narušuje povrchové napětí kapaliny. Atraktant nebyl použit – proto tudíž pasivní past. Sestavená past se pověsila drátem za spodní větev. Proti pohybu se upevnila drátem upnutým kolem kmene.

Pasti byly aktivovány po jednu sezonu, a to na začátku dubna, a deaktivovány při posledním odběru na začátku října. Pasti jsme vybírali zhruba v měsíčním intervalu, abychom zachytili fenologii bezobratlých. Provedeno bylo celkem šest sběrů. Termíny sběrů byly 7. V. (dubnový sběr – IV.), 8. VI. (květnový – V.), 7. VII. (červnový – VI.), 1. VIII. (červencový – VII.), 31. VIII. (srpnový – VIII.) a 5. X. (zářijový – IX.).



Způsob umístění kmenové nárazové pasti na ovocné dřevině

Třídění a zpracování materiálů

Odchycení bezobratlí (nad 1 mm) byli tříděni do řádů, později byli brouci (Coleoptera), determinováni do druhové úrovně za pomoci specialistů. Čtyři jedinci nebyli determinováni, 20 jedinců bylo zařazeno pouze do úrovně čeledi, 13 jedinců bylo determinováno pouze do rodové úrovně. Ve většině případů to bylo z důvodu poškození jedinců.

Výpočty druhové diverzity (obrázek 1) jsme provedli pomocí programu EstimateS 8.2.0 (Colwell, 2006), při užití chybových úseček v 5% intervalech.

V textu jsme použili následující zkratky: ČS – červený seznam, EN – ohrožený druh, VU – zranitelný druh, NT – druh blízky ohrožení.

VÝSLEDKY

Podle předpokladů patřily mezi nejpočetnější skupiny, tedy ty které v celkové abundanci dosáhly více než 100 jedinců, řády blanokřídlých (Hymenoptera), dvoukřídlých (Diptera), brouků (Coleoptera) a motýlů (Lepidoptera). Ostatní skupiny nedosáhly 5% hranice v početnosti z celkového vzorku, celkem ostatní skupiny tvořily zhruba 15 % z celkového vzorku.

Početnost a diverzita jednotlivých taxonomických skupin ve vztahu k období

Celkem bylo vytríděno 2 010 jedinců z 15 skupin bezobratlých (tab. 1).

Nejpočetnější vzorky byly odebrány za červen, kdy od dubna docházelo k postupnému nárůstu. Červencový odběr již byl výrazně méně početný než předchozí a nejnižší početnost byla zaznamenána v zářijovém odběru (tab. 1).

U blanokřídlých byl zaznamenán výrazný nárůst jedinců v prvních dvou periodách, kdy početnost rostla v podstatě až do předposledního odběru. U dvoukřídlých jsme zaznamenali dva vrcholy početnosti, nejprve na jaře s poklesem v červnu a opětovným nárůstem nepřerušeným až do konce sledování. Oproti tomu brouci prokazovali pozvolný pokles početnosti s výraznější depresí v červnu. Motýli oproti ostatním skupinám vykazovali spíše vyrovnaný lineární trend, kdy nedošlo k zásadním změnám v početnosti tohoto řádu.

Početnost a diverzita jednotlivých taxonomických skupin ve vztahu k dřevině

Největší počet jedinců i skupin byl odchycen na hrušni. Oproti tomu jsou výsledky na třešni a jabloni poněkud rozporuplné. Na třešni byla sice zaznamenána vyšší početnost, ale nižší diverzita v rámci odchycených skupin (tab. 2). Nejmenší rozdíly v populačních hustotách dominantních skupin, ale také zároveň nejnižší početnost jedinců jsme zaznamenali na jabloni. Oproti tomu odchvyty na hrušni se v rámci sledovaných skupin nejvíce liší. Motýli nevykazovali žádnou preferenci k dřevině, oproti tomu blanokřídlí preferovali nejvíce hrušeň a brouci třešeň (obrázek 1).

Abundance a diverzita brouků

Celkem jsme zaznamenali 413 jedinců z 34 čeledí řádu brouci (Příloha 1). Nejpočetněji zastoupenými čeledmi byly kůrovcovití (Scolytidae, 114 jedinců) a lesknáčkovití (Nitidulidae, 134 jedinců), deset a více jedinců jsme zaznamenali u páteříčkovitých (Cantharidae), nosatcovitých (Curculionidae), kožojedovitých (Dermestidae), kovaříkovitých (Elateridae), drabčíkovitých (Staphylinidae) a Throscidae. Ostatní čeledi byly celkem zastoupeny v 14 % případů.

Broukům dominovaly především druhy potenciálních škůdců z čeledi kůrovcovití a lesknáčkovití. Zatímco lesknáčkovití byli odchyceni především během prvních měsíců, kůrovcovití byly nejhojnější až do přelomu léta. Další poměrně početnou čeledí byli kovaříkovití, u kterých byl patrný mírný pokles početnosti na přelomu léta, následný vzrůst v srpnu a poté opět pokles (Příloha 1).

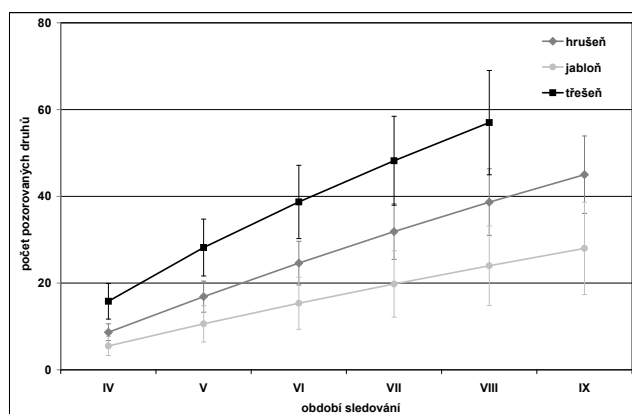
Do analýzy druhové diverzity byli zahrnuti pouze brouci určení až do druhové úrovně. Celkem bylo odchyceno 78 determinovaných druhů brouků. Největší druhovou diverzitu

Tab. 1 Početnost jednotlivých skupin v závislosti na periodě odběru vzorku

Skupina	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Σ
Hymenoptera	98	181	252	89	72	12	704
Diptera	134	115	17	48	87	90	491
Coleoptera	136	103	106	38	24	6	413
Lepidoptera	18	14	20	16	16	23	107
Dermaptera	1	1	31	16	8	11	68
Isopoda	-	3	3	6	7	20	39
Araneida	7	7	3	7	7	6	37
Cicadomorpha	-	-	3	17	10	6	36
Heteroptera	3	3	13	4	4	6	33
Mollusca	-	10	8	3	2	1	24
Opiliones	1	-	6	7	4	2	20
Aphidoidea	-	1	7	-	10	-	18
Neuroptera	2	1	4	2	1	-	10
Raphidoptera	-	-	5	-	2	-	7
Orthoptera	-	-	1	1	-	1	3
Σ	400	439	479	254	254	184	2010

Tab. 2 Početnost jednotlivých skupin v závislosti na dřevině

Skupina	Třešeň	Hrušeň	Jabloň
Hymenoptera	197	443	62
Diptera	181	215	95
Coleoptera	280	83	50
Lepidoptera	38	36	33
Dermaptera	9	36	23
Isopoda	2	28	9
Araneida	3	26	8
Cicadomorpha	7	14	15
Heteroptera	16	11	6
Mollusca	-	2	22
Opiliones	2	17	1
Aphidoidea	13	4	-
Neuroptera	6	3	1
Raphidoptera	-	4	3
Orthoptera	-	1	2
Σ (Σskupin)	744 (12)	919 (15)	323 (14)



Obrázek 1 Počet pozorovaných druhů brouků ve vztahu k období sledování a hostitelské dřevině

jsme zaznamenali v květnu. Nejvíce diverzifikovaná byla čeleď kovaříkovitých. Celkem jsme odchytily 15 druhů. Pět druhů a více jsme zaznamenali u čeledí páteříčkovitých (5), nosatcovitých (8) a kůrovcovitých (7).

Největší počet brouků byl odchycen na třešni (278), kde početnost výrazně převyšovala ostatní dřeviny (jabloň – 51, hrušeň – 80). To bylo způsobeno hlavně superabundancí kůrovcovitých a lesknáčkovitých. Nejvíce čeledí jsme zaznamenali na hrušni (23), jen těsně následované třešni (22). Na jabloni jsme zaznamenali zástupce 15 čeledí.

Nejvyšší druhovou diverzitu jsme zaznamenali na třešni (47 druhů, hrušeň – 33, jabloň – 24). V druhové diverzitě lze vypočítat lineární trend poklesu počtu druhů v závislosti na druhu dřeviny. Na třešni je počet druhů téměř dvojnásobný oproti jabloni.

Obrázek 1 ukazuje rozdíl mezi druhovou diverzitou brouků ve vztahu k jednotlivým dřevinám. Rozdíl je signifikantní mezi všemi dřevinami.

Vybrané ekologické skupiny brouků zastoupené v ovocném sadu

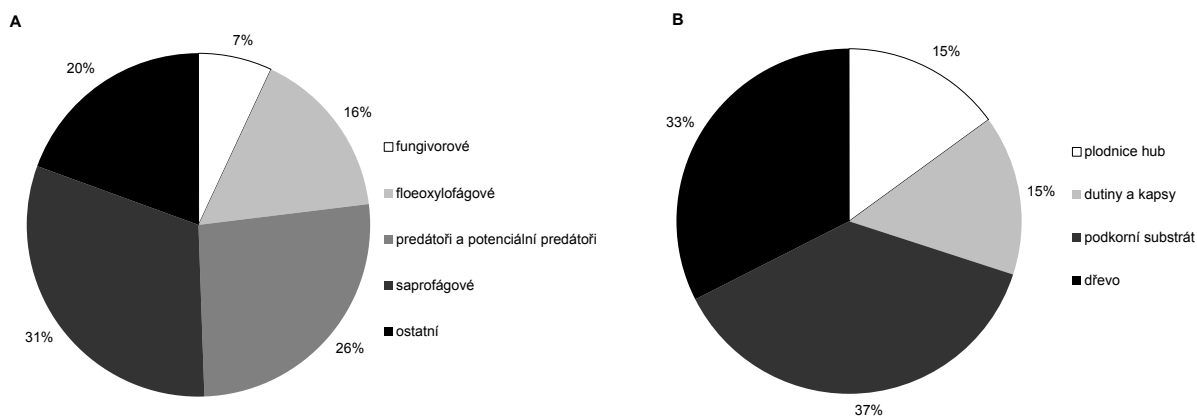
Z analýzy je patrné, že se v ovocném sadu prolínají druhy lesní (vázané na dřeviny, 48 %) s nelesní faunou brouků.

Funkční skupiny

Co se týče funkčních skupin, tak fungivorové (druhy vázané na plodnice hub a mycelia) patřili k nejméně zastoupeným (Obrázek 2A). Druhou nejméně zastoupenou skupinou byly druhy vázané na lýko a dřevo (floeoxylofágové), následované predátory. Nejvíce zastoupenou vymezenou skupinou byli saprofágové, kteří jsou vázaní na odumřelou biomasu. Druhy s nejasným funkčním zařazením tvořily pětinu druhového spektra.

Gildy brouků vázaných na dřevo

Analýza gild vychází částečně z práce Schmidla a Bušlera (2004). Většina odchycených druhů s přímou vazbou na dřevo



Obrázek 2 A) Procentuální zastoupení druhů ve funkčních skupinách brouků. B) Procentuální zastoupení druhů vázaných na dřevo v jednotlivých gildách brouků vázaných na dřevo

vo v různém stádiu rozkladu je vázána na podkorní substrát. Třetina druhů je vázána přímo na dřevo. Po 15 % byly zastoupeny druhy vázané na plodnice hub, resp. dutiny a kapsy (Obrázek 2B).

Ohrožené druhy brouků

Větevničkovití (Anthribidae)

větevniček (*Tropideres albirostris*) ČS:NT

Teplomilný větevniček žijící ve dřevě listnáčů napadeném houbami. Vyskytuje se poměrně vzácně v kyselých doubravách nížin a pahorkatin. Odchycen byl na staré třešni.

Lesákovití (Cucujidae)

lesák (*Pediacus dermestoides*) ČS:VU

Hojnější ze dvou u nás žijících zástupců rodu, přesto vzácný. Druh se vyvíjí a žije poměrně skrytě pod borkou listnáčů. Odchycen byl na staré třešni.

Kovaříkovití (Elateridae)

kovařík (*Ampedus nigroflavus*) ČS:NT

Eurosibiřský druh kovaříka žijícího převážně v listnatých lesích a ovocných sadech. Larvy jsou dravé a žijí přímo ve dřevě nebo podkorním substrátu mrtvého dřeva listnáčů. Odchycen byl na staré hrušni.

kovařík (*Athous zebei*) ČS:NT

Evropský druh kovaříka, který se vyskytuje především v jehličnatých horských lesích. Larvy jsou částečně dravé a nekrofágní, žijí zpravidla v hrabance zakmeněných lesních porostů. Odchycen byl na staré hrušni, více než 200 metrů od lesního porostu.

kovařík (*Adrastus rachifer*) ČS:NT

Západopalearktický druh kovaříka, který preferuje osluněná stanoviště nížin a pahorkatin. Odchycen byl na staré třešni.

Dřevomilovití (Eucnemidae)

dřevomil bukový (*Eucnemis capucina*) ČS:EN

Vzácný druh dřevomila, jehož larvy žijí v trouchu dutin a podkorních kapes nebo v rozloženém dřevě. Odchycen byl na staré jabloni.

Mycetophagidae

Mycetophagus decempunctatus ČS:EN

Velmi vzácný druh, který se pravděpodobně vyvíjí v plodnicích a myceliu saproxylických hub rezavců (*Inonotus* spp.). Odchycen byl na staré jabloni, která byla touto houbou na jedné ze silnějších větví napadena.

Brouci vázaní na ovocné sady

Nosatcovití (Curculionidae)

Květopas jabloňový (*Anthonomus pomorum*)

Brouk typický pro ovocné sady, jehož larvy se vyvíjí v květech

ovocných dřevin. Potenciální škůdce, proti kterému se v komerčních sadech velmi obtížně provádí postřik.

Křovák (*Magdalis cerasi*)

Místy vzácný křovák, jehož larvy se vyvíjí v tenkých suchých větvích ovocných dřevin. Vyskytuje se i v lesních porostech.

Kovaříkovití (Elateridae)

kovařík (*Ampedus nigroflavus*) – viz výše

Kůrovcovití (Scolytidae)

Bělokaz švestkový (*Scolytus mali*)

Kůrovec vázaný vývojem na lýko ovocných dřevin. Jde o potenciálního škůdce především starých a oslabených ovocných dřevin. Žír provádí v tlustších větvích a kmenech. Ochrana je proti němu, stejně jako proti dalším podkorním broukům, velmi komplikovaná.

Bělokaz ovocný (*Scolytus rugulosus*)

Kůrovec vázaný vývojem na lýko ovocných dřevin. Jde o potenciálního škůdce mladších i starých oslabených ovocných dřevin.

Drtník ovocný (*Xyleborus dispar*)

Tento drtník napadá především slabší dřevo oslabených ovocných dřevin. Ve dřevě vyžírá chodby, které porůstají symbiotickými houbami. Druh je xylomycetofágní a živí se právě dřevem napadeným houbami (plísněmi).

Drtník všežravý (*Xyleborus saxeseni*)

Drtník všežravý napadá především tlustší dřevo oslabených ovocných dřevin. Ve dřevě vyžírá plochou kapsovitou dutinu, která porůstá symbiotickými houbami. Zde pak provádí úživný žír na dřevě napadeném houbami (plísněmi). Jak jeho název napovídá, napadá v podstatě všechny druhy listnatých dřevin.

Tesaříkovití (Cerambycidae)

Tesařík dubový (*Plagionotus arcuatus*)

Typický tesařík starých ovocných sadů a listnatých porostů. Jedná se o sekundárního technického škůdce pokáceného dříví.

Kozlíček ovocný (*Tetrops praeusta*)

Hojnější zástupce rodu u nás. Jeho larvy žijí v sušším dřevě ovocných dřevin. Dospělci se vyskytují na květech živých rostlin.

Kožojedovití (Dermestidae)

Kožojed (*Megatoma undata*)

Kožojed vázaný vývojem na hnízda samotářských včel. Plochem a zásobami včel se v hnízdech larvy kožojeda živí.

Výskyt potenciálních škůdců

Nosatcovití (Curculionidae)

Květopas jabloňový (*Anthonomus pomorum*) – viz výše.

Pilous rýžový (*Sitophylus oryzae*)

Nepůvodní druh kosmopolitního pilouse, který je škůdcem skladovaných plodin.

Kovaříkovití (Elateridae)

Kovařík šedý (*Agrypnus murinus*)

Velmi hojný druh kovaříka, jehož larvy drátovci bývají označovány za škůdce zahradních plodin. Starší drátovci jsou však pravděpodobně predátoři půdních členovců.

Lesknáčkovití (Nitidulidae)

Lesknáček (*Glischrochilus quadrisignatus*)

Druh po druhé světové válce introdukovaný ze severní Ameriky. U nás je známý od roku 1954. Dnes jde o nejhornějšího zástupce rodu na našem území, který se vyskytuje především v bezlesí. Jeho larvy jsou predátory podkorního hmyzu. Dospělci jsou často udáváni jako škůdci ovoce a zeleniny. Většinou však vyhledávají hnilý substrát.

Blýskáček řepkový (*Meligethes aeneus*)

Všudypřítomný blýskáček, který se vyskytuje na květech. Larvy se živí pylem, dospělci však vyžírají celé květy a poškozují porosty řepky olejky.

Kůrovcovití (Scolytidae)

Bělokaz švestkový (*Scolytus mali*), bělokaz ovocný (*Scolytus rugulosus*), drtník ovocný (*Xyleborus dispar*) a drtník všežravý (*Xyleborus saxeseni*) – viz výše

Drtník prostřední (*Xyleborus monographus*)

Živí se bělí dubů napadenou symbiotickými houbami. Výjimečně provádí žír i v jiných tvrdých listnácích včetně ovocných dřevin. Jedná se o sekundárního technického škůdce pokáceného dříví.

Lýkožrout modřínový (*Ips cembrae*)

Lýkožrout, který se vyvíjí v tlustém dřevě modřínů. Vyskytuje se všude, kde byly modříny uměle vysázeny. Podobně jako ostatní druhy rodu může způsobit uhynutí zpravidla již oslabeného stromu. Výskyt v ovocném sadu byl způsoben blízkostí modřínů v nedalekém hospodářském lese a v podstatě jen dokazuje vynikající migrační schopnosti většiny kůrovcovitých.

Lýkožrout lesklý (*Pityogenes chalcographus*)

Typicky lesní škůdce zařazený mezi kalamitní. Preferuje slabé smrkové dřevo a jen málokdy způsobuje úhyn celého stromu. Většinou si vystačí s potěžeblnými zbytky. I přes důslednou ochranu lesa je v podstatě všude, kde se vyskytují jehličnaté dřeviny, především smrky.

Tesaříkovití (Cerambycidae)

Kozlíček ovocný (*Tetrops praeusta*) a tesařík dubový (*Plagionotus arcuatus*) – viz výše

Tesařík skladištní (*Phymatodes testaceus*)

Tesařík rozšířený všude, kde se vyskytují listnaté porosty. Jedná se o sekundárního technického škůdce pokáceného dříví. Larvy žerou i v ovocných dřevinách.

Tesařík rudý (*Pyrrhydium sanguineum*)

Tesařík typický pro doubravy nižších poloh. Jedná se o sekundárního technického škůdce pokáceného dříví. Podobně jako u předešlého druhu jeho larvy žerou i v ovocných dřevinách.

Kožojedovití (Dermestidae)

Rušník krtičníkový (*Anthrenus scrophulariae*)

Kosmopolitně rozšířený, náš největší zástupce rodu. Larvy se živí přírodním materiálem, často poškozují textilie.

Faunisticky zajímavý nález

Nosatcovití (Curculionidae)

Nosatec (*Gymnetron rotundicolle*)

Původně východoevropský a v současné době expandující nosatec žijící na rozrázlech.

DISKUZE

Období odběru

U brouků i dvoukřídlých byl hned první odběr nejpočetnější. To z metodického hlediska ukazuje, že je vhodné pasti umístit do ovocného sadu dříve, nejlépe již po roztání sněhu či po poslední vlně mrazů. Nejvíce tomu nasvědčuje odchyt kůrovcovitých brouků. Především bělokazi mají v našich podmínkách dvě generace, přičemž první léta velmi brzo. Zajímavé je, že poměrně chladná a deštivá květnová perioda se neprojevila na celkové početnosti ani rozmanitosti.

Celkem odchytům dominovali blanokřídlí. To bylo způsobeno především vysokou početností mravenců, kteří byli hojní i v období, kdy nelétali. Jejich přítomnost byla v obecně rovně způsobena zřejmě způsobem shánění potravy. Při něm dělnice prohledávají různorodá místa včetně pastí, ze kterých se již nedokážou vysvobodit. Dále to může být způsobeno zanesením dělnic do pastí při větru s rostlinným materiálem (květy, listy apod.). Vysoké početnosti dosáhli mravenci na hrušni. Jejich dominance na hrušni může být způsobena tím, že listy jsou velmi hladké a mravenci z nich padají (P. Bezděčka, os. sděl.).

V červnu dominovali v odchycích právě blanokřídlí. To bylo způsobeno jednak již zmíněnými mravenci, zároveň jsme zaznamenali zvýšený počet parazitů a parazitoidů. To lze dát do souvislosti právě s druhou vlnou letu dospělých kůrovců.

V červenci a srpnu početnost brouků a blanokřídlých výrazně poklesla. Pouze dvoukřídlí dosáhli druhého vrcholu, který trval až do podzimu. To jen potvrzuje, že dospělci některých druhů jsou aktivní i přes zimu (B. Mocek, os. sděl.). Jediný

patrný rozdíl u dvoukřídlých byl v tom, že v prvním vrcholu na jaře dominovali dlouhoroží (Nematocera) a v pozdním létě a na podzim krátkoroží (Brachycera). Motýli, podobně jako pavouci (Araneida) si zachovali konstantní početnost po celé sledované období.

Co se týče méně zastoupených skupin, tak početnost stejno- nožců (Isopoda) narůstala s postupující vegetační sezonou. U škvorů (Dermaptera) jsme pozorovali vyšší početnost na začátku léta (kdy jsou potenciálními predátory škůdců) a poté na podzim (kdy zraje ovoce, které poškozují). Křisi (Cicadomorpha) dosáhli největší početnosti na konci léta. Nejvíce jich bylo v době, kdy se sledovaná část sadu pásala ov- cemi a kozami. Ploštic (Heteroptera) jsme zaznamenali nej- více na začátku léta. Početnost ostatních skupin neukazovala žádný výrazný trend.

Brouci

Nejpočetnější byli zástupci čeledí kůrovcovitých a lesknáčko- vitých. Mezi kůrovci dominovali dle předpokladů bělokazi, kteří se řadí mezi potenciální škůdce. Ve většině případů na- padají staré oslabené dřeviny, které mohou postupně svým ži- rem usmrtit. Zatímco bělokaz švestkový je především druhem starých sadů, menší bělokaz ovocný je díky preferenci k tenčí- mu materiálu schopen škodit i v komerčních plantážích. Zde napadá hlavně dřeviny oslabené silným zmlazovacím řezem apod. (Horáková a Horák, 2010).

Drtníci dosahovali jen poměrně nízkých početností, což jen potvrzovalo naši domněnku z dřívějšíka, že ve sledovaném sadu nepatří mezi dominantní. Přítomnost dalších druhů byla způsobena hlavně blízkostí lesního porostu a výbornými mig- račními schopnostmi kůrovců (např. Knížek, 2008).

Fauně lesknáčkovitých brouků dominoval introdukovaný *Gli- schrochilus quadrisignatus*. Ten byl také jediným odchyceným zástupcem rodu. *Glischrochilus quadrisignatus* byl do Evropy introdukován po druhé světové válce a během čtvrtstoletí se stal dominantním druhem rodu po celém našem území (Je- línek, 1984).

Poměrně zajímavé je zjištění, že zatímco nejvyšší druhová di- verzita brouků byla v květnu, tři nejohroženější druhy jsme zaznamenali až v pozdním létě.

Druh dřeviny

Z výsledků nelze vyvodit zcela jasné závěry ohledně rozdílů ve specifčnosti fauny jednotlivých dřevin. Výsledky mohou být ovlivněny různými mikrostanovištními faktory či vitali- tou stromů apod. Proto jsou následující tvrzení spíše ve stádiu hypotézy.

Nejdiverzifikovanější a zároveň nejpočetnější fauna byla na hrušni. Na třešni jsme zaznamenali vyšší početnost, na jab- loni zase vyšší diverzitu skupin. Z pohledu brouků se třešeň a hrušeň jeví jako vhodnější jak z pohledu diverzity čeledí, tak druhové diverzity, a v případě třešně i z pohledu početnos- ti. Velmi zajímavé je, že dva nejohroženější zástupci brouků se vyskytovali na druhově poměrně chudé jabloni. Celkem tři ohrožené druhy jsme zaznamenali na třešni, dva na hrušni.

Jabloně se vyznačují poměrně velkou odolností a často jsou pěstovány i v méně příznivých klimatických podmínkách podhůří a hor. I stromy, které trpí různými neduhy, často ros- toucí v poměrně nepříznivých podmínkách, poskytují velkou úrodu. I přesto, že jsou jabloně v podmínkách mírného pásma nejhodnějšími původními ovocnými stromy a jsou známé tím, že mají specifické škůdce a choroby (Blažek, 2001), tak z na- šich výsledků se jabloně nezdají unikátní ani specifické.

Hrušeň je původní v Evropě a Malé Asii. Rostla u nás dří- ve běžně, dnes je v přírodě vzácností (Reš & Šurová, 2007). Za zamýšlení také stojí, že v současnosti patří mezi silně ohro- žené druhy (Maděra et al., 2007).

Třešeň není pouze předmětem zájmu ovocnářů. Pozornost věnovaná třešni ptačí v českém i evropském lesnictví je znač- ná. Souvisí zejména se dvěma trendy: (i) zájmem společnosti o lesy jako předmět celospolečenského zájmu a (ii) se zájmem lesního hospodářství na zvyšování diverzity a kvality nabídky dřevní suroviny. V prvním případě se argumentuje záchranou a obnovou biodiverzity lesních ekosystémů a jejich genofon- du, ve druhém produkci mimořádně cenných sortimentů při dodržení zásad trvalého či přírodě blízkého lesního hospodář- ství (např. Gottwald, 1985).

Zajímavým výsledkem je, že z naší analýzy třešň i hrušeň vycházejí z pohledu početnosti i diverzity podstatně lépe než nejběžnější jabloň.

Ekologické skupiny brouků

Z pohledu brouků se zdá být ovocný sad přechodovým spole- čenstvem mezi bezlesím a lesem. Přibližně polovina druhů je vázána různým způsobem na dřeviny a lesní prostředí.

Většinu druhů tvořili saprofágové, tedy druhy vázané na roz- kládající se organickou hmotu. Zpravidla té rostlinné je ve starých ovocných sadech dostatečné množství. Druhou nejpočetnější funkční skupinou byli predátoři. Výsledky se tedy liší od studie Holsteina a Funkeho (1995), kde převažo- vali predátoři a saprofágové tvořili pouze marginální část. To může být způsobeno odlišnou metodou sběru dat. Z pohledu brouků přímo vázaných na dříví dominovaly druhy vázané na podkorní substrát a dřevo. Do této skupiny patří také větši- na potenciálních škůdců, jako jsou kůrovcovití a tesaříkovití.

Metoda nárazových pastí v ovocném sadu

Pro účely sledování druhové diverzity se použité nárazové la- pače jeví vhodné především pro skupinu brouků. Výhodou je dobrý stav znalostí jejich ekologických nároků (např. Hůrka, 2005). U ostatních skupin je problém s poškozením materi- álu. U většiny blanokřídlých a dvoukřídlých dochází k mace- raci, u motýlů mizí důležité determinační znaky na křídlech.

Příloha 1 Seznam odchytených druhů brouků a jejich početnost v závislosti na dřevině a datu odběru (řazeno abecedně dle názvu čeledí)

Čeď	Druh	Početnost	Dřevina	Datum odběru
Aderidae	sp.	1	hrušeň	7. 5. 2009
Anobiidae	sp.	2	hrušeň	8. 6. 2009
Anthribidae	<i>Brachytarsus sp.</i>	2	hrušeň	7. 5. 2009
Anthribidae	<i>Tropideres albirostris</i>	1	třešeň	8. 6. 2009
Bostrichidae	sp.	1	třešeň	8. 6. 2009
Cantharidae	<i>Cantharis fusca</i>	3	hrušeň	8. 6. 2009
Cantharidae	<i>Cantharis fusca</i>	2	jabloň	8. 6. 2009
Cantharidae	<i>Cantharis livida</i>	2	hrušeň	8. 6. 2009
Cantharidae	<i>Cantharis livida</i>	1	hrušeň	7. 5. 2009
Cantharidae	<i>Cantharis livida</i>	1	jabloň	8. 6. 2009
Cantharidae	<i>Cantharis rufa</i>	1	hrušeň	8. 6. 2009
Cantharidae	<i>Cantharis rufa</i>	1	hrušeň	7. 7. 2009
Cantharidae	<i>Cantharis rufa</i>	1	třešeň	7. 7. 2009
Cantharidae	<i>Rhagonycha fulva</i>	1	třešeň	1. 8. 2009
Cantharidae	<i>Rhagonycha nigriventris</i>	1	třešeň	7. 7. 2009
Carabidae	<i>Amara familiaris</i>	1	třešeň	8. 6. 2009
Carabidae	<i>Trechus quadristriatus</i>	1	třešeň	1. 8. 2009
Cerambycidae	<i>Phymatodes testaceus</i>	1	jabloň	7. 7. 2009
Cerambycidae	<i>Plagionotus arcuatus</i>	1	třešeň	1. 8. 2009
Cerambycidae	<i>Pyrrhodium sanguineum</i>	1	jabloň	7. 5. 2009
Cerambycidae	<i>Pyrrhodium sanguineum</i>	1	třešeň	7. 5. 2009
Cerambycidae	<i>Tetrops praeusta</i>	2	hrušeň	8. 6. 2009
Cleridae	sp. (larva)	1	jabloň	5. 10. 2009
Coccinellidae	<i>Adalia bipunctata</i>	2	třešeň	7. 7. 2009
Coccinellidae	<i>Halysia sedecimguttata</i>	1	třešeň	1. 8. 2009
Coccinellidae	<i>Harmonia axyridis</i>	1	hrušeň	5. 10. 2009
Coccinellidae	<i>Harmonia axyridis</i>	1	třešeň	7. 5. 2009
Colydiidae	<i>Bitoma crenata</i>	1	třešeň	8. 6. 2009
Cucujidae	<i>Pediacus dermestoides</i>	1	třešeň	31. 8. 2009
Curculionidae	<i>Anthonomus pomorum</i>	1	jabloň	7. 5. 2009
Curculionidae	<i>Anthonomus pomorum</i>	1	třešeň	7. 7. 2009
Curculionidae	<i>Curculio glandium</i>	3	hrušeň	5. 10. 2009
Curculionidae	<i>Curculio venosus</i>	1	jabloň	31. 8. 2009
Curculionidae	<i>Gymnetron rotundicolle</i>	1	třešeň	7. 5. 2009
Curculionidae	<i>Gymnetron rotundicolle</i>	1	třešeň	7. 7. 2009
Curculionidae	<i>Magdalis cerasi</i>	1	třešeň	7. 5. 2009
Curculionidae	<i>Mecinus pyraster</i>	2	hrušeň	1. 8. 2009
Curculionidae	<i>Mecinus pyraster</i>	1	třešeň	31. 8. 2009
Curculionidae	<i>Rhynchites bacchus</i>	1	jabloň	1. 8. 2009
Curculionidae	<i>Sitophilus oryzae</i>	1	jabloň	7. 7. 2009
Curculionidae	sp.	1	jabloň	8. 6. 2009
Curculionidae	sp.	1	jabloň	1. 8. 2009
Curculionidae	sp.	2	třešeň	8. 6. 2009
Curculionidae	sp.	1	třešeň	1. 8. 2009
Dasytidae	<i>Dasytes plumbeus</i>	1	třešeň	8. 6. 2009

Čeleď	Druh	Početnost	Dřevina	Datum odběru
Dasytidae	sp.	1	hrušeň	8. 6. 2009
Dasytidae	sp.	1	třešeň	8. 6. 2009
Dermestidae	<i>Anthrenus scrophulariae</i>	2	hrušeň	8. 6. 2009
Dermestidae	<i>Anthrenus scrophulariae</i>	5	hrušeň	7. 5. 2009
Dermestidae	<i>Anthrenus scrophulariae</i>	2	třešeň	7. 5. 2009
Dermestidae	<i>Anthrenus</i> sp.	1	třešeň	7. 7. 2009
Dermestidae	<i>Megatoma undata</i>	2	třešeň	8. 6. 2009
Elateridae	<i>Adrastus rachifer</i>	1	třešeň	31. 8. 2009
Elateridae	<i>Agriotes sputator</i>	1	hrušeň	8. 6. 2009
Elateridae	<i>Agriotes sputator</i>	2	hrušeň	7. 7. 2009
Elateridae	<i>Agriotes ustulatus</i>	1	třešeň	7. 7. 2009
Elateridae	<i>Agriotes ustulatus</i>	1	třešeň	1. 8. 2009
Elateridae	<i>Agrypnus murinus</i>	4	hrušeň	8. 6. 2009
Elateridae	<i>Agrypnus murinus</i>	1	hrušeň	7. 7. 2009
Elateridae	<i>Agrypnus murinus</i>	1	jabloň	8. 6. 2009
Elateridae	<i>Agrypnus murinus</i>	2	třešeň	8. 6. 2009
Elateridae	<i>Agrypnus murinus</i>	3	třešeň	7. 7. 2009
Elateridae	<i>Agrypnus murinus</i>	1	třešeň	1. 8. 2009
Elateridae	<i>Ampedus balteatus</i>	1	hrušeň	7. 7. 2009
Elateridae	<i>Ampedus nigroflavus</i>	1	hrušeň	7. 5. 2009
Elateridae	<i>Ampedus pomorum</i>	1	třešeň	7. 7. 2009
Elateridae	<i>Athous subfuscus</i>	1	třešeň	7. 7. 2009
Elateridae	<i>Athous zebei</i>	1	hrušeň	8. 6. 2009
Elateridae	<i>Cardiophorus nigerrimus</i>	1	hrušeň	8. 6. 2009
Elateridae	<i>Cidnopus pilosus</i>	1	jabloň	8. 6. 2009
Elateridae	<i>Dalopius marginatus</i>	1	třešeň	8. 6. 2009
Elateridae	<i>Hemicrepidius hirtus</i>	1	hrušeň	31. 8. 2009
Elateridae	<i>Limonius aeneoniger</i>	2	hrušeň	8. 6. 2009
Elateridae	<i>Limonius</i> sp.	1	třešeň	7. 5. 2009
Elateridae	<i>Melanotus villosus</i>	2	hrušeň	31. 8. 2009
Elateridae	<i>Melanotus villosus</i>	2	jabloň	8. 6. 2009
Erotyliidae	<i>Dacne bipustulata</i>	1	třešeň	8. 6. 2009
Eucnemidae	<i>Eucnemis capucina</i>	1	jabloň	8. 6. 2009
Chrysomelidae	<i>Cassida flaveola</i>	1	třešeň	7. 5. 2009
Chrysomelidae	<i>Cryptocephalus nitidulus</i>	1	třešeň	31. 8. 2009
Chrysomelidae	<i>Hispa atra</i>	1	hrušeň	7. 7. 2009
Chrysomelidae	<i>Sermylassa halensis</i>	1	hrušeň	5. 10. 2009
Leiodidae	<i>Anisotoma humeralis</i>	1	hrušeň	8. 6. 2009
Malachiidae	<i>Axinotarsus</i> sp.	1	hrušeň	7. 7. 2009
Malachiidae	<i>Clanoptilus geniculatus</i>	2	hrušeň	7. 5. 2009
Malachiidae	<i>Clanoptilus geniculatus</i>	1	jabloň	7. 7. 2009
Melandryidae	<i>Orchesia</i> sp.	1	jabloň	31.8.2009
Mordellidae	sp.	1	třešeň	7.5.2009
Mycetophagidae	<i>Litargus conexus</i>	1	třešeň	8. 6. 2009
Mycetophagidae	<i>Mycetophagus decempunctatus</i>	4	jabloň	31. 8. 2009
Mycetophagidae	<i>Mycetophagus quadripustulatus</i>	1	hrušeň	8. 6. 2009
Nitidulidae	<i>Epuraea</i> sp.	2	třešeň	8. 6. 2009

Čeleď	Druh	Početnost	Dřevina	Datum odběru
Nitidulidae	<i>Epuraea</i> sp.	1	třešeň	7. 7. 2009
Nitidulidae	<i>Glischrochilus quadrisignatus</i>	2	hrušeň	8. 6. 2009
Nitidulidae	<i>Glischrochilus quadrisignatus</i>	4	hrušeň	1. 8. 2009
Nitidulidae	<i>Glischrochilus quadrisignatus</i>	2	jabloň	8. 6. 2009
Nitidulidae	<i>Glischrochilus quadrisignatus</i>	1	jabloň	1. 8. 2009
Nitidulidae	<i>Glischrochilus quadrisignatus</i>	72	třešeň	7. 5. 2009
Nitidulidae	<i>Glischrochilus quadrisignatus</i>	11	třešeň	8. 6. 2009
Nitidulidae	<i>Glischrochilus quadrisignatus</i>	11	třešeň	7. 7. 2009
Nitidulidae	<i>Glischrochilus quadrisignatus</i>	1	třešeň	1. 8. 2009
Nitidulidae	<i>Meligethes aeneus</i>	1	hrušeň	8. 6. 2009
Nitidulidae	<i>Meligethes aeneus</i>	1	hrušeň	7. 5. 2009
Nitidulidae	<i>Meligethes aeneus</i>	1	jabloň	8. 6. 2009
Nitidulidae	<i>Meligethes aeneus</i>	1	jabloň	1. 8. 2009
Nitidulidae	<i>Meligethes aeneus</i>	3	třešeň	7. 5. 2009
Nitidulidae	<i>Meligethes aeneus</i>	1	třešeň	8. 6. 2009
Nitidulidae	<i>Meligethes aeneus</i>	8	třešeň	7. 7. 2009
Nitidulidae	<i>Meligethes aeneus</i>	1	třešeň	1. 8. 2009
Nitidulidae	<i>Soronia grisea</i>	1	hrušeň	8. 6. 2009
Nitidulidae	<i>Soronia grisea</i>	3	jabloň	7. 5. 2009
Nitidulidae	<i>Soronia grisea</i>	3	třešeň	8. 6. 2009
Oedemeridae	<i>Oedemera</i> sp.	2	hrušeň	7. 7. 2009
Phalacridae	<i>Phalacrus fimetarius</i>	1	hrušeň	31. 8. 2009
Phalacridae	<i>Phalacrus fimetarius</i>	1	jabloň	7. 5. 2009
Salpingidae	<i>Vincenzellus ruficollis</i>	1	třešeň	8. 6. 2009
Scarabaeidae	<i>Cetonia aurata</i>	1	třešeň	8. 6. 2009
Scarabaeidae	<i>Liocola lugubris</i>	1	třešeň	8. 6. 2009
Scirtidae	sp.	1	hrušeň	7. 5. 2009
Scolytidae	<i>Xyleborus dispar</i>	15	třešeň	7. 5. 2009
Scolytidae	<i>Xyleborus dispar</i>	10	třešeň	8. 6. 2009
Scolytidae	<i>Ips cembrae</i>	1	hrušeň	7. 5. 2009
Scolytidae	<i>Leperisinus</i> sp.	1	hrušeň	31. 8. 2009
Scolytidae	<i>Pityogenes chalcographus</i>	2	třešeň	7. 5. 2009
Scolytidae	<i>Pityogenes chalcographus</i>	1	třešeň	8. 6. 2009
Scolytidae	<i>Scolytus mali</i>	3	hrušeň	7. 7. 2009
Scolytidae	<i>Scolytus mali</i>	4	jabloň	7. 7. 2009
Scolytidae	<i>Scolytus mali</i>	3	jabloň	1. 8. 2009
Scolytidae	<i>Scolytus mali</i>	1	jabloň	31. 8. 2009
Scolytidae	<i>Scolytus mali</i>	4	třešeň	8. 6. 2009
Scolytidae	<i>Scolytus mali</i>	38	třešeň	7. 7. 2009
Scolytidae	<i>Scolytus mali</i>	10	třešeň	1. 8. 2009
Scolytidae	<i>Scolytus mali</i>	1	třešeň	31. 8. 2009
Scolytidae	<i>Scolytus rugulosus</i>	1	jabloň	7. 7. 2009
Scolytidae	<i>Scolytus rugulosus</i>	6	třešeň	7. 7. 2009
Scolytidae	<i>Scolytus rugulosus</i>	3	třešeň	1. 8. 2009
Scolytidae	<i>Scolytus rugulosus</i>	2	třešeň	31. 8. 2009
Scolytidae	<i>Xyleborus saxeseni</i>	3	třešeň	7. 5. 2009
Scolytidae	<i>Xyleborus saxeseni</i>	4	třešeň	8. 6. 2009

Čeď	Druh	Početnost	Dřevina	Datum odběru
Scolytidae	<i>Xyleborus monographus</i>	1	hrušeň	7. 5. 2009
Scraptiidae	<i>Anaspis</i> sp.	2	hrušeň	7. 7. 2009
Staphylinidae	<i>Aleocharinae</i> sp.	2	třešeň	7. 5. 2009
Staphylinidae	<i>Aleocharinae</i> sp.	3	třešeň	8. 6. 2009
Staphylinidae	<i>Aleocharinae</i> sp.	1	třešeň	7. 7. 2009
Staphylinidae	<i>Oxytelinae</i> sp.	1	třešeň	8. 6. 2009
Staphylinidae	<i>Paederus littoralis</i>	1	hrušeň	1. 8. 2009
Staphylinidae	<i>Quedius cruentus</i>	1	jabloň	8. 6. 2009
Staphylinidae	<i>Quedius cruentus</i>	1	třešeň	7. 5. 2009
Staphylinidae	<i>Quedius cruentus</i>	1	třešeň	7. 7. 2009
Staphylinidae	<i>Quedius ochripennis</i>	1	třešeň	8. 6. 2009
Tenebrionidae	<i>Allecula morio</i>	1	třešeň	31. 8. 2009
Tenebrionidae	<i>Mycetochara humeralis</i>	1	třešeň	8. 6. 2009
Tenebrionidae	<i>Uloma culinaris</i>	1	hrušeň	31. 8. 2009
Throscidae	<i>Aulonothroscus brevicollis</i>	1	hrušeň	8. 6. 2009
Throscidae	<i>Aulonothroscus brevicollis</i>	5	jabloň	7. 5. 2009
Throscidae	<i>Trixagus dermestoides</i>	2	hrušeň	7. 7. 2009
Throscidae	<i>Trixagus dermestoides</i>	1	jabloň	7. 7. 2009
Throscidae	<i>Trixagus dermestoides</i>	1	jabloň	1. 8. 2009
Throscidae	<i>Trixagus dermestoides</i>	1	třešeň	1. 8. 2009
Throscidae	<i>Trixagus leseigneuri</i>	1	jabloň	8. 6. 2009
Throscidae	<i>Trixagus meyerbohmi</i>	3	třešeň	31. 8. 2009
-	sp.	2	hrušeň	7. 5. 2009
-	sp.	2	hrušeň	7. 7. 2009

Názvosloví vychází z práce Jelínka (1993).

ZÁVĚR

Ovocný sad je významným stanovištěm pro celé spektrum druhů od potenciálních škůdců, synantropních, kosmopolitních a introdukovaných druhů, přes faunu typickou pro bezlesí (od výsušných po podmačená stanoviště), faunu lesostepí i zapojených lesů až po ohrožené druhy vázané na rozličná stanoviště a druhy pro ovocné sady specifické. Studovaný ovocný sad tak charakterem fauny odpovídá především mizejícím přechodným stanovištím (ekotonům) mezi lesem a bezlesem nebo může připomínat faunu otevřených lesů v minulosti.

Poděkování

Naše poděkování patří kolegům, kteří nám různou měrou přispěli k zpracování tohoto příspěvku – J. Mertlík, J. Pavlíček, P. Boža, L. Koloničný, K. Nováková, M. Mikát, B. Mocek, P. Průdek, M. Turčáni a P. Bezděčka, poděkování patří i A. Hametovi za recenzi. Tato studie byla podpořena Vnitřní grantovou agenturou FLD ČZU v Praze grant r. č. 201043150008 Distribuce brouků vázaných na ovocné dřeviny podél gradientu les-bezlesí a výzkumným záměrem MŽP č. MSM 6293359101.

LITERATURA

- Blažek, J. (2001): Pěstujeme jabloně. Brázda, Praha, 255 s.
- Blažek, J., et al. (1998): Ovocnictví. Květ, Praha.
- Bonsignore, C. P., Manti, F., Vacante, V. (2008): Field and tree distribution of *Capnodis tenebrionis* (Linnaeus, 1767) (Col., Buprestidae) adults in an apricot orchard in Italy. *Journal of Applied Entomology*, no. 132, p. 216–224.
- Colwell, R. K. (2006): EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8. [cit. 2010-04-10]. Dostupné na [www http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates](http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates)
- Čížková, L. (2007): Genové zdroje *Malus sylvestris* a *Pyrus pyraeaster* na území Moravy. In Dreslerová, J., Packová, P. [eds] Ohrožené dřeviny ČR – Geobiocenologické spisy, svazek č. 12, Sborník příspěvků z konference. LDF MZLU v Brně, 8–9 February 2007, s. 51–56.
- Dvořák, A., Vondráček, J., Kohout, K., Blažek, J. (1976): *Jablka*. Academia, Praha, 74 s.
- Gottwald, H. (1985): Kirchbaum; ein Klassiker unter den Möbelhölzern. *Holz Aktuell*, 5, p. 15–29.
- Holstein, J., Funke, W. (1995): Käfer- und

- Spinnengesellschaften süddeutscher Streuobstwiesen. Mitt. dtsh. Ges. Allg. Angew. Ent. 10, p. 309–312.
- Horák, J. (2007a): Kůrovci mohou být nebezpeční i v ovocnictví. Zahradnictví, č. 1, s. 16–19.
- Horák, J. (2007b): Další druhy podkorního hmyzu poškozujícího ovocné dřeviny. Zahradnictví, č. 4, s. 20–21.
- Horák, J. (2007c): Užitečný hmyz v zahradnictví – nepřítel škodlivého podkorního hmyzu. Zahradnictví, č. 7, s. 36–37.
- Horák, J. (2007d): Chráněný a ohrožený hmyz ovocných sadů. Zahradnictví, č. 8, s. 32–33.
- Horáková, J., Horák, J. (2010): Brouci z podčeledi Scolytinae na ovocných dřevinách: literární rešerše. Elateridarium 4, 4, s. 1–32.
- Hůrka, K., (2005): Brouci České a Slovenské republiky. Kabourek, Zlín.
- Jelínek, J. (1984) *Glischrochilus quadrisignatus*, an overlooked species in Czechoslovakia (Coleoptera, Nitidulidae). Acta Entomologica Bohemoslovaca, no. 81, p. 70–72.
- Jelínek, J. (1993): Seznam československých brouků. Checklist of Czechoslovak Insects IV (Coleoptera). Folia Heyrovskyana, Supplementum, č. 1, s. 3–172.
- Knížek, M. (2008): Kůrovcovití, jejich taxonomie, rozšíření a hospodářský význam. In Horák, J. [ed.] Brouci vázání na dřeviny. Pardubický kraj a ČLS, Pardubice.
- Křístek, J. et al. (2002): Ochrana lesů a přírodního prostředí. Matice Lesnická, Písek.
- Maděra, P., Řepka, R., Úřadníček, L., Koblížek, J., Buček, A. (2007): Komentovaný Červený seznam ohrožených druhů dřevin. In Dreslerová, J., Packová, P. [eds], Ohrožené dřeviny ČR – Geobiocenologické spisy, svazek č. 12, Sborník příspěvků z konference. LDF MZLU v Brně, 8–9 February 2007, s. 103–115.
- Økland, B. (1996): A comparison of three methods of trapping saproxylic beetles. European Journal of Entomology, no. 93, p. 195–209.
- Reš, B., Sůrová, B. (2007): Vzácnější autochtonní dřeviny mezi památnými stromy. In Dreslerová, J., Packová, P. [eds], Ohrožené dřeviny ČR – Geobiocenologické spisy, svazek č. 12, Sborník příspěvků z konference. LDF MZLU v Brně, 8–9 February 2007, s. 171–174
- Schmidl, J., Bußler, H. (2004): Ökologische Gilden xylobionter Käfer Deutschlands. Naturschutz und Landschaftsplanung, vol. 36, no. 7, p. 202–218.
- Sutherland, W. J. (2002): Openness in management. Nature, no. 418, p. 834–835.
- Vera, F. W. M. (2000): Grazing ecology and forest history. CABI Publishing, Oxford.

Rukopis doručen: 11. 10. 2010

Přijat po recenzi: 15. 11. 2010

ZHODNOCENÍ DRUHOVÉ DIVERZITY VYBRANÝCH BŘEHOVÝCH POROSTŮ V POVODÍ VLTAVY S PŘÍHLÉDNUTÍM K JEJICH GEOBIOCENOLOGII

ASSESSMENT OF SPECIES DIVERSITY OF SELECTED RIPARIAN STANDS IN THE VLTAVA BASIN CONSIDERING THEIR GEOBIOCENOLOGY

Jiří Velebil, Adam Baroš

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

Abstrakt

Příspěvek přináší zprávu o stavu vybraných úseků břehových porostů v povodí Vltavy. Zabývá se druhovou diverzitou dřevinné složky vegetace doprovázející toky ve vztahu k jejich geobiocenologii, respektive ke konkrétní skupině typů geobiocénů. Celkem je hodnoceno 20 lokalit. Jednotlivé úseky jsou 100 m dlouhé, 10 m široké a nacházejí se v otevřeném venkovské krajině mimo zastavěná území. Studované plochy byly vybírány tak, aby byla zachována maximální diverzita ekotopů i porostů. V terénu byly pořízeny poznámky poskytující informace o vegetaci a ekotopu, na jejichž základě byla studovaná plocha zařazena podle příslušného geobiocenologického systému do konkrétní skupiny typů geobiocénů. Podle zjištěné druhové skladby potenciální přirozené vegetace byly stanoveny rozdíly oproti současnému stavu a navrženy dřeviny do těchto konkrétních podmínek. Jsou stanoveny principy správné volby dřevin do známých podmínek konkrétního ekotopu.

Klíčová slova: břehové porosty, druhová diverzita, geobiocenologie, povodí Vltavy

Abstract

The condition of the selected parts of riparian stands in the Vltava basin is given. The paper deals with species diversity of woody plants in the vegetation along streams in relation to their geobiocenology, or more precisely to the concrete group of geobiocen types. Totally 20 localities are assessed. Individual stands are 100 m long and 10 m wide, and occur in an open rural landscape outside built-up area of settlements. The studied areas were selected so that the maximum ecotope and stand diversity was kept. In the field there were made notes with information about the vegetation and ecotope. On this information, the studied area was classified according to responsible geobiocenology system into the particular group of geobiocen types. On the basis of found species composition of the potential natural vegetation, differences against the present state were determined and the woody species were suggested for these particular conditions. There are given the principles of correct choice of woody plants for known conditions of the particular ecotope.

Key words: riparian stands, species diversity, geobiocenology, Vltava basin

ÚVOD

Břehové a doprovodné porosty (viz dále) vodních toků představují unikátní biotopy pro velké množství organismů. Mají svůj specifický (i když do určité míry variabilní) trofický a hydrický režim, který je podmíněn přítomností povrchové i podzemní vody.

Voda vytváří prostor pro život specializovaných rostlin a živočichů nejen svými fyzikálními a chemickými vlastnostmi, ale také dynamikou svého proudění a vytvářením rozmanitých ekosystémů a krajinných struktur ve formě bystřin, meandrů, zálivů, někdy i slepých ramen. Tato veskrze přírodní činnost však nebyla v souladu s představami správců toků, pečujících o břehové porosty v uplynulých desetiletích. Došlo tak k tomu, že byla koryta napřimována a nevhodným způsobem opevňována. Dřevinám byly přiznávány pouze omezené funkce. Vegetace z jejich břehů vymizela buď úplně, nebo byla nahrazena nedostatečnými výsadbami, velmi často alochtonních taxonů (např. masové vysazování rychle rostoucích topolů –

zejména *Populus × canadensis* Moench – a následná degradace břehového porostu na příležitostnou plantáž). Jak referuje Bínová (2004), porosty takto upravených vodotečí mají trvale pozmeněny stanovištní podmínky, změněnou druhovou skladbu a narušené přirozené vazby na dynamiku korytotvorného procesu. Přestaly tak plnit nejen své ekologické a estetické funkce, ale v neposlední řadě i tzv. funkce vodohospodářské. Ty se týkají zejména stabilizace břehů, o jejichž nevyhovujícím stavu vypovídají mimo jiné škody způsobené povodněmi v posledních letech.

V současné době je vykonávána řada ochranných i obnovných aktivit se snahami o nápravu. Porosty kolem toků se stávají součástí ÚSES jako biokoridory různého významu, řada z nich je nějakou formou legislativně chráněna. Jsou realizovány projekty, které sledují návrat k přírodnímu charakteru toků. Mezi mnoha můžeme zmínit revitalizaci Boreckého potoka u Vlašimi (Just, 2006) nebo potoka u Pravonína na Benešovsku (Just, 2004). Mezi významnější počiny poslední doby patří též projekt Obnova ekologických funkcí břehových po-

rostů, zpracovávaný Společností pro životní prostředí, spol. s. r. o. v letech 2003–2005 (Bínová et al., 2005). Je jisté, že se praktiky racionálního chápání životního prostředí dostávají do vědomí široké veřejnosti. Přesto však dodnes chybí ucelený dokument, který by charakterizoval, jakým způsobem k břehovým porostům přistupovat. V reakci na výše zmíněné praktikované negativní zásahy a neuspokojivý stav břehových porostů vyvstala myšlenka cílevědomé obnovy a dlouhodobého managementu břehových porostů, která by současně reflektovala jak potřeby majitelů pozemků a správců toků, tak požadavky ochrany přírody. Obnova břehových porostů a následná péče o ně má spoustu dílčích složek, které spolu navzájem souvisejí a je třeba je podchytit.

Od roku 2009 je na pracovišti VÚKOZ, v. v. i., zpracováván projekt, který se snaží komplexně řešit výše nastíněnou problematiku vodních toků (včetně problematiky rozšíření houby *Phytophthora alni* Brasier et Kirk (Brasier et al., 2004), viz např. Černý & Strnadová, 2010). Praktický výzkum probíhá na modelovém území povodí Vltavy. Autoři tohoto příspěvku se snaží podchytit rostlinnou složku problému, která nesmí být při revitalizačních opatřeních opominuta, neboť žádná revitalizace či obnova porostů se neobejde bez uplatnění vegetace v okolí toků.

Břehový porost

S definicí břehového porostu se můžeme setkat např. ve vyhlášce MZe č. 470/2001 Sb., která jej určuje jako: „dřevinný porost rostoucí na břehu koryta vodního toku, na pobřežních pozemcích podél koryta vodního toku na vnější straně břehové čáry¹ nebo na pozemku, na kterém leží koryto vodního toku, popřípadě rostoucí v prostoru mezi ochrannými hrázemi a korytem vodního toku až po patu ochranné hráze; to se nevztahuje na pozemky určené k plnění funkcí lesa“. Břehové (i doprovodné) porosty jsou zmiňované i v některých normách, např.: ČSN 75 2101 Ekologizace úprav vodních toků, TNV 75 2401 Úpravy potoků nebo TNV 75 2103 Úpravy řek. Šimíček (1999) uvádí břehový porost jako: „účelový bylinný, travní nebo dřevinný porost rostoucí na březích vodních toků“. Stručně jej definuje také Bínová (2004), a to jako porosty, které jsou situovány na břehové hraně. Dále zmiňuje též porosty doprovodné, které jsou za břehovou čarou. Šimíček (1999) je popisuje podrobněji, jako: „vegetační, převážně dřevinný doprovod rostoucí za břehovou čarou v bezprostřední návaznosti na břehové porosty. U vodních toků s ochrannými hrázemi na předhrází nebo na vhodných místech za hrázemi“.

Výkon správy vodních toků a omezení vlastnických práv v zájmu ochrany a obnovy břehových porostů je však možné uplatňovat pouze v určitém omezeném prostoru, který je dán vzdáleností od břehové čáry vodního toku. Přesně dle znění Zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodního zákon), § 49 odst. (2) je tato šířka stanovena u „vodních toků, které jsou vodními cestami dopravně významnými, nejvýše v šířce 10 m od břehové čáry, u ostatních

významných vodních toků nejvýše v šířce 8 m od břehové čáry, u drobných vodních toků nejvýše v šířce do 6 m od břehové čáry“².

MATERIÁL A METODIKA

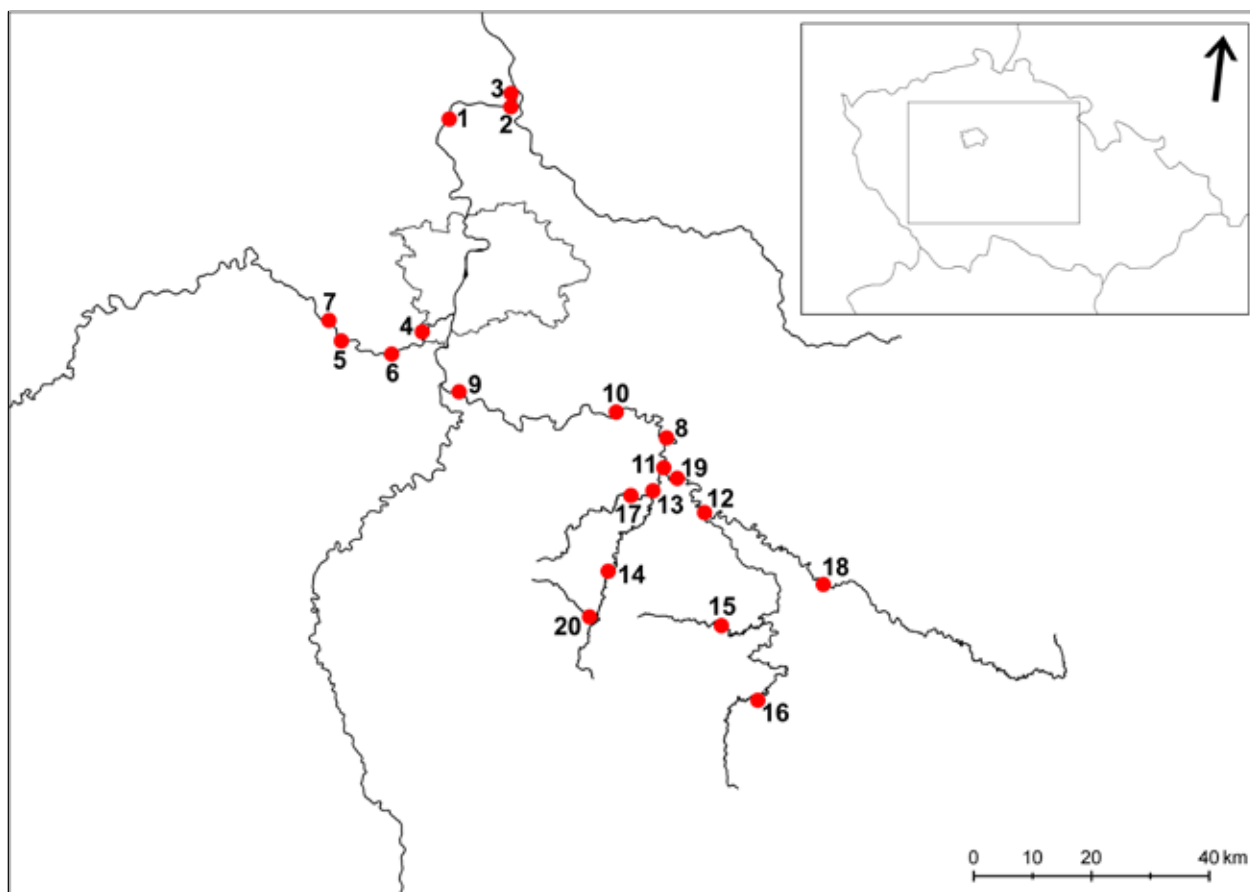
V letech 2009–2010 bylo vybráno v rámci povodí Vltavy 20 úseků břehových porostů v prvních čtyřech vegetačních stupních (Zlatníková klasifikace, podrobněji např. Zlatník, 1976 – metodicky zpracováno dle Buček & Lacina, 2000), tedy stupeň dubový až bukový. Jednotlivé úseky jsou 100 m dlouhé, v otevřené venkovské krajině mimo souvislé lesní porosty a mimo zastavěná území. Jejich šířka byla stanovena jako souvislý pás vegetace s hranicí maximálně 10 m od břehové čáry. Pro zevrubný výběr lokalit byly využity mapové podklady Edice turistických map Klubu českých turistů v měřítku 1 : 50 000, ale též interaktivní mapy programu Google Earth (online). Studované plochy byly vybírány tak, aby byla zachována maximální diverzita ekotopů i porostů. Při studiu ploch in situ byly vypracovány geobiocenologické zápisy obsahující charakteristiky ekotopu a vegetační složky. Formou poznámek byly zpracovány nejen porosty přímo přiléhající k břehu (břehové porosty), ale i porosty na ně navazující (porosty doprovodné) tak, aby byl zachycen i vztah a ovlivňování mezi nimi. Na základě druhového složení dřevin (a nejdůležitějších bylin) a charakteru ekotopu byly specifikovány homogenní celky jednotlivých porostů, jež byly zařazeny do geobiocenologického systému (viz výše). Srovnáním s publikovanými typickými společenstvy (Buček & Lacina, 2000) (která by mohla být v lokalitě konkrétního celku uvažována) pak bylo určeno potenciální přirozené složení porostů (určení konkrétních skupin typů geobiocénů, dále jen STG³) konkrétních celků jednotlivých úseků, které bylo dále porovnáno se složením stávajícím, a byly určeny rozdíly v zastoupení taxonů dřevin. Tam, kde nebylo možné orientovat se pouze podle stávajícího vegetačního pokryvu, byly jako pomocné využity následující podklady: Mikyška et al., 1969a, Mikyška et al., 1969b, Moravec et Neuhäusl, 1976, Neuhäuslová et al., 1998, Neuhäuslová, 2003, Portál veřejné zprávy české republiky (online). Zároveň s určením STG bylo stanoveno optimální spektrum dřevin pro dané trvalé plochy. Dále v textu jsou jména konkrétních STG uváděna pouze česky. Doplňující latinské jméno a formule jsou uváděny v tab. 1.

Hodnocené lokality byly rozděleny do tří kategorií podle stupně negativního ovlivnění dotčeného břehového společenstva (společenstev). V potaz byl brán celkový stav biotopu se zvláštním ohledem na dřevinnou složku vegetace. Rozsah ovlivnění, respektive pozměnění břehového porostu je chápán jako teoretická doba, která bude zapotřebí, aby se navrátil

2 Dále v textu je uvedeno, že jsou zkoumány břehové porosty do vzdálenosti 10 m od toku. Vzhledem k některým zmíněným definicím se tedy nejedná vždy jen o břehové, ale i o doprovodné porosty. Pro zjednodušení se ovšem budeme i o těchto vzdálenějších porostech (maximálně tedy do 10 m od břehové čáry) zmiňovat jako o břehových.

3 Skupiny typů geobiocénů jsou sdružené typy geobiocénů s podobnými trvalými ekologickými podmínkami, zjišťovanými pomocí bioindikace podle druhového složení rostlinných společenstev. Do skupin jsou typy geobiocénů sdružovány na základě fytoocenologické podobnosti přirozených lesních biocenóz ve stádiu zralosti (Buček & Lacina, 2000).

1 Břehovou čáru určuje hladina vody, „která zpravidla stačí protékat tímto korytem, aniž se vylévá do přilehlého území“ (§ 44 odst. (1) vodního zákona).



Mapa 1 Lokalizace hodnocených lokalit břehových porostů

Legenda: 1 – Staré Ouholice, 2 – Vrbno u Mělníka I, 3 – Vrbno u Mělníka II, 4 – Černošice, 5 – Karlštejn, 6 – Řevnice, 7 – Srbsko, 8 – Ledečko, 9 – Pikovice, 10 – Růženín, 11 – Čejkovice, 12 – Černýš, 13 – Libež, 14 – Louňovice pod Blaníkem, 15 – Onšov, 16 – Pobistryce, 17 – Slověnice, 18 – Smrčná, 19 – Soběšín, 20 – Šebířov.

konkrétní hodnocený úsek do stavu přírodě blízkého (či přírodního) společenstva s dostatečně vyvinutými autoregulačními principy. Do první kategorie spadají břehové porosty blízkící se svou strukturou přírodním společenstvům s možností k navrácení do optimálního stavu v relativně krátkodobém horizontu, alochtonní dřeviny se nevyskytují nebo se vyskytují jen v jednotlivých exemplářích. Dále v textu uvedeny jako břehové porosty přírodě blízké. Druhou kategorií tvoří břehové porosty dotčené přeměnou vegetační složky nebo břehu s možností k navrácení do optimálního stavu ve střednědobém horizontu, alochtonní dřeviny se vyskytují jako příměs porostů, nikdy však nedominují. Dále v textu uvedeny jako břehové porosty přeměněné. Do třetí kategorie náleží břehové porosty zcela přeměněné až degradované s výraznou dominancí alochtonních taxonů alespoň ve stromovém patře, navrácení do optimálního stavu v dlouhodobém horizontu.

Dále v textu uvedeny jako břehové porosty degradované. U každé lokality je zaznamenán výčet druhů, které se zde recentně vyskytují, a zároveň je uvedeno doporučení, jaké dřeviny by bylo vhodné doplnit pro obnovení taxonomického složení příslušné STG (zvolené dřeviny představují jen možnou variantu při osázení konkrétně zmiňovaného úseku, nejedná

se o složení, které je nutno dodržovat v uváděné STG).⁴

Pro základní informace o jednotlivých lokalitách viz tab. 1. Přehled zkoumaných lokalit je znázorněn na mapě 1.

Všechny lokality byly zaměřeny pomocí GPS (ve WGS-84), přístrojem Garmin GPSMAP 60CSx, a jednotlivé stromy označeny čísla pomocí značkovací barvy. Současně byla provedena inventarizace a četnost dřevin a vstupní dendrometrická měření.

Nomenklatura byla sjednocena dle Kubát et al. (2002). Je-li nomenklatura převzata z jiného pramene, je uveden odkaz na příslušnou citaci.

⁴ Problematika, která je nad rámec představeného projektu, je výskyt invazivních druhů bylin. Kolem toků se jedná zejména o *Impatiens glandulifera* Royle, *Reynoutria japonica* Houtt., *R. × bohemica* Chrtek et Chrtková a *Helianthus tuberosus* L. Jejich rozšíření souvisí dosti pravděpodobně se snadným rozšiřováním diaspor podél vodních toků (zejména pomocí hydrochorie), nadto doplněné okrašlovacími aktivitami chatařů. Nejvíce postižená se zdá být řeka Sázava, i když i na jiných tocích ve studovaném území se můžeme s těmito rostlinami setkat často.

Tab. 1 Lokalizace a zařazení hodnocených lokalit do skupin typů geobiocénů

Č. lok.	Rok	Lokalita	Tok/*	n. v.	GPS (WGS-84)	STG - latinský název	STG - český název	STG - formule
1	2009	Staré Ouholice	Vltava / L	170	N 50°17'33", E 14°19'36"	<i>Saliceta albae inferiora</i>	vrby vrby bílé nižšího stupně	1 B-C 5a
2	2009	Vrbno u Mělníka I	Vltava / L	162	N 50°20'12", E 14°28'35"	<i>Ulmii-fraxineta populi superiora</i>	topolojilmové jasaniny vyššího stupně	2-3 C (4)5a
3	2009	Vrbno u Mělníka II	Vltava / L	160	N 50°20'17", E 14°28'37"	<i>Ulmii-fraxineta populi superiora</i>	topolojilmové jasaniny vyššího stupně	2-3 C (4)5a
4	2009	Černošice	Berounka / P	196	N 49°57'53", E 14°19'47"	<i>Saliceta albae inferiora</i>	vrby vrby bílé nižšího stupně	1 B-C 5a
5	2009	Karlštejn	Berounka / L	218	N 49°55'54", E 14°09'30"	<i>Ulmii-fraxineta carpini superiora</i>	habrojilmové jasaniny vyššího stupně	2-3 BC-C (3)4
6	2009	Řevnice	Berounka / P	208	N 49°55'09", E 14°15'35"	<i>Saliceta albae superiora</i>	vrby vrby bílé nižšího stupně	1 B-C 5a
7	2009	Srbsko	Berounka / P	227	N 49°56'42", E 14°07'46"	<i>Fraxini-alneta inferiora</i>	jasanové olšiny nižšího stupně	2-3 BC-C (4)5a
8	2009	Ledečko	Sázava / P	299	N 49°50'55", E 14°56'16"	<i>Saliceta fragilis inferiora</i>	vrby vrby bílé nižšího stupně	3 B-C 5a
9	2009	Píkovice	Sázava / L	209	N 49°52'43", E 14°25'46"	<i>Fraxini-alneta inferiora</i>	jasanové olšiny nižšího stupně	2-3 BC-C (4)5a
10	2009	Růženín	Sázava / P	285	N 49°53'02", E 14°49'23"	<i>Fraxini-alneta inferiora</i>	jasanové olšiny nižšího stupně	2-3 BC-C (4)5a
11	2010	Čejkovice	Sázava / L	311	N 49°48'04", E 14°56'53"	<i>Fraxini-alneta inferiora</i>	jasanové olšiny nižšího stupně	2-3 BC-C (4)5a
12	2010	Černýš	Sázava / L	325	N 49°44'29", E 15°03'17"	<i>Fraxini-alneta aceris inferiora</i>	javorové jasanové olšiny nižšího stupně	(2)3 BC 4(5a)
13	2010	Libež	Blanice / P	323	N 49°45'50", E 14°55'04"	<i>Fraxini-alneta inferiora</i>	jasanové olšiny nižšího stupně	2-3 BC-C (4)5a
14	2010	Louňovice p. Blaníkem	Blanice / P	382	N 49°37'48", E 14°50'31"	<i>Fraxini-alneta aceris superiora</i>	javorové jasanové olšiny vyššího stupně	4-5 BC 4(5a)
15	2010	Onšov	Martinický potok / P	452	N 49°34'24", E 15°07'34"	<i>Fraxini-alneta aceris superiora</i>	javorové jasanové olšiny vyššího stupně	4-5 BC 4(5a)
16	2010	Pobistřice	Hejlovka / L	471	N 49°28'19", E 15°14'24"	<i>Fraxini-alneta aceris superiora</i>	javorové jasanové olšiny vyššího stupně	4-5 BC 4(5a)
17	2010	Slověnice	Choťšanka / L	342	N 49°45'17", E 14°52'49"	<i>Fraxini-alneta aceris inferiora</i>	javorové jasanové olšiny nižšího stupně	(2)3 BC 4(5a)
18	2010	Smrčná	Sázava / L	389	N 49°39'36", E 15°20'37"	<i>Fraxini-alneta aceris superiora</i>	javorové jasanové olšiny vyššího stupně	4-5 BC 4(5a)
19	2010	Soběšín	Sázava / P	323	N 49°47'13", E 14°57'25"	<i>Fraxini-alneta inferiora</i>	jasanové olšiny nižšího stupně	2-3 BC-C (4)5a
20	2010	Šebířov	Slupský potok / L	409	N 49°33'44", E 14°49'22"	<i>Fraxini-alneta aceris superiora</i>	javorové jasanové olšiny vyššího stupně	4-5 BC 4(5a)

Legenda: č. lok – číselné označení lokality (shodně s označením na mapě č.1), rok – rok hodnocení lokality, * = strana břehu toku (L – levá, P – pravá), n. v. – nadmořská výška v m n.m., STG – skupina typů geobiocénů (definice viz text)

VÝSLEDKY

1) Břehové porosty přírodě blízké

Srbsko (vrby vrby křehké nižšího stupně). Zkoumaný úsek v Srbsku představuje šterkopískový náplav s dominancí vrb. Je charakteristickým prvkem této biocenózy. Společenstvo se nachází v mladém vývojovém stádiu, které je charakteristické keřovými vrbami. V této formě se zde nachází nejen *Salix viminalis* L., ale také ve stáří stromovitá *S. fragilis* L. Vrby tvoří víceméně souvislý pokrov břehu. V bylinném patře dominují druhy s nitrofilní tendencí. Přítomnost jilmu (*Ulmus laevis* Pallas) v okrajové, sušší části porostu, svědčí o přechodu do sukcesně zralejšího společenstva. Současný stav porostu se jeví jako přijatelný a soběstačně fungující. Pro posílení biodiverzity by bylo vhodné stávající složení vrb obohatit i dalšími druhy, jako jsou *Salix purpurea* L., *S. triandra* L., přínosný by byl i výskyt *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., nebo *Prunus padus* L. Vrbiny mají význam pro zachování genofondu vrb a jsou nenahraditelným biotopem některých živočichů.

Růženín (jasanové olšiny nižšího stupně). Na mělké kamenité koryto navazují nízké břehy, které při zvýšeném průtoku dovolují rozlítí vody do širokého prostoru nivních luk, tak jak tomu bylo několikrát během roku 2010. Právě časté zaplavení břehu a vysoká hladina podzemní vody pravděpodobně představuje vhodné podmínky pro infekci houbou *Phytophthora alni*, která způsobuje chřadnutí olší, v poslední době dosti diskutované téma. Projevuje se sníženou vitalitou a častým úhynem *Alnus glutinosa*. Tato houba byla na lokalitě skutečně prokázána. Nejde však o mimořádný jev, protože chřadnutí olší bylo bohužel prokázáno na mnoha místech ČR. Podrobněji viz např. Černý & Strnadová, 2010. V Růženíně roste kromě *A. glutinosa* také *Salix fragilis*, *S. pentandra* L., *Acer pseudoplatanus* L. a *Sambucus nigra* L. Jak je vidno, dřevinná skladba je dosti chudá. Do budoucna by jistě bylo vhodné doplnit porost cílenými výsadbami následujících dřevin: *Fraxinus excelsior* L., v menší míře *Salix alba* L., *Populus nigra* L. nebo *P. tremula* L. Do podúrovně *Prunus padus* a do keřového patra vrby (*Salix caprea* L., na březích *S. purpurea*, *S. triandra*, *S. viminalis*) nebo *Euonymus europaea* L., *Frangula alnus* Mill. či *Viburnum opulus* L. Obdobné doplnění druhového složení platí pro následující dvě lokality, i když skladba jejich porostů je nepatrně pestřejší.

Ledečko (jasanové olšiny nižšího stupně). Tok řeky Sázavy lemují poblíž Ledečka relativně zachovalé, dobře zapojené břehové porosty. Na zkoumané ploše, která prezentuje ukázkový vzorek vegetace blízkého okolí, roste: *Fraxinus excelsior*, *Alnus glutinosa*, *Salix fragilis* a pravděpodobně z blízkých chat zavlečený *Aesculus hippocastanum* L. Na lokalitě v Libži (jasanové olšiny nižšího stupně) se vyskytuje: *Salix fragilis*, *Alnus glutinosa*, *Acer pseudoplatanus*, *Quercus robur* L., *Betula pendula* Roth. Vyskytují se také dva druhy keřů: *Sambucus nigra* a *Euonymus europaea*.

Následující tři zkoumané úseky mají stejné jmenovatele. Jsou jimi relativně úzké koryto vodního toku, které je ovšem dosti zahloubené pod úroveň okolního terénu. Podzemní voda spocívá v hloubce kolem 1,5 m. Koryta těchto tří toků si zachovala přírodní charakter a v podobě více či méně patrných me-

andrů protékají svými nivami. Díky zahloubeným korytům ovšem dochází na vnějších stranách meandrů k podemílání břehů. Podemleté břehy jsou často bez dřevin a vymílání tak může postupovat dále. Na takovýchto místech by jistě mohla být využita stabilizační funkce dřevin, které by svými kořeny břeh zpevnily. Pokud by byl ovšem výše zmíněný proces zahlubování koryta shledán nežádoucím, například vzhledem k ústupu zamokření navazující nivy, bylo by nutné přistoupit k revitalizačním zásahům jiného charakteru.

Pobistryce (javorové jasanové olšiny vyššího stupně). Na březích říčky Hejlovky byl vybrán úsek s následujícím složením: *Alnus glutinosa*, *Salix fragilis*, *Salix cinerea* L. a *Euonymus europaea*. V Onšově (javorové jasanové olšiny vyššího stupně) rostou: *Alnus glutinosa*, *Prunus padus*, *Betula pendula*, *Salix fragilis*, *S. triandra* a *Corylus avellana* L. V Šebířově (javorové jasanové olšiny vyššího stupně) se vyskytuje: *Alnus glutinosa*, *Salix fragilis*, *S. purpurea*, *S. triandra*, *Prunus avium*, *Sambucus nigra* a *Euonymus europaea*.

Pro všechny tři lokality (reprezentující stejnou skupinu typů geobiocénů) byly jako dřeviny vhodné k cílenému vysazování a pěstování na jejich březích zvoleny následující: *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior* a *Acer pseudoplatanus*, místy i *Tilia cordata* Mill. či *Alnus incana* (L.) Moench. Z keřů *Euonymus europaea*, *Frangula alnus* či *Viburnum opulus*, okrajově např. *Lonicera nigra* L.

Na žádné z výše hodnocených lokalit nebylo zaznamenáno pěstování alochtonních topolů (z hlediska produkce jsou půdy jen mírně nadprůměrné a lokality se často nacházejí v chladných údolích nebo v mrazových kotlinách), ovšem jiné na zkoumaných tocích jsou topoly vysazovány běžně.

2) Břehové porosty přeměněné

Staré Ouholice (vrby vrby bílé nižšího stupně). Poloostrov šterkopískových sedimentů, který se svou druhovou skladbou dřevin (*Salix alba* a některé keřovité druhy vrb) od optimálního stavu odlišuje pouze přítomností několika pěstovaných topolů kanadských (*Populus × canadensis*) a zplanělým javorem jasanolistým (*Acer negundo* L. – častý neofyt v těchto typech porostů). Jedná se o jedno z nejhroženějších společenstev, které má výjimečný význam pro přirozený vývoj genofondu vrb a topolů. Optimální stanoviště, kam navrátit topol černý (*Populus nigra*). Jako nápravné opatření je třeba především odstranit nepůvodní dřeviny a stávající porost posílit výsadbami *Populus nigra*, *Salix alba*, případně jako příměs *S. fragilis*. Podrost je vhodné obohatit o keřovité druhy vrb (*S. purpurea*, *S. viminalis*, *S. triandra*).

Vrbno u Mělníka II (topolojilmové jasaniny vyššího stupně v mozaice s vrbami vrby bílé nižšího stupně podél vodního toku). Tato lokalita, vzdálená pouhých 200 m od plochy Vrbno u Mělníka I, je tvořena pestřejší směsicí domácích taxonů a blíží se spíše svému potenciálnímu přirozenému stavu než plocha sousední. Výrazná dominance topolu šedého (*Populus × canescens* (Ait.) Sm.), vyskytujícího se zpravidla jen jednotlivě, nasvědčuje o umělém založení tohoto porostu, který zde nevykazuje dostatečnou stabilitu. Vichřice v polovině roku

polámala značnou část těchto dřevin. Na této lokalitě dále rostou: *Salix alba*, *S. × rubens* Schrank, *S. triandra*, *Robinia pseudoacacia* L., *Ulmus laevis* a *U. minor* Mill. Na ploše je třeba zvýšit diverzitu dřevin vhodnými dosadbami (např. *Populus nigra*, *Fraxinus excelsior*, *Ulmus laevis*, *U. minor*, *Quercus robur*, při břehu *Salix alba*, *S. fragilis*, jako výplňová *Prunus padus*, z keřů *Sambucus nigra*) a odstranit nepůvodní taxony (především *Robinia pseudoacacia*). Lokality u Mělníka reprezentují území významná pro retenci záplavových vod a mají klíčový význam pro zachování genofondu topolu černého.

Černošice (habrojilmové jaseniny vyššího stupně, mozaikovité s vrbami vrby bílé nižšího stupně podél vodního toku). Výrazné převýšení koruny svahu břehového porostu lokality v Černošicích je patrně následkem vlivu člověka. S výškou svahu se zároveň zvětšuje hloubka, kde spočívá podzemní voda. Díky této diverzifikaci mohou být v porostu uplatněny jak dřeviny zamokřené řady, tak také dřeviny řady normální a zajistit tak porostu náležitou pestrost. V současnosti se zde vyskytují: *Populus × canadensis*, *Fraxinus excelsior*, *Salix × rubens*, *S. fragilis*, *S. viminalis* a *Sambucus nigra*. Jako vhodné pro výsadbu byly zvoleny následující dřeviny: *Quercus robur*, *Ulmus laevis*, *Tilia cordata*, *Carpinus betulus* L., *Prunus padus*, *Salix fragilis*, *Acer campestre* L., *Salix alba* a *Ulmus minor*. Plochy tohoto typu geobiocénů jsou vzhledem k výjimečné druhové pestrosti důležité z hlediska ochrany genofondu.

Pikovice (jasanové olšiny nižšího stupně). Ačkoliv na lokalitě dominuje *Salix fragilis* (v příměsi pak roste už jen *Sambucus nigra*), geomorfologie terénu a vyvinutější půdy s účastí lesních mezofytů v podrostu odlišují tento porost od podobné STG, jakou jsou vrbiny vrby křehké nižšího stupně. Jedná se pravděpodobně o uměle vysazený porost, jenž dosáhl svého maxima a v současnosti dochází k jeho pozvolnému rozpadu. Po jeho odstranění bude nutná celková obnova.

Pro jasanové olšiny nižšího stupně, kam patří nejen Pikovice, ale i hodnocený porost v **Soběšíně**, jsou charakteristické užší údolní nivy středních toků řek, potoční nivy a pramenišť v pahorkatinách a vrchovinách obvykle do nadmořských výšek 300–350 m. Podloží obvykle tvoří šterkopísky s různě mocnou vrstvou nivních sedimentů. Ve stromovém patře na lokalitě v Soběšíně můžeme pozorovat pozoruhodnou druhovou pestrost (*Alnus glutinosa*, *Betula pendula*, *Salix fragilis*, *Tilia cordata*, *Acer platanoides* L., *A. pseudoplatanus*, *Sorbus aucuparia* L.), velice chudé je však patro keřové, kde dominuje *Sambucus nigra* a dokonce se vyskytuje nepůvodní *Syringa josikaea* Jasq. (viz Krüssmann, 1978). Jako doporučené dřeviny pro výsadbu při obnovách do obou posledně jmenovaných lokalit jsou vhodné následující: *Fraxinus excelsior*, v menší míře *Salix alba*, *Populus nigra* nebo *P. tremula*. Do podúrovně *Prunus padus* a do keřového patra vrby (*Salix caprea*, na březích *S. purpurea*, *S. triandra*, *S. viminalis*) nebo *Euonymus europaea*, *Frangula alnus* či *Viburnum opulus*.

Louňovice pod Bláníkem a **Smrčná** se obě vyskytují v místech stejné STG (javorové jasanové olšiny vyššího stupně). Na lokalitách panují i podobné poměry, které můžeme celkově charakterizovat jako řídké porostlý břeh málo pestré mozaiky dřevin s poměrně vysokým zastoupení dožívajících topolů kanadských. Oproti předešlým dvěma lokalitám můžeme pro

výsadby do podmínek tohoto společenstva navrhnout následující: hlavní dřevinu *Alnus glutinosa*, jako příměs místy *Alnus incana*. Přistupovat by měly *Fraxinus excelsior* a *Salix fragilis*. Jednotlivě se může vyskytovat i *Picea abies* (L.) Karsten. V podúrovni *Padus avium* a *Sorbus aucuparia*, z keřů *Frangula alnus*, *Viburnum opulus*, *Sambucus racemosa* L. Z keřových vrb lze doporučit *Salix caprea*, *S. aurita* L., *S. cinerea*, *S. triandra* a *S. purpurea*.

Říčka Chotýšanka vytváří ve **Slověnicích** úzké, dosti zahloubené meandrující koryto, kolem něhož se vinou porosty javorových jasanových olšin nižšího stupně. Chudá skladba porostu sestává z následujících dřevin: *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior*, *Salix fragilis*. Ideální složení dřevin kolem takového toku by mohlo být následující: *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior* a *Acer pseudoplatanus*, místy i *Tilia cordata*. Mohou přistupovat *A. platanoides* a *Carpinus betulus*, *Tilia platyphyllos* Scop., jilmy, především *Ulmus glabra* Huds, dále *Padus avium*, *Sorbus aucuparia*, *Salix fragilis*, ojediněle i *Quercus robur*, *Fagus sylvatica* L., *Picea abies* a především v úžlabinách i *Abies alba* Mill. Z keřů *Sambucus nigra*, *S. racemosa*, *Lonicera xylosteum* L., *Viburnum opulus*, *Ribes uva-crispa* L. a *Salix caprea*.

3) Břehové porosty degradované

Vrbno u Mělníka I (topolojilmové jaseniny vyššího stupně). Zdejší lokalita je příkladem toho, jak lze degradovat vysoce úrodnou údolní nivu na topolovou plantáž nevalné ekologické hodnoty. Monokultura topolu kanadského dosáhla svého růstového, a zdá se, že i věkového maxima. Po jejím odstranění by bylo vhodné osadit břeh pestrou směsicí domácích taxonů (*Populus nigra*, *Fraxinus excelsior*, *Ulmus laevis*, *U. minor*, *Quercus robur*, při břehu *Salix alba*, *S. fragilis*, jako výplňová *Padus avium*, z keřů *Sambucus nigra*). Břeh není dostatečně zajištěn vhodnými výsadbami dřevin a navíc je břeh zpevněn kamennou rovnáninou, takže se jen ztěží mohou uchytit případné náletové dřeviny.

Karlštejn (jasanové olšiny nižšího stupně spolu s vrbami vrby bílé nižšího stupně v nejtěsnější blízkosti vodního toku). Karlštejn je jednou z problematických lokalit, kde je pěstován převážně nebo pouze topol kanadský. Zdejší porost je rozdělen na dvě části. První přiléhá těsně k břehové čáře v šíři 5–7 m a tvoří ji skupina keřových vrb (*Salix viminalis*, mladé *S. fragilis*). Druhá část představuje vzestupný svah, na jehož koruně spočívá liniová výsadba topolu kanadského s mezerinatým podrostem keřů *Sambucus nigra*, *Euonymus europaea* a *Crataegus laevigata* (Poiret) DC. Zplanělý je zde *Juglans regia* L. Jako na všech podobných lokalitách, je třeba i zdejší břehový porost po odstranění nevhodných taxonů náležitě obohatit o pestřejší škálu dřevin odpovídající skladby. Podle svých nároků na množství vody v půdě by se do výše zmíněných částí mohly vysadit následující dřeviny: *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior*, *Populus nigra*, *P. tremula*, v podúrovni *Padus avium*, příměs *Salix alba*, *S. fragilis*, *Salix purpurea*, *S. viminalis*, *S. triandra*, *S. caprea*, *Sambucus nigra*, *Euonymus europaea*, *Frangula alnus*, příp. *Viburnum lantana* L.

Řevnice (dubové jaseniny vyššího stupně, případně topolo-

jilmové jaseniny vyššího stupně). Vzhledem k současnému stavu břehového porostu a nejbližšího okolí (lidskou činností výrazně přeměněné složení dřevinné vegetace a úpravy terénu) nelze jednoznačně tuto lokalitu zařadit do konkrétní skupiny v uváděném klasifikačním systému. Uvedené možnosti prezentují nejpodobnější typy přírodních společenstev. I přesto si můžeme dovolit do tohoto břehového porostu navrhnout vhodnější dřeviny, než jaké rostou na stanovišti dnes (liniová výsadba *Populus × canadensis* s řídkým doprovodem *Alnus glutinosa*, *Salix fragilis*, *S. viminalis* a *Prunus cerasifera* Ehrh.). Mohou to být např. tyto stromy a keře: *Quercus robur*, *Populus nigra*, *Fraxinus excelsior*, *Ulmus laevis*, *U. minor*, *Alnus glutinosa*, *Acer platanoides*, *A. campestre*, *Tilia cordata*, *Prunus padus*, *Sambucus nigra*, *Cornus sanguinea* L., *Ligustrum vulgare* L., *Euonymus europaea*, *Crataegus laevigata*.

Následující dvě lokality jsou také poznamenány výsadbami alochtonních dřevin. První lokalita, Černýš (javorové jasanové olšiny nižšího stupně – vhodné dřeviny pro výsadbu do tohoto typu společenstva viz výše), bude mít po odstranění topolů kanadských stále solidní základnu pro obnovení porostní struktury ze stávajících domácích dřevin (*Alnus glutinosa*, *Salix fragilis*, *S. triandra*, *Quercus robur*, *Betula pendula*, *Crataegus monogyna* Jacq. a *Sambucus nigra*). Lokalita v Čejkovicích (jasanové olšiny nižšího stupně) se bude regenerovat o poznání hůře. Vyskytuje se zde řada novodobých výsadeb stanovištně zcela nevhodných dřevin (např. *Picea abies*, *Pseudotsuga menziesii* (Mirbel) Franco nebo *Rhus hirta* (L.) Sudw.), z nichž poslední jmenovaná se dokonce invazivně šíří podzemními výběžky do okolí. Situace zde není příznivá i z toho důvodu, že po odstranění nepatřičných dřevin zde sice zůstanou druhy domácí a stanovištně odpovídající, jejich zdravotní stav je ovšem natolik vážný, že i ony ze břehu zmizí v horizontu několika let. Tento úsek tedy bude muset projít kompletní obnovou. Jako vhodné pro tuto obnovu shledáváme následující: *Alnus glutinosa* a *Fraxinus excelsior*, přimíseny mohou být *Salix fragilis*, *S. alba* a jejich kříženci, vzácněji i topoly – *Populus nigra*, *P. tremula*, v podúrovni *Prunus padus*. V keřovém patře *Salix caprea*, na březích *S. purpurea*, *S. triandra*, *S. viminalis*, *Sambucus nigra*, *Euonymus europaea*, *Frangula alnus* a *Viburnum opulus*.

DISKUZE

Předkládané téma, jakožto součást uceleného metodického zpracování nastíněné problematiky břehových porostů, se zabývá vegetační složkou společenstev lemujících vodní toky. Zcela konkrétně se chápe při konceptu prací ucelené a prověřené metody určování rostlinných společenstev (geobiocenologická typizace krajiny, viz výše), která je zvolena pro svou relativní jednoduchost a možnost aplikace i na dřeviny rostoucí mimo les. Takového uceleného zpracování, jaké můžeme vidět na příkladu typizace rostlinných společenstev (zpracováno dokonce několik přístupů pro nahlížení z různých pohledů), nebylo při otázce komplexního zpracování rostlin vhodných do vegetačních doprovodů podél toků dosaženo.

Metodické pokyny pro volbu druhové skladby vegetačních doprovodů jsou prozatím zpracovány jen v omezeném množ-

ství. Projektant či správce toku si tedy nemůže udělat dostatečný přehled o tom, z čeho může vybírat a která příručka by pro něj byla nevhodnější. Zpracovávané podklady sahají též do různé hloubky problému. Dosavadní doporučení pro výsadbu dřevin bývají často velmi všeobecná, nepřihlízející k požadavkům konkrétních situací. Jednou z prvních ucelených prací, vzešlých v počáteční vlně ekologických přístupů v devadesátých letech, je práce týmu z Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy (Ehrlich et al., 1996). Řeší kompletně revitalizaci potoků v celé její šíři a nechybí zmínka o dřevinných porostech. I když lze s touto prací v mnoha směrech souhlasit, neřeší problematiku výsadby dřevin do potřebného detailu, tedy nedoporučuje konkrétní taxony do konkrétních ekologických podmínek. Nadto nelze souhlasit s některými doporučeními, jako je výsadba *Pinus nigra* Arnold nebo *Quercus rubra* L. (dřeviny nevhodné minimálně pro jejich cizokrajný původ), byť do porostů doprovodných. O jednom z neaktuálnějších a komplexně pojednaných materiálů týkajícím se problematiky obnovy břehových porostů se lze dozvědět ze závěrečné zprávy projektu VaV (Bínová et al., 2005). Zde můžeme nalézt nejen všechny základní aspekty tvorby a obnovy břehových porostů, ale také vhodné taxonomické složení dřevin pro tento typ úprav.

Pramenů týkajících se rostlin vhodných pro vegetační úpravy kolem vodních toků, případně nádrží, je poměrně velké množství. Jsou buď monotematické (týkající se pouze rostlin) nebo jsou doporučené taxony zmiňovány v rámci širěji pojaté publikace (viz např. Králová, 2001). Jedná se ale ve většině případů jen o výčet druhů vhodných pro růst v podmínkách vodním tokům vlastních. Můžeme je rozdělit do dvou skupin. První z nich vznikaly v době, kdy byla ekologická funkce břehových porostů dosti potlačena a hledělo se většinou jen na funkce technické a užitkové. Byly tak doporučovány rostliny nepůvodní, z nichž mají některé (jak již dnes víme) až invazivní charakter (např. *Acer negundo*). Jedná se např. o publikace následujících autorů: Valtýni (1974), Novák et al. (1986) nebo o Návrh metodických pokynů MLVH ČSR (1980). Na druhé straně, práce, které zohledňují přirozenou vegetaci daného území, se začaly objevovat až v devadesátých letech. V té době začínají být vyzdvihovány druhy domácí (Čížková et al., 2008, již zmíněná Králová, 2001 a Bínová et al., 2005), i když je někdy znát snaha pracovat s materiálem ne vždy vhodným pro úpravy do volné krajiny (např. Šimíček, 1999).

Současný přístup po všech stránkách směřuje k vyzdvížení ekologické funkce dřevin. Je vypsáno mnoho revitalizačních programů na obnovu krajiny. Řada z nich se týká právě vegetace a technologií těchto krajinných úprav. Nicméně jasných návodů, jak postupovat na konkrétním úseku, je stále nedostatek. Přispět k poznání a hlavně dát správcům toků jasné a srozumitelné pokyny je cílem řešeného projektu.

ZÁVĚRY

Poznatky, kterých bylo dosaženo na základě terénního průzkumu výše popisovaných 20 lokalit, můžeme shrnout do následujících bodů.

1. Na břehových porostech můžeme pozorovat chyby, jakých se dopouštěli správci vegetačních doprovodů v uplynulých desetiletích. Ještě v dnešních dobách jsou jasně patrné výsadby dřevin, u nichž byl kladen důraz na produkci dřeva nebo technické funkce.
2. Téměř na všech zkoumaných lokalitách je oproti potenciálnímu přirozenému stavu společenstev změněna druhová skladba porostů. Je patrná malá druhová diverzita. Častý je výskyt alochtonních rostlin ať už záměrně vysazených nebo zplněných.
3. I když jsou některé břehové porosty tvořeny domácími taxony, mají často špatně utvořenou porostní strukturu. Buď částečně, nebo zcela chybí keřové patro, anebo jsou jednotlivá patra stejného stáří. Není tak zastoupena další generace rostlin, která by zajistila alespoň částečnou samoobnovu porostu.
4. Zdravotní stav některých břehových porostů není příznivý ať už z pohledu zanedbání péče o porost v průběhu let, nebo příčinou napadení závažnými chorobami či škůdci. Dřeviny, na kterých se projevují příznaky výše naznačených problémů nejvíce, jsou: *Alnus glutinosa*, *Salix fragilis* a *Fraxinus excelsior*. Před výsadbou těchto druhů je zapotřebí znát kvalitu výsadbového materiálu (zejména jeho zdravotní stav) a konkrétní podmínky trvalého stanoviště.
5. Potenciálně nejohroženější jsou břehové porosty v prvních dvou vegetačních stupních. Jedná se především o STG topolojilmové jasaniny vyššího stupně a vrby vrby bílé (STG vrby vrby křehké nebyly ve sledovaném území hodnoceny, jejich výskyt byl zaznamenán pouze na několika říčních ostrůvcích na Sázavě). Naopak nejodolnější (a zároveň ve zkoumaném území pravděpodobně nejrozšířenější) jsou jasanové olšiny nižšího stupně. Ostatní STG třetího a čtvrtého vegetačního stupně jsou sice na mnoha místech ve špatném stavu, nejsou však v bezprostředním ohrožení.
6. Aby břehový porost splňoval své poslání, měl by být tvořen autochtonními dřevinami. Neměly by do něj být vnášeny taxony alochtonní, ale ani ty, které neodpovídají příslušné geobiocenóze.
7. Jako zásadní se jeví přístup k břehovému porostu jako k celku, přičemž by neměl být zanedbán žádný jeho aspekt. K obnovám je třeba přistupovat cílevědomě, podle předem vypracovaného podkladu, řešícího celý soubor revitalizačních opatření.

Poděkování

Tento článek vznikl za finanční podpory výzkumného projektu č. 92A207 (Obnova a dlouhodobý přírodě blízký management břehových porostů vodních toků) Ministerstva zemědělství České republiky.

LITERATURA

- Bínová, L. (2004): Břehové a doprovodné porosty vodních toků, základní pojmy a legislativní úprava. In *Zahrada – park – krajina*, roč. 14, č. 5, s. 14–17, ISSN 1211-1678.
- Bínová, L., Havlíček, T., Nováková, J., Sedlák, Z. (2005): Obnova ekologických funkcí břehových porostů. Závěrečná zpráva, I. část (k projektu VaV/640/15/03). Brno, Společnost pro životní prostředí, spol. s. r. o., 121 s.
- Brasier, C. M., Kirk, S. A., Delcan, J., Cooke, D. E. L., Jung, T., Willem, A. (2004): *Phytophthora alni* sp. nov. and its variants: designation of emerging heteroploid hybrid pathogens spreading on *Alnus* trees. *Mycol. Res.*, vol. 108, no. 10, p. 1172–1184.
- Buček, A., Lacina, J. (2000): *Geobiocenologie II*. Brno, MZLU, 249 s., ISBN 80-7157-417-1.
- Černý, K., Strnadová, V. (2010): *Phytophthora* alder decline: disease symptoms, causal agent and its distribution in the Czech Republic. *Plant Protect. Sci.*, no. 46, p. 12–18, ISSN 1212-2580.
- Čížková, S., Šarapatka, B., Kulišťáková, L. (2008): Nelesní dřevinná vegetace. Návrhy, výsadba a údržba. Metodika pro praxi. Olomouc, Bioinstitut Olomouc, 39 s., ISBN 978-80-904174-0-3.
- Ehrlich, P., Gergel, J., Zuna, J., Novák, L., Meruňka, K. (1996): Metodické pokyny pro revitalizaci potoků. Praha, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 72 s.
- Just, T. (2004): Vytváření revitalizačních koryt vodních toků. In *Zahrada – park – krajina*, roč. 14, č. 5, s. 3–9, ISSN 1211-1678.
- Just, T. (2006): Revitalizace Boreckého potoka u Vlašimi. *Ochrana přírody*, roč. 61, č. 5, s. 152–155, ISSN 1210-258X.
- Kolektiv autorů (1980): Dřevinný vegetační doprovod vodních toků. Návrh metodických pokynů MLVH ČSR. Brno, Ministerstvo lesního a vodního hospodářství, 101 s.
- Králová, H. (2001): Řeky pro život. Revitalizace řek a péče o nivní biotopy. Brno, ZO ČSOP Veronica, 439 s., ISBN 80-238-8939-7.
- Krüssmann, G. (1978): *Handbuch der Laubgehölze*, Band III. Berlin & Hamburg, Paul Parey, 496 p.
- Novák, L., Iblova, M., Škopek, V. (1986): Vegetace v úpravách vodních toků a nádrží. Praha, Nakladatelství technické literatury, 244 s.
- Kubát, K., Hrouda, L., Chrtek, J. jun., Kaplan, Z., Kirschner, J., Štěpánek, J. [eds.] (2002): *Klíč ke květeně České republiky*. Praha, Academia, 928 s., ISBN 80-200-0836-5.
- Neuhäuslová, Z. et al. (1998): Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky. Praha, Academia, 344 s., ISBN 80-200-0687-7.
- Neuhäuslová, Z. (2003): *Přehled vegetace České republiky, Vrbotopolové luhy a bažinné olšiny a vrby*. Praha, Academia, 80 s., ISBN 80-200-1056-4.

- Šimíček, V. (1999): Břehové a doprovodné porosty vodních toků – součást lužních ekosystémů. Praha, Agrospoj.
- Valtýni, J. (1974): Vegetačné úpravy tokov. Bratislava, Príroda, 178 s.
- Zlatník, A. (1976): Přehled skupin typů geobiocénů původně lesních a křovitých. Zprávy Geografického ústavu ČSAV v Brně, roč. 13, č. 3–4, s. 55–64.

Citované právní předpisy

- Zák. č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon).
- Vyhláška MZe č. 470/2001 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.

Citované normy

- ČSN 75 2101 Ekologizace úprav vodních toků. 2009
- TNV 75 2401 Úpravy potoků. 1998
- TNV 75 2103 Úpravy řek. 1998

Použité mapové podklady

- Edice turistických map Klubu českých turistů v měřítku 1 : 50 000, mapy č. 9, 16, 36, 37, 38, 40, 41, 43, 44, 46 a 48.
- Google Earth [online]: Dostupné na [www: < http://earth.google.com/intl/cs/ >](http://earth.google.com/intl/cs/).
- Moravec, J. & Neuhäusl, R. (1976): Geobotanická mapa České socialistické republiky, mapa rekonstruované přirozené vegetace. Praha, Academia.
- Mikyška, R. et al. (1969a): Geobotanická mapa ČSSR, list M-33-XV Praha. Praha, Academia.
- Mikyška, R. et al. (1969b): Geobotanická mapa ČSSR, list M-33-XXI Tábor. Praha, Academia.
- Portál veřejné správy České republiky [online]: Dostupné na [www: < http://geoportal2.uhul.cz/mapserv/php/mapserv3.php?project=opr1_2010&layers=PLO >](http://geoportal2.uhul.cz/mapserv/php/mapserv3.php?project=opr1_2010&layers=PLO).

Rukopis doručen: 1. 11. 2010

Přijat po recenzi: 11. 11. 2010

POTVRZENÍ GENERATIVNÍHO ŠÍŘENÍ VYBRANÝCH DRUHŮ OZDOBNIC (*MISCANTHUS* SP.) V PŘÍRODNÍCH PODMÍNKÁCH ČESKÉ REPUBLIKY

CONFIRMATION OF GENERATIVE DISPERSAL OF SELECTED *MISCANTHUS* SPECIES IN ENVIRONMENTAL CONDITIONS OF THE CZECH REPUBLIC

Michal Severa, Jan Weger

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

ÚVOD

Ozdobnice jsou dnes považovány za velmi perspektivní tzv. energetické plodiny. Současné produkční odrůdy dosahují za příznivých podmínek výnosu přes 30 tun sušiny z hektaru. Maximální průměrný výnos za existenci plantáže v našich podmínkách se udává okolo 13 t (suš.)/ha/rok (Stražil, 2009). Mezi zásadní výhody ozdobnic patří, že se jedná o rostliny vytrvalé, velmi dobře využívající sluneční energii, dostupnou vodu i živiny a že jsou zpravidla dosti odolné proti chorobám a škůdcům.

Rod *Miscanthus* Andersson (česky ozdobnice) je botanicky řazen do čeledi lipnicovitých (*Poaceae*), tribus voutsatkovité (*Andropogoneae*). Podle posledních revizí rod *Miscanthus* v užším pojetí, *sensu stricto*, sdružuje 11–12 druhů (Clifton-Brown et al., 2008). Vesměs se jedná o anemogamní vytrvalé rostliny typu C4 se základním chromozómovým číslem $x = 19$. Rod je primárně rozšířen v tropických až mírných pásmech v prostoru východní a jihovýchodní Asie. Sekundárně se některé druhy (zejména *M. sinensis*) vyskytují v klimaticky příznivých oblastech prakticky po celém světě. Komplikovanější taxonomická situace v rámci rodu je mimo jiné způsobena tím, že se jednotlivé druhy mezi sebou celkem ochotně kříží.

Pro produkci biomasy mají podle literárních zdrojů nejvyšší potenciál 4 taxony: vedle botanických druhů *M. sinensis* Andersson, *M. sacchariflorus* (Maxim.) Hack. a *M. tinctorius* (Steud.) Hack. také hybrid *M. × giganteus* Greef et Deuter ex Hodkinson et Renvoize (Jørgensen et Muhs, 2001), který je křížencem mezi *M. sacchariflorus* a *M. sinensis* (Jørgensen et Muhs, 2001; Hodkinson et al., 2002; Rayburn et al., 2009). Ve srovnání s *M. × giganteus* a *M. sacchariflorus* je druh *M. sinensis* poněkud méně náročný na klimatické podmínky a prospívá tak lépe i v chladnějších oblastech (Anonymus, 2000; Clifton-Brown et al., 2001; Stražil, 2009; Weger et Stražil, 2009).

Jako plevelná či invazní rostlina je ozdobnice čínská udávána již v několika regionech, např. v USA, Kanadě nebo Austrálii (např. Global Invasive Species Database, Global Compendium of Weeds nebo University of Minnesota). Scally et al. (2007) uvádějí, že v pokusných výsadbách překvapivě téměř všechny druhy i kultivary získané do sbírek v Trinity College Botanic Garden v Dublinu vytvářely vitální semena, což se bohužel potvrdilo i u genotypů, které se dříve považovaly za sterilní. Testování klíčivosti semen vybraných okrasných klonů ozdobnic prokázalo, že ne všechny genotypy ozdobnice čínské (Stewart et al., 2009) i dalších druhů mají stejné invaz-

ní potenciály (Meyer et Tchida, 1999). Poměrně vysoký invazní potenciál samovolně vzniklých naturalizovaných populací ozdobnice čínské byl podrobně zkoumán například ve východní části USA. Alespoň čtyři ze šesti populací mají původ v sousedních okrasných výsadbách založených před 20 až 120 lety (Quinn et al., 2010). Naproti tomu *M. × giganteus*, který je sterilním triploidním hybridem, není z pohledu zplaňování vnímán jako potenciálně nebezpečný taxon (Anonymus, 2000; Barney et DiTomaso, 2008). Po stránce nekontrolovaného šíření či úniku z kultury v rámci České republiky byla těmto rostlinám doposud věnována jen minimální pozornost či tyto údaje chybí docela (Mareček et al., 1997; Kubát et al. 2002; Pyšek et al., 2002).

Alespoň v šíření ozdobnice čínské může hrát roli také fakt, že tyto rostliny jsou považovány za allogamní (Anonymus, 2000; Stewart et al., 2009), což má zásadní vliv na úspěšnost jejich generativního rozmnožování. Nejspíše proto byl dříve pozorován nedostatek klíčivých semen v kulturních, převážně monoklonálních porostech (Scally et al., 2007). Poměrně překvapivé však bylo zjištění apomiktického způsobu reprodukce u taiwanských populací *M. sinensis* var. *condensatus* (Hackel) T. Koyama (Chou et al., 2000). V praxi dále existuje mezi jednotlivými klony velká genotypická variabilita v době kvetení, proto se u nás u ozdobnic setkáváme, v závislosti na klonu, s kvetením od konce července až do zámrazu. Stejnými faktory hrajícími zásadní roli ve vzniku a vývoji nové generace mohou být, vedle vhodných kompatibilních rodičovských genotypů, také konkrétní klimatické a environmentální podmínky na dané lokalitě v daném roce (Meyer et Tchida, 1999; Scally et al., 2007; Stewart et al., 2009, internetové stránky University of Minnesota), tzn. v našich podmínkách zejména průběh teplot v podzimním a zimním období. V oblastech s krátkou vegetační dobou je někdy funkční sterilita pozdě kvetoucích klonů vnímána jako možná prevence jejich generativního šíření, avšak vzhledem k projevu možných klimatických změn může být tento systém do budoucna nespolehlivý (Quinn et al., 2010).

V několika státech EU byly spuštěny šlechtitelské programy, které by měly být vedle zlepšených ekonomických či agrotechnických aspektů také přínosné po stránce minimalizace rizik vzniku environmentálních škod spojených s jejich pěstováním. Je zájem o získávání genotypů, které semena vůbec nevytvářejí či alespoň plodí semena neklíčivá. Výsledkem těchto experimentů jsou např. v Německu již úspěšně množené a šířené první výkonné, údajně sterilní kultivary, a to jak

vegetativní, tak i generativní cestou (např. kultivary Nagara, Amuri firmy Tinplant).

Ve světě se v praxi pěstuje zatím téměř pouze ozdobnice obrovská (*M. × giganteus*), a to především v USA, Německu, Velké Británii, Nizozemí, Francii, Dánsku či Itálii. V ČR se pěstování zkouší od 90. let, zatím se však jedná o několik jednotlivých, rozlohou zanedbatelných, pilotních testovacích ploch s *M. × giganteus*. V roce 2010 však bylo u nás založeno okolo 20 ha tohoto kultivaru.

Sledovaný porost ozdobnice

V roce 2002 byl na výzkumných pozemcích VÚKOZ, v. v. i., v katastru obce Průhonice založen klonový pokus ozdobnic, kde probíhala podrobná sledování růstových vlastností pro výběr výnosových a mrazuvzdorných genotypů. Lokalita se nachází v nadmořské výšce 310 m a je klasifikována jako klimatická třída III (Moravec et Votýpka, 1998), půdní typ je zde klasifikován jako luvisoly modální. Fytogeografickým členěním je tato oblast řazena do obvodu Českomoravského mezofytika, okresu 64a – Průhonická plošina. Testovací porost je relativně malý, s rovinatým reliéfem bez výraznější expozice k některé ze světových stran. Průměrná roční teplota vzduchu je 8,8 °C, průměrný roční úhrn srážek na lokalitě je 580 mm. Jedná se o pokusný pěstební pozemek s převažující kulturou okrasných a rychle rostoucích dřevin v kombinaci s trvalými travními porosty. Na pokusné ploše určené k pěstování ozdobnic (r. *Miscanthus*) je soustředěna sbírka 11 klonů těchto rostlin (viz tab. 1). Každý klon byl vysazen v počtu 9 sazenic.

Sledování výskytu semenáčů ozdobnic

Na základě prvotních pozorování tvorby semen (poprvé v roce 2005) bylo přikročeno k sledování tvorby květů a semen v tomto porostu, které bylo doplňováno sledováním některých dalších výsadeb ozdobnic v Průhonících. V roce 2009 proběhla opakovaně kontrola pokusné plochy a jejího bezprostředního okolí. V okolí plochy, v pokusných porostech vajgélií (*Weigela* hybr.) a dále v plantáži topolů a vrb bylo v jarních měsících nalezeno přibližně 40 ks vzrostlých semenáčů

ozdobnic, přičemž někteří byli již koncem léta plodní a morfologicky vykazovali znaky *M. sinensis*. Jednalo se převážně o jedince, kteří často vyrůstali přímo pod korunami záměrně pěstovaných dřevin (*Weigela*, *Salix*, *Populus*), čímž je ztížena jejich likvidace pomocí pravidelných pěstebních zákroků určených k likvidaci plevelu. Jeden exemplář byl rovněž nalezen přibližně 60 m od hranice pokusné plochy v trvale zatravněném porostu. Do konce sezóny bylo nalezeno v pokusných porostech vajgélií (*Weigela* hybr.) až do vzdálenosti cca 80 m řádově 200 dalších nových semenáčků ozdobnic (*Miscanthus* sp.). Tyto semenáče byly potvrzeny pouze na intenzivně obhospodařovaných plochách (s volným a pravidelně narušovaným, příp. chemicky ošetřovaným půdním povrchem, bez trvalého travního porostu). Odhadem byly tyto nově uchycené semenáčky převážně jedno- až dvouleté, ve velikosti 5–20 cm na výšku a s vyvinutými 1–4 stonky. Dokumentace viz obr. 1–4. V roce 2009 byl také proveden odběr 35 jedinců nalezených semenáčů pro provedení rodičovské analýzy pomocí morfologických a DNA markerů.

Kvetení ozdobnic

Při kontrolách provedených na této ploše v letních a podzimních měsících r. 2009 zde postupně vykvetlo 8 z 11 pěstovaných klonů (M01, M03–M08, M10), v roce 2010 vykvetlo klonů pouze 6 (M01, M04–M08).

Testování klíčivosti semen ozdobnic

Na základě předchozích zjištění bylo v roce 2010 přistoupeno k experimentálnímu testování klíčivosti semen. Pokusně byla sebrána zralá semena z volného sprášení z 10 klonů ozdobnic zařazených do sbírky pro testování k využití v energetice (klony označené M01 – M10) a jeden klon okrasný (M19). Tato semena byla po dosušení a krátkém skladování vyseta dvojím způsobem: 1. na Jacobsenovo klíčidlo s vlhkým filtračním papírem pod umělým osvětlením po 50 ks (proti plísním ošetřeno přípravkem Topsin) a 2. výsev přímo ve skleníku do samostatných kontejnerů pod sklem do propařeného substrátu po 100 ks (chemicky neošetřeno). Po měsíci od výsevu byla vyhodnocena klíčivost semen jednotlivých klonů (viz tab. 2).

Tab. 1 Přehled vysazených klonů

Klon	Kód klonu	Latinský název taxonu	Původ
M01	M-sinJes-001	<i>Miscanthus sinensis</i>	University of Hohenheim
M02	M-sinGOF-002	<i>Miscanthus × giganteus</i>	University of Hohenheim
M03	M-GigM53-003	<i>Miscanthus × giganteus</i>	University of Hohenheim
M04	M-sinM43-004	<i>Miscanthus</i> sp.	University of Hohenheim
M05	M-sin902-005	<i>Miscanthus sinensis</i>	DIAS Foulum
M06	M-sin903-006	<i>Miscanthus sinensis</i>	DIAS Foulum
M07	M-sin101-007	<i>Miscanthus sinensis</i>	DIAS Foulum
M08	M-sin906-008	<i>Miscanthus sinensis</i>	DIAS Foulum
M09	M-GigFou-009	<i>Miscanthus × giganteus</i>	DIAS Foulum
M10	M-sacHon-010	<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	DIAS Foulum
M18	'Gracillimus'	<i>Miscanthus sinensis</i> 'Gracillimus'	Dendrologická zahrada VÚKOZ

Shrnutí prvních výsledků

Provedená sledování pokusných porostů přinesla důležité poznatky potvrzující schopnosti spontánního šíření vybraných druhů ozdobnic v podmínkách středních Čech, a to v poměrně velkém rozsahu (desítky až stovky vitálních semenáčků *Miscanthus sinensis*, *M. sp.*).

Všechny klony ozdobnic zařazené do pokusu s experimentálním ověřením klíčivosti semen a taxonomicky hodnocené jako *M. sinensis* a *M. sp.* (klon M04) prokázaly schopnost generativního množení (byť v různé míře). Jeví se tak více či méně rizikové z pohledu zachování schopnosti jejich standardního sexuálního rozmnožování a potenciální schopnosti dalšího šíření. Naproti tomu klony klasifikované jako *M. × giganteus* a *M. sacchariflorus* se v našich pokusech ukázaly jako sterilní (u druhého v pořadí to však může být důsledek např. nepřítomnosti vhodné pylové rostliny na lokalitě v době květu nebo díky nepříznivým teplotám – testovaný klon kvete velmi pozdě). U druhu *M. sacchariflorus* však bylo zjištěno intenzivní vegetativní množení pomocí oddenků, které mohou, dle našich pozorování, dosáhnout délky 1,5–2 m za sezónu, čímž by se mohl stát nejen z pohledu ochrany životního prostředí rizikovým taxonem.

Na základě experimentálně dosažených výsledků, tzn. kombinace triploidie a potvrzení neklíčivosti semen, se zatím jeví z pohledu rizikosti projevu nežádoucího invazního chování jako nejméně rizikové klony označené M02, M03 a M09 (*M. × giganteus*). Triploidním genotypem odvozeným od *M. sinensis* je také 'Goliath' (klon M19), jenž by teoreticky měl být z pohledu invazivnosti poměrně bezpečným taxonem, avšak experimentální pokusy s klíčivostí semen ukázaly sice minimální, ale přesto zachovanou schopnost generativního množení (v souladu se zjištěním Meyer et Tchida, 1999). Ploidie sledovaných klonů ozdobnic byla určena metodou průtokové cytometrie v laboratoři Botanického ústavu AV ČR.

Vedle konkrétních podmínek je nutné pro zdárné opylení u ozdobnic počítat s poměrně velkou variabilitou ve fenofázích jednotlivých klonů během vegetační sezóny, které mohou

mít zásadní dopad na vývoj semen. Do budoucna se může jevit jako rizikové nejen zakládání produkčních porostů, ale také skupinové směsné výsadby okrasných kultivarů ozdobnic.

Některé aspekty generativního šíření ozdobnic v sledovaném pokusu bude možné posoudit až po provedení rodičovské analýzy pomocí metody DNA fingerprintingu a pod.

Poděkování

Tyto výsledky byly získány a zpracovány s finančním příspěvkem výzkumného projektu MŠMT ČR – 2B06132 (Biodiverzita a energetické plodiny).

LITERATURA

- Anonymus (2000): European Miscanthus Improvement: Broadening the genetic base, testing genotypes and developing breeding methods. Final Report Abstract.
- Barney, J. N. et DiTomaso, J. M. (2008): Nonnative Species and Bioenergy: Are We Cultivating the Next Invader? Bioscience, vol. 58, no. 1, p. 64–70.
- Clifton-Brown, J. C., Lewandowski, I., Andersson, B., Basch, G., Christian, D. G., Kjeldsen, J. B., Jørgensen, U., Mortensen, J. V., Riche, A. B., Schwarz, K. U., Tayebi, K., Teixeira, F. et al. (2001): Performance of 15 *Miscanthus* Genotypes at Five Sites in Europe. Agronomy Journal, vol. 93, p. 1013–1019.
- Clifton-Brown, J., Chiang, Y. C., Hodkinson, T. R. (2008): *Miscanthus*: Genetic Resources and Breeding Potential to Enhance Bioenergy Production. In: Vermerris, W. [ed.], Genetic Improvement of Bioenergy Crops. Springer Science and Business Media, New York, p. 273–294.
- Global Compendium Of Weeds – [cit. 2010-12-08], dostupné na www.hear.org.

Tab. 2 Přehled klíčivosti semen z vybraných klonů ozdobnic

Klon	Taxonomické zařazení	/1./ počet vyklíčených (výsev 50 ks)	/2./ počet vyklíčených (výsev 100 ks)	klíčivost [%] (výsev 50/výsev 100)
M01	<i>Miscanthus sinensis</i>	1	0	2 / 0
M02	<i>Miscanthus × giganteus</i>	0	0	0 / 0
M03	<i>Miscanthus × giganteus</i>	0	0	0 / 0
M04	<i>Miscanthus sp.</i>	40	79	80 / 79
M05	<i>Miscanthus sinensis</i>	7	22	14 / 22
M06	<i>Miscanthus sinensis</i>	0	1	0 / 1
M07	<i>Miscanthus sinensis</i>	2	17	4 / 17
M08	<i>Miscanthus sinensis</i>	6	90	12 / 90
M09	<i>Miscanthus × giganteus</i>	0	0	0 / 0
M10	<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	0	0	0 / 0
M19	<i>Miscanthus sinensis</i> 'Goliath'	1	1	2 / 1

- Global Invasive Species Database – [cit. 2010-12-08], dostupné na <http://www.issg.org/database/welcome/>.
- Hodkinson, T. R., Mark, W. C., Takahashi, C., Leith, I. J., Bennett, M. D., Renvoize, S. A. (2002): The Use of DNA Sequencing (ITS and trn*L-F*), AFLP, and Fluorescent *in situ* Hybridization to Study Allopolyploid *Miscanthus* (*Poaceae*). *American Journal of Botany*, vol. 89, no. 2, p. 279–286.
- Chou, C. H., Chiang, Y. C., Chiang, T. Y. (2000): Genetic variability and phytogeography of *Miscanthus sinensis* var. *condensatus*, an apomictic grass, based on RAPD fingerprints. *Canadian Journal of Botany*, vol. 10, no. 78, p. 1262–1268.
- Jørgensen, U., Muhs, H.-J. (2001): *Miscanthus* Breeding and Improvement. In Jones, B.M., Walsh, M. [eds.], *Miscanthus for Energy and Fibre*, 2nd edition. Earthscan, London, p. 68–85.
- Kubát, K., Hrouda, L., Chrtek, J. jun., Kaplan, Z., Kirschner, J. et Štěpánek, J. [eds.] (2002): Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha.
- Mareček, F. [ed.] et al. (1997): *Zahradnický slovník naučný 3*, Ch – M. ÚZPI, Praha.
- Meyer, M. H., Tchida, C. L. (1999): *Miscanthus* Anderss. Produces Viable Seed in Four USDA Hardiness Zones. *Journal Environ. Hort.*, vol. 17, no. 3, p. 137–140.
- Moravec, D., Votýpka, J. (1998): Klimatická regionalizace České republiky. Karolinum, Univerzita Karlova, vydání I., 87 s.
- Pyšek, P., Sádlo, J., Mandák, B. (2002): Catalogue of alien plants of the Czech Republic [Katalog zavlečených druhů flóry České republiky]. *Preslia*, Praha, 74, s. 97–186.
- Quinn, L. D., Allen, D. J., Stewart, R. (2010): Invasiveness potential of *Miscanthus sinensis*: implications for bioenergy production in the United States. *Global Change Biology Bioenergy*, vol. 2, no. 6, p. 310–320.
- Rayburn, A. L., Crawford, J., Rayburn, C. M. et Juvik, J. A. (2009): Genome Size of Three *Miscanthus* Species. *Plant. Mol. Biol. Rep.*, vol. 27, p. 184–188.
- Scally, L., Hodkinson, T., Jones, M. B. (2007): Origin and Taxonomy of *Miscanthus*. In Jones, B. M., Walsh, M. [eds.], *Miscanthus for Energy and Fibre*, 2nd edition. Earthscan, London, p. 1–20.
- Stewart, J. R., Toma, Y., Fernandez, F. G., Nishiwaki, A., Yamada, T., Bollero, G. (2009): The ecology and agronomy of *Miscanthus sinensis*, a species important to bioenergy crop development, in its native range in Japan: a review. *Global Change Biology Bioenergy*, vol. 1, no. 2, p. 126–153.
- Stražil, Z. (2009): *Základy pěstování a možnosti využití ozdobnice (Miscanthus): Metodika pro praxi. Výzk. ústav rostl. výroby, v. v. i., Praha, 50 s.*
- University of Minnesota – [cit. 2010-12-08], dostupné na <http://www.horticulture.umn.edu/miscanthus/>.
- Weger, J., Stražil, Z. (2009): Hodnocení polního pokusu s ozdobnicemi (*Miscanthus* sp.) po dvou letech růstu na různých stanovištích. *Acta Pruhoniceana*, č. 92, s. 27–34.

Rukopis doručen: 1. 12. 2010

Přijat po recenzi: 6. 12. 2010

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

Odpovědný redaktor: Doc. Ing. Ivo Tábor, CSc. – (tabor@vukoz.cz)

Grafická úprava a sazba: Mária Táborová

Náklad: 400 ks

Sazba provedena v Adobe InDesignu písmem Adobe Garamond Pro