

## Výmladkové plantáže rychle rostoucích dřevin pro produkci biomasy

J. Weger, P. Vlasák, I. Zánová, K. Havlíčková: *Plantations of Short Rotation Coppice. Život. Prostr., Vol. 40, No. 3, p. 137 – 142, 2006.*

Short rotation coppice (SRC) on the agricultural land is a sole commercially-cultivated energy crop in the European Union at the present. In the Czech Republic a research of SRC started in 1993. The first plantations were founded in 2000, and they are supported by subsidies and indirectly also by feed-in tariffs for the electricity from biomass. To reach a share of 15 % on primary energy production from renewable energy by year 2030 it is necessary to grow SRC on an area of 65 thousands hectares. For comparison, at present the area of SRF equals approximately to 100 ha and is increasing slowly due to specific legislative, administrative and information barriers. Study of experimental and partly productive SRC proved their positive influence on the neighbouring landscape and environment. They render also non productive functions, depending on the mode of cultivation.

V posledním desetiletí se v Evropě (zejména ve Švédsku, Velké Británii, Dánsku, Rakousku i Polsku) začíná na stále větší rozloze zemědělské půdy testovat i prakticky využívat nová forma zemědělského hospodaření využívající tzv. rychle rostoucích dřevin (RRD). V našich klimatických podmínkách jsou to zatím hlavně vybrané klony topolů (*Populus* sp.) a vrb (*Salix* sp.). Jejich porosty jsou nejčastěji označovány jako výmladkové plantáže RRD, případně energetické plantáže nebo energetický les (*short rotation coppice, energy plantation, energy forest*). Nedílnou součástí tohoto systému jsou i porosty určené k produkci sadebního materiálu, označované jako matečnice RRD. Produktem plantáží RRD je (dřevní) biomasa, nejčastěji ve formě štěpky, využitelná hlavně jako palivo (k vytápění, sdružené výrobě tepla a elektřiny), ale v budoucnu snad i jako průmyslová surovina na výrobu tekutých biopalin a konstrukčních materiálů.

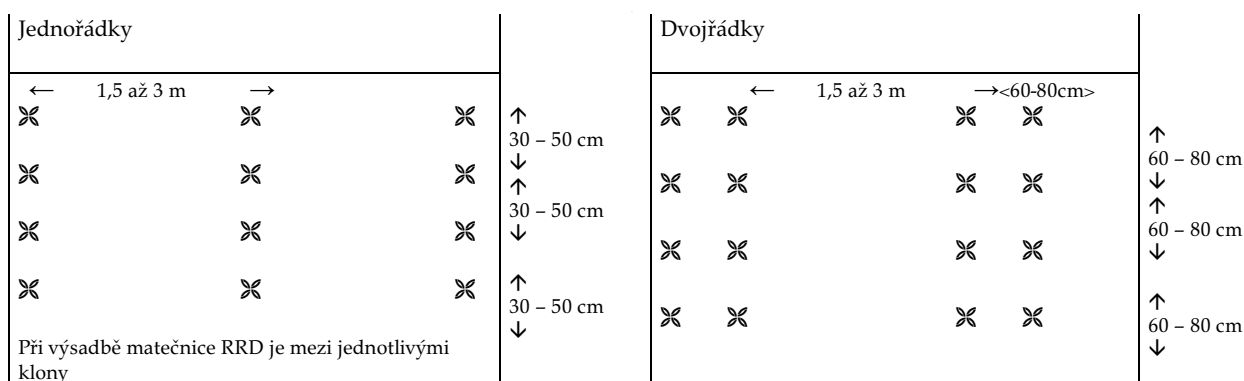
Komerční rozvoj výmladkového plantážnictví nastal v posledních deseti letech ve Švédsku. Vysazování porostů probíhalo ve středním a jižním Švédsku od počátku 70. let 20. století a v současnosti tam mají 18 000 ha vrbových výmladkových plantáží, které dodávají biopalivo – štěpku – pro místní vytopné soustavy. Takto zajišťují cca 2 % celkové spotřeby biopalin. Cena vrbové štěpky se pohybuje okolo 400 švédských

korun za tonu (1 SEK = přibližně 4 Sk), což byla v minulém roce cena porovnatelná s lesní štěpkou.

V České republice byla první výmladková plantáž vysazena r. 1994. Od té doby narůstala rozloha plantáží poměrně pomalu, přestože od r. 2000 možno získat na založení porostů dotaci. Pomalý rozvoj plantáží prozatím neumožnil zvýšení efektivity pěstování (s větší rozlohou, efektivnějšími pěstebními, a zvláště sklízecími technologiemi). V důsledku zvýhodněných výkupních cen za elektřinu vyrobenou z biomasy r. 2003 se zvýšil také zájem o její produkci energetickými plodinami včetně RRD. Tento trend je možno potvrdit například rozlohou plánovaných výsadeb, avšak realizaci zatím brzdí specifické legislativní, vlastnicko-administrativní a informační bariéry. Rozloha porostů se v současnosti pohybuje okolo 100 ha.

### Základní principy pěstování v ČR

Z biologického hlediska je produkce dřevní biomasy ve výmladkových plantážích založena na schopnosti klonů topolů a vrb růst v prvních letech po výsadbě řízků velmi rychle (roční výškové přírůstky 1 – 2 m), a současně na jejich obdivuhodné výmladkové schopnosti po seříznutí nadzemní části (výškové přírůstky po seříznutí dosahují až 5 m v produkčním maximu;



### 1. Používaná schemata výsadby – jednořádky a dvojrádky

Macpherson, 1995). Na rozdíl od lesnických topolových silvikultur, které se sklízí po 15 – 25 letech růstu, a jejichž produktem je lesnický sortiment, výmladkové plantáže se zakládají na zemědělské půdě a sklízí se ve velmi krátkém obmýti (obmýti – doba od založení porostu po jeho zmýcení) tří až šesti let (tzv. minirotační), kterou je možné opakovat několikrát po sobě bez nutnosti nové výsadby.

• **Sortiment.** Ve švédské bioenergetice se ve výmladkových plantážích užívají výhradně registrované odrůdy vrb, vyšlechtěné z druhu *Salix viminalis* L. (vrba košíkářská). V České republice je sortiment určen zatím zejména seznamem tzv. doporučených klonů RRD – topolů i vrb, který obsahuje autochtonní i allochtonní botanické druhy, spontánní i záměrné křížence

z domácích klonových archivů. U vrb jsou to zejména *Salix alba*, *S. viminalis* a kříženci *S. caprea* (vrba bílá, košíkářská a jíva). U topolů převažují záměrní kříženci balzámových a černých topolů, ale jsou v něm zastoupeni i klon domácího druhu *Populus nigra* (topol černý). Pěstování nepůvodních druhů a kříženců z tohoto sortimentu bylo povoleno MŽP ČR a aktuální sortiment byl zveřejněn ve věstníku MZE ČR č. 1/2004 (vyžaduje to zákon o ochraně přírody).

• **Výsadba.** Výsadba se uskutečňuje v jarním, méně často podzimním období, nejlépe lesnickými nebo speciálními sazeči. Hustota výsadby je obvykle 10 000 – 12 000 řízků na hektar, spony řádků závisejí na rozměrech mechanizace pro odplevelování a sklizeň. Používá se jednořádkové nebo dvojrádkové schéma (obr. 1).

Tab. 1. Základní parametry různých porostů rychle rostoucích dřevin s ohledem na předpisy v ČR

	Matečnice RRD (reprodukční porost)	Výmladková plantáž RRD (produkční porost)	Silvikultury (lignikultury v EU)
Obvyklé obmýti	1 rok	2 – 6 let	15 – 25 let
Opakování sklizně	10 – 15×	4 – 8-krát ve stejném porostu	není možné
Zakládání na půdě	zemědělské (orná i TTP)	zemědělské (orná i TTP)	lesní (zemědělská)
Sortiment dřevin pro výsadbu	doporučené klony topolů a vrb (věstník MZe ČR č. 1/2004)	doporučené klony topolů a vrb (věstník MZe ČR č. 1/2004)	klony topolů dle seznamu MZe
Hustota výsadby	10 000 – 20 000 ks.ha <sup>-1</sup>	8 000 – 15 000 ks.ha <sup>-1</sup>	300 – 600 ks.ha <sup>-1</sup>
Cílový produkt	řízky pro zakládání výmladkových plantáží	štěpka pro energetické využití	sortimenty pro dřevařský případně sirkařský průmysl
Průměrný výnos za celou existenci porostu	100 – 500 000 řízků.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup>	5–19 t ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> (sušiny*)	500 – 600 m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> za 20 – 25 let (9 – 11 t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> sušiny*)

\*obsah vody 0 %, výhřevnost 17,7 GJ.t<sup>-1</sup>, TTP – trvalé travní porosty

Pro úspěšné založení porostů je klíčovým průběh počasí v jarním období a zajištění optimálních půdních podmínek pro ujetí a růst vysazených dřevin. Jde zejména o maximální omezení růstu plevelů při přípravě půdy a optimalizaci fyzikálních vlastností půdy pro zakořenění dřevin.

- **Sklizeň.** Výmladkové plantáže se sklízí v tzv. velmi krátkém obmýtí. V našich podmínkách je v současnosti délka obmýtí určena podmínkami dotace na tři až šest let. Určujícím faktorem pro rok sklizně je technika, která je schopná sklízet dřeviny do určitého průměru kmínku. Nejvhodnějším obdobím pro sklizeň RRD na štěpku jsou zimní měsíce, kdy je obsah vody v pletivech nejnižší a je možné využít volných pracovních sil i strojů. Sklizeň bývá jedno- nebo vícefázová.

- *Vícefázová sklizeň:* 1. fáze – podřezání kmenů, 2. fáze – kmeny se dávají do snopků (mechanizovaně nebo ručně) a obvykle se nechají proschnout (jeden až dva měsíce) na vlhkost 20 – 30 %, 3. fáze – štěpkování, nejlépe na poli mobilním štěpkovačem.
- *Jednofázová sklizeň* využívá sklízecí stroje schopné produkovat dřevní štěpku (řezanku) přímo po podřezání na poli. Takto má štěpka vyšší vlhkost, ale snadněji se s ní manipuluje a lépe se dopravuje.

- **Životnost a rušení výmladkové plantáže.** Životnost výmladkových plantáží by měla být přes 20 let. Nejstarší experimentální porosty v Evropě jsou dnes téměř 30 let staré (v ČR 13 let). Když začne výnos plantáže klesat pod úroveň ekonomické rentability, je vhodné přikročit ke zrušení plantáže. Po poslední sklizni, kdy se kmeny seříznou co nejnižše, se zbytky pařížků a povrchové kořeny rozruší hlubokou orbou a stahují na okraj pozemku bránami, kde zetlejí, nebo se seštěpkují. Zbytky kořenů se ponechají v půdě, kde slouží jako drenáž i k provzdušnění hlubších vrstev ornice. Podle praktických zkušeností je na takto připravené půdě možné opět pěstovat RRD nebo jinou konvenční zemědělskou plodinu. Stav půdy po pěstování plantážovým způsobem závisí na více faktorech, z nichž hlavní je úrodnost půdy, způsob a objem hnojení plantáže.

- **Pěstební rajonizace a výnosový potenciál RRD.** Na základě dlouhodobého hodnocení sortimentu vrb a topolů v experimentálních porostech založených na více stanovištích se provedla rámcová pěstební rajonizace doporučeného sortimentu RRD (viz Věstník MZe ČR 1/2004) pro výmladkové plantáže v ČR a odhad výnosového potenciálu. Pěstební rajonizace je provedena v systému bonitačních půdně ekologických jednotek (BPEJ). Na základě klimatických a pedologických parametrů BPEJ byly určeny základní pěstební oblasti



Hore: Ruční vícefázová sklizeň (křovinořezem) vymladkové plantáže v ČR (3-leté obmýtí). Foto: J. Weger  
Dolu: Obrost požezu topolu (*Populus*) před sklizní. Pohled shora. Foto: J. Weger



(původně 3, dnes 5). Pěstební podmínky konkrétních lokalit se ještě zpřesňují podle orografických a fyzikálních vlastností (např. sklonitosti, orientace aj.). Odhad výnosového potenciálu jednotlivých klonů doporučeného sortimentu jsme uskutečnili na základě



Plantáž vrb (*Salix*) v nivě potoka (Švédsko). Foto: J. Weger

výsledků polních sklizní (destruktivní metodou) a je vyjádřen průměrnou hodnotou za jednotlivá 3-letá obmýtí (t sušiny za rok). Výnosový potenciál nejlepších klonů v závislosti na věku plantáže a úrodnosti stanoviště se vyjádřil také formou výnosových křivek pro 3, resp. 5 pěstebních oblastí. Tyto informace jsou k dispozici pěstitelům a projektantům (Havlíčková, Knápek, Vašíček, Weger, 2005; Weger, Havlíčková a kol., 2003).

Z výsledků pokusů i pěstební praxe je zřejmé, že pro dosažení optimálních výnosů výmladkových plantáží je zásadní volba vhodného stanoviště a klonů pro něj. Nejlepší klony z doporučeného sortimentu dosahují při druhé a třetí sklizni roční výnos 10 – 22 t (suš.) na hektar na optimálních stanovištích a 1 – 9 t na nepříznivých stanovištích (Weger et al., 2006). Na základě současných znalostí se domníváme, že na příznivých stanovištích je reálné dosažení průměrného ročního hektarového výnosu 8 – 12 t (suš.) po celou dobu životnosti výmladkové plantáže.

Je zřejmé, že současný doporučovaný sortiment RRD není vhodný pro pěstování ve srážkově nedostačných oblastech nebo vysýchavých půdách.

• **Ekonomická hlediska pěstování výmladkových plantáží.** Zakládání výmladkových plantáží se dnes podporuje v rámci Horizontálního programu rozvoje venkova (HRDP) jednorázovou částkou – příspěvkem na založení – 60 000 Kč na ha produkčního porostu (výmladkové plantáže) a 75 000 Kč na ha

reprodukčního porostu (matečnice). Podrobnější informace lze najít u poskytovatele – Státního zemědělského intervenčního fondu ([www.szif.cz](http://www.szif.cz)). Hodnocení ekonomických parametrů výmladkových plantáží a celého procesu produkce a využití biomasy pro energetiku je značně komplikované, protože zahrnuje výrobní náklady, které závisí na lokálních podmínkách. Navíc, nejstarší výmladková plantáž u nás má dnes 12 let, což je přibližně polovina očekávané doby její existence. Podle modelových propočtů s využitím metody minimální ceny se cena štěpky z výmladkových plantáží u nás může pohybovat v rozmezí 1 100 – 2 000 Kč za tunu v závislosti na vlhkosti, agrotechnice, technologii sklizně a výnosu. Největší podíl na výsledné ceně má sklizeň (30 – 35 %), pěstování a zakládání porostu (20 – 24 %). Dotace má v současnosti zásadní význam, neboť bez ní by nevznikla základní plocha

umožňující zvýšit efektivitu využitím mechanizace, zejména sklizňových strojů.

• **Bariéry pěstování.** Přes příznivou dotační politiku narůstá rozloha výmladkových plantáží v ČR jen asi o 30 – 40 ha za rok. Důvodem jsou různé objektivní, ale i specifické bariéry. Mezi nejzávažnější patří povinnost vyjímát půdu dočasně ze zemědělského půdního fondu, což jednak způsobuje automaticky ztrátu plošných dotací (3 – 4 tis. Kč.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>), jednak přináší povinnost provést rekultivaci po skončení životnosti plantáže. Tato povinnost byla včleněna do zákona o ochraně půdy z obav o zachování kvality půdního fondu, které se však podle našeho názoru zatím nepotvrdily. Druhou bariérou je povinnost doložení dlouhodobých nájemních smluv (zatím 10 – 15 let) pro získání dotace. V současném modelu, kdy většina zemědělských subjektů hospodářá na pronajatých pozemcích, je uzavření dlouhodobých smluv dosti obtížné. Poslední významnou bariérou je prozatímní nedostatek sadebního materiálu kvůli malé rozloze matečnic. V letošním roce však bylo založeno nejméně 11 ha nových matečnic (nárůst o 150 %), a tak se dá předpokládat, že tato bariéra postupně zmizí.

#### Krajinné aspekty pěstování RRD

V českém výzkumu i praxi se ověřilo, že výmladkové plantáže RRD mohou působit pozitivně na okolní krajinu a životní prostředí – mají i významné

mimoprodukční funkce a jejich využití má polyfunkční charakter. Právě důraz na mimoprodukční funkce porostů je typickým rysem českého modelu pěstování výmladkových plantáží, na rozdíl od švédského.

- **Vliv na půdu.** Pozitivní vliv výmladkových plantáží na ornou půdu vyplývá zejména z faktu, že se jedná o extenzivní způsob pěstování formou trvalé kultury. Dřeviny jsou schopny půdu prokořenit do hlubších vrstev, a tak ji nakypřit a provzdušnit. Každoroční opad listů zajišťuje oběh živin a zvyšuje podíl humusu v půdě. Uhlíkem (rostlinnou biomasou) se postupně obohacuje i kořenová zóna a vrchní půdní horizonty díky nárůstu hmoty kořenů, případně travního drnu. To je obecně příznivý proces pro zvyšování úrodnosti půdy. Výmladkové plantáže přispívají také k lepší odolnosti stanovišť vůči extrémním klimatickým situacím, např. omezují erozi půdy (vodní i větrnou), což bylo v praxi ověřeno počas záplav r. 2002.

- **Vliv na mikroklima.** Podle výsledků měření klimatických a hydrologických parametrů experimentální výmladkové plantáže v Průhonicích lze konstatovat, že porostní změna výsadbou výmladkových plantáží RRD, která vede k dynamickému pokrytí zemědělské půdy vzrostlou vegetací, je žádoucí z hlediska klimatické krajiny, neboť ochlazuje povrch nad vegetací. Porost dřevin s hlubokými kořeny totiž transpiruje po velké část teplého období roku, a tím ochlazuje své okolí. Porostní změna nemá negativní důsledky na vodní režim půd a nezpůsobuje nadměrné vysychání půdy, ani zvětšení odtoku (Weger, Šír, Syrovátka, 2004). „Stepní“ podmínky intenzivně zemědělsky využívané krajiny se mění v podmínky „lesní“, charakterizované zejména obnovením funkce tzv. krátkého či uzavřeného vodního cyklu. Tato funkce, samozřejmě, ovlivňuje charakter jednotlivých biotopů, možnosti vývoje různých biocenóz a obnovy rozmanitosti druhů a společenstev (biodiverzity) v krajině. Uvnitř zapojené výmladkové plantáže se v 3. – 4. roce vytváří teplotní a vlhkostní podmínky podobné porostům trvalé zeleně nebo lesním porostům, které jsou prokazatelně vítaným stanovištěm a novou nikou pro širokou škálu živočichů (např. drobnou zvěř, ptactvo a hmyz). K atraktivnosti tohoto nového prvku krajinné struktury přispívá také nízká intenzita jeho obhospodařování (sklizeň 1× za 3 – 6 let) v porovnání s konvenční rostlinnou produkcí nebo ovocnými sady. Pěstování RRD je velmi vhodným způsobem obnovy malého vodního cyklu v krajině narušené velkoplošným odlesněním a zorněním. Porosty RRD chrání půdu před evapací, přispívají ke stabilizaci odtoků a stabilizují místní klima (Weger et al., 2002).



Měření porostů vrb a topolů (Chromeč, ČR). Foto. J. Weger

- **Ekologická stabilita plantáží.** Často se diskutuje o ekologické stabilitě monokulturních (jednodruhových, jednoklonových) výmladkových plantáží. Jednou z možností, jak ji zvýšit, je zakládat smíšené porosty – klonové a druhové směsi. Na našem pracovišti ověřujeme možnost založení smíšených porostů topol-vrba po řádcích. Dle prvních výsledků se zdá, že výnos vhodně zvolených smíšených porostů je srovnatelný s monokulturou (Weger, 2004). V současnosti se ověřují i další druhy dřevin, které by mohly být vhodné pro produkční nebo polyfunkční porosty RRD, např. olše (*Alnus*) a lísky (*Corylus*). Nelze očekávat, že by jejich výnos v průměru mohl dosáhnout hodnot topolů a vrb, ale předpokládá se, že se uplatní jako doplňkové dřeviny produkčních plantáží nebo pro zakládání porostů, kde výnos nebude hlavním cílem (obecní plochy). Například růže šípková (*Rosa canina*) by se mohla použít do okrajových pásů okolo produkčních porostů. Růže je významným hnízdištěm a úkrytem hmyzožravého ptactva i drobné zvěře a bylo by možno ji ponechat nesklizenou i v roce sklizně produkčního porostu. Zavedení zmíněných druhů do produkčních

porostů biomasy však brání některé biologické (např. způsob množení) a z toho plynoucí ekonomické bariéry (vysoká cena reprodukčního materiálu).

• **Dekontaminace půd a filtrace vod.** Relativně novou oblastí využití RRD je dekontaminace půd od těžkých kovů. Vrby a topoly jsou schopny přijímat efektivně některé těžké kovy – například kadmium. Tato oblast se věnují na České zemědělské univerzitě (Fakultě agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů) v Praze-Suchdole.

Výmladkové plantáže RRD se mohou využít i např. pro dočišťování vody z komunálních čistíren odpadních vod (ČOV). Ve Švédsku vzniklo od r. 1997 několik takovýchto vrbových porostů o rozloze 10 – 75 ha. Zavlažují se tzv. terciárními efluenty, což je odpadní voda pročištěná v klasických dvoustupňových ČOV, která obsahuje zbytky živin (dusík a fosfor) a někdy i menší množství těžkých kovů (měď, zinek, kadmium). Tato problematika se výzkumně věnují zejména ve Švédsku, kde sledují dočišťující účinnost vrbových porostů a také hnojivý účinek odpadních vod pro produkci biomasy. Ze sedmiletého sledování získaly následující průměrné údaje: závlahová perioda od 10. května do 20. října s aplikací 730 – 770 mm.m<sup>2</sup>.rok<sup>-1</sup> a obsahem živin N–P–K/72–10–85 kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup> (Larsson, 2003). Výsledky výzkumů jasně ukazují pozitivní vliv zavlažování odpadními vodami z ČOV na zvýšení výnosu biomasy z vrbových plantáží.

• **Biodiverzita.** Na výzkumných plochách VÚKOZ probíhá studie zaměřená na porovnání výskytu rodu *Carabus* na třech biotopech – louce, porostu RRD a v lesním společenství. Původní hypotéza byla, že půda plantáží porostlých vzrostlejšími dřevinami, pokrytá opadaným listím a zastíněná, by již měla být vhodná pro postupné rozšiřování lesních druhů, z nichž některé projevují tendenci do plantáže migrovat. Druhy *Abax parallelepipedus*, *Carabus hortensis*, *C. nemoralis* (střevlík zahradní, s. hajní) se řadí do skupiny A, osidlující více méně přirozené nebo přirozenému stavu blízké habitaty. Vyskytují se i na druhotných, dobře regenerovaných biotopech. Tato skupina zahrnuje především typické druhy lesních porostů. Je zřejmé, že právě rozšíření těchto druhů do biocenózy plantáže RRD indikuje příznivý vývoj směřující k nastolení lesních podmínek. Dosažené výsledky naznačují, že od porostu RRD lze očekávat nikoli vytvoření podmínek pro existenci společenstev skutečně lesních, nýbrž druhově mnohem rozmanitějších společenstev přechodových. Studie, která probíhá od r. 2001, zatím potvrzuje hypotézu o přechodovém typu společenstva. Pro definitivní výsledek je však potřebné pokračovat v ověřování.

*Publikované výsledky a zkušenosti byly získány s přispěním výzkumných projektů MŽP ČR (zejm. ZO 620/3/99 Zdokonalování stávajících technologií využití obnovitelných zdrojů energie) a MZe ČR (zejm. QF4127 Metodika analýzy potenciálu biomasy jako obnovitelného zdroje pro zájmová území a výzkumných záměrů VÚKOZ Průhonice VII.01).*

## Literatura

- Havlíčková, K., Knápek, V., Vašíček, J., Weger, J.: Biomasa jako obnovitelný zdroj energie, ekonomické a energetické aspekty. Acta Průhoniciana, 79, 2005, s. 1 – 67.
- Larsson, S.: Full Scale Implementation of Short Rotation Willow Coppice (SRC) in Sweden. Örebro : Agbränsle AB, Svalov, 2003.
- Macpherson, G.: Home-Grown Energy from Short-Rotation Coppice. Ipswich : Farming Press Books, 1995, 214 pp.
- Státní zemědělský intervenční fond – <http://www.szif.cz>
- Weger, J., Jech, D., Havlíčková, K., Šír, M.: Výzkum krajinných funkcí cílené produkce biomasy (rychle rostoucími dřevinami) – zejména jejich přínosy pro diverzitu krajiny a hydrologický režim. Závěrečná zpráva projektu VaV320/3/99. Průhonice : VÚKOZ, 2002, 34 s.
- Weger, J., Havlíčková, K. a kol.: Biomasa, obnovitelný zdroj energie v krajině. Průhonice : VÚKOZ, 2003.
- Weger, J., Šír, M., Syrovátka, O.: Landscape Functions of Short Rotation Coppice and Possibilities for Sustainable Land Management. 2<sup>nd</sup> World Conference Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, Rome, ETA Florence and WIP-Munich, 2004, p. 265 – 267.
- Weger, J.: A Multi-Species Energy Crop System to Sustainably Produce Biomass in the Czech Republic. 2<sup>nd</sup> World Conference Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, Rome, ETA Florence and WIP-Munich, 2004, p. 256 – 258.
- Weger, J. et al.: The Results of the Evaluation of Selected Willow and Poplar Clones for Short Rotation Coppice in Second Harvesting Period in Conditions of the Czech Republic. 14<sup>th</sup> European Conference & Exhibition Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, Paris, ETA Florence and WIP-Munich, 2005.

Ing. Jan Weger, MSc., [weger@vukoz.cz](mailto:weger@vukoz.cz)

Ing. Petr Vlasák, [vlasak@vukoz.cz](mailto:vlasak@vukoz.cz)

Mgr. Ivana Zánová, [zanova@vukoz.cz](mailto:zanova@vukoz.cz)

Ing. Kamila Havlíčková, PhD., [havlickova@vukoz.cz](mailto:havlickova@vukoz.cz)

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