

ANALÝZA PRODUKČNÍ KAPACITY BIOMASY SPOLEČENSTVA *SALIX ALBA* L. NA JIŽNÍ MORAVĚ

D. López

Došlo: 22. listopadu 2006

Abstract

LÓPEZ, D.: *Production capacity of biomass of the floodplain community of Salix alba L. in southern Moravia*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2007, LV, No. 5, pp. 111–116

The paper deals with the study of the production capacity of biomass in the seven-year stand of *Salix alba* L. The communities originated in the process of primary succession in the area of the middle Nové Mlýny reservoir on a newly established island. Already since the first stages, the communities have been monitored. Results have shown that white willow behaves as an R-strategist with fast growth in youth. Moreover, the growth is supported by optimum environmental conditions (soils richly supplied with nutrients and water, long growing season). Accumulated phytomass amounted 102,7 t.ha⁻¹ at the age of 7 years and the yield reached a mean annual increment of 15 t.ha⁻¹.year⁻¹. Communities of white willow rank among highly productive phytocoenoses capable of fixing considerable amounts of carbon and, at the same time fulfilling the function of habitat corridors.

Salix alba L., biomass, alluvial soils, primary succession

Na světové úrovni se již vytvořilo povědomí o tom, jak významnou roli hraje biomasa jako obnovitelný zdroj energie, jako alternativa k ubývajícím zásobám fosilních paliv. Díky tomuto důrazu přibývalo výzkumů vztahujících se ke kvantifikaci biomasy rychlerostoucích dřevin vhodných pro spalování. V České republice od roku 1991 zkoušela různá výzkumná centra klony a hybridy rodu *Salix* pro tyto účely. Nicméně, ještě existuje poměrně málo studií týkajících se vrb rostoucích v přirozených podmínkách či ze zaplavovaných územích. Proto se MZLU v Brně v rámci svého výzkumného programu zabývá výzkumem spontánně vzniklých společenstev vrby bílé ve zmíněných ekosystémech na jižní Moravě. Zkoumaná společenstva představují přírodní model zaplavovaných lesů vzniklých v primární sukcesi, který umožňuje v souladu s účely výzkumu odvodit z terénních měření přesná data, která prohloubí znalosti dynamiky růstu tohoto druhu a jeho ekofyziologické reakce na podmínky prostředí růstu.

MATERIÁL A METODY

MATERIÁL

Zkoumané území

Zkoumané území je součástí regionálního biokoridoru definovaného jako ekologicky významný segment krajiny, který propojuje regionální biocentra a zajišťuje migraci bioty po regionálně významných migračních trasách (Vyhláška č. 395/1992). Regionální biokoridor prochází nivou řeky Dyje, která navazuje na nadregionální biokoridor v nivě řeky Moravy. Plochu regionálního biokoridoru nelze vyjádřit, protože se mění hladina vody v nádrži a tím se mění rozloha biokoridoru. Odhadem se plocha pohybuje od 10 do 25 ha, obsáhne ostrovy Vlčkův, Šmardův a poloostrov Javorový ve střední nádrži vodního díla Nové Mlýny. Výzkumná plocha se nachází na Vlčkově ostrově (5,6 ha), 36 km jižně od Brna, v okrese Břeclav, v nadmořské výšce 170 m n. m. Území leží na

16° 37' v. d. a 48° 55' s. š. v rovinatém terénu, jehož průměrný sklon je 0° 39'. Podle geomorfologické klasifikace území leží v Západokarpatské provincii, soustavě vnější Západní Karpaty, geomorfologickém celku Dyjsko-svratecké roviny a Dyjsko-svrateckém podcelku (Czudek et al., 1968). Z geologického pohledu je území charakteristické říčními šterkopísčnými terasami (Fusán et al., 1960).

Klimatické charakteristiky území

Lužní lesy jižní Moravy se nacházejí v nejteplejší klimatické oblasti České republiky. Průměrné klimatické hodnoty z vegetačního období (od dubna do října) v letech 1984–2002 jsou uvedeny v tabulce č. I.

I: Klimatické průměry hodnot území dle klimatických stanic Lednice, Velké Pavlovice a Znojmo (ČHMÚ)

Měsíc	Průměrné měsíční globální záření, MJ.cm ⁻² d ⁻¹	Průměrné měsíční teploty vzduchu, °C	Průměrné měsíční srážky, mm
Březen	10	5	30
Duben	15	10	31
Květen	19	15	53
Červen	20	18	64
Červenec	20	20	81
Srpen	17	20	64
Září	11	15	51
Říjen	7	10	32

Historie místa

Říční niva jižní Moravy byla člověkem využívána k zemědělství již od neolitu. Ve 12. a 13. století byla niva podrobena intenzivnímu hospodaření, což podminilo destabilizaci krajiny erozí a záplavami (Lipský, 1999; in Buček, 2004). V roce 1975 byla krajina narušena výstavbou vodního díla Nové Mlýny a došlo tak k přerušení spojitosti regionálního biokoridoru procházejícího nivou řeky Dyje. Proto od roku 1991 MŽP ČR v rámci ekologizace území jižní Moravy usiluje o znovuoobnovení ztracených biotopů lužních lesů, které jsou důležitou součástí ekologické sítě střední Evropy, a to prostřednictvím zajištění propojení obou biokoridorů. Za tímto účelem byly vytvořeny v letech 1996–2001 na soutoku řek Jihlavy a Svratky dva ostrovy, Šmardův a Vlčkův. Nové plochy zajistily podmínky pro nástup primární sukcese dřevin měkkého luhu.

METODY

Zkoumaný ostrov a jeho porost je součástí přírodní rezervace a jeho primárním cílem není produkce biomasy. Nicméně cílem tohoto výzkumu bylo zjištění množství biomasy produkované porostem vrby bílé, jedním z účelů je využití informací k produkci vrby jakožto energetické dřeviny, dalším z účelů pak zjištění dynamiky růstu tohoto druhu.

Produkce biomasy sedmiletého porostu vrby bílé byla zjišťována na základě terénního šetření. U všech jedinců na ploše (25 × 40 m) byla změřena výška (cm) výškoměrem Vertex III a obvod v prsní výšce (mm). Aby nedošlo k narušení vývoje dřevin na výzkumné ploše, byly vzorníkové stromy odebrány z plochy sousední o shodné velikosti, která se vyznačovala velkou podobností. Stromy byly rozděleny do 19 tloušťkových tříd v rozmezí po 1 cm.

Množství nadzemní biomasy bylo měřeno jednou ročně destruktivní metodou. Zkusná plocha se nachází na chráněném území, proto pro výpočet produkční kapacity biomasy bylo odebráno pět vzorníků, které představovaly průměr tloušťkové třídy. Jednotlivé části stromů byly odebrány a uloženy v papírových sáčkách a označeny dle stromu a části, ze které byly odebrány. V laboratoři byly vysušeny do konstantní hmotnosti při teplotě 105 °C. Napřed bylo stanoveno množství sušiny uložené v každé části stromu (kmen, větve, nekromasa, listy a letorosty).

Sušina kmene se zjistila pomocí konverze objemu ku sušině s použitím relativní hustoty, zjištěná biomasa pěti stromů umožnila určit střední reprezentativní hodnotu biomasy pro každou tloušťkovou třídu prostřednictvím regresní rovnice $y = (a \cdot \exp(-b \cdot \exp(-c \cdot x))) - d$, (y je biomasa porostu, x je průměr v cm, a je 193, b je 5,50, c je 0,098, d je 1,50.), její regresní koeficient je $r^2 = 0,9997$. Tyto střední hodnoty byly násobeny počtem stromů v každé třídě, aby mohly být následně přepočítány na ha.

VÝSLEDKY A ANALÝZA

Porost primární sukcese měkkého luhu má hustotu 6 300 stromů na hektar ve věku sedmi let, průměr kmene v prsní výši je 9,5 cm. Související výčetní základna činí 34,9 m².ha⁻¹ a objem kmene je 241,4 m³.ha⁻¹. Změřená fytomasa (sušina nadzemní biomasy) dosáhla 102,7 t.ha⁻¹. Průměrný roční přírůst je tedy 15 t.ha⁻¹.rok⁻¹ (Tabulka II). Část živé fytomasy reprezentovala celkem 97 % a nekromasa pouhých 3 %.

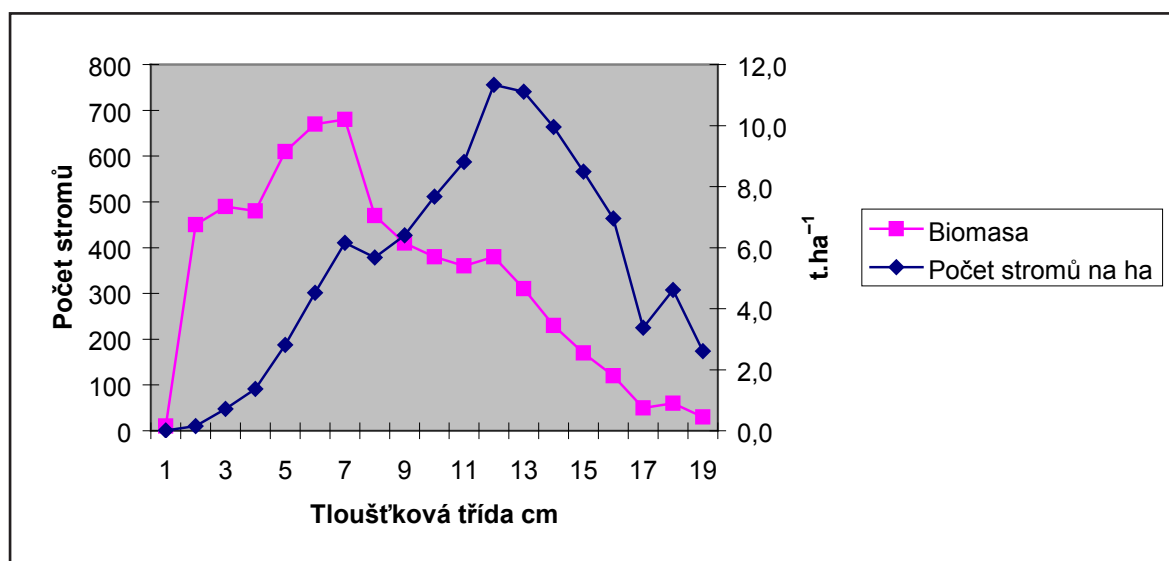
Produkční kapacita biomasy v tloušťkových třídách

Rozložení množství biomasy pro jednotlivé tloušťkové třídy (od 0,5 do 18,5 cm) se přibližuje normálnímu rozdělení. Maximální hodnoty množství sušiny

se nacházejí v tloušťkových třídách XII a XIII, což představuje 22 % celkové biomasy společenstva. Z celkového počtu stromů na 1 ha to pak představuje pouze 6,1 % (690 stromů o průměru 11 až 13 cm). V tloušťkových třídách od 0,5 až 6,5 cm je zastoupeno 53 %, což představuje 3 390 stromů na ha, avšak na celkové biomase se podílí pouze 15 %, viz Graf 1. Vrba bílá je schopná rychle obsazovat nově vzniklé ekotopy. Tvoří velké množství diaspor, proto i počáteční hustoty jedinců na ploše dosahovaly 121 až 561 tisíc jedinců na hektar (Konůpek, 1998). V souvislosti s tím, že vrba bílá je silně světlomilný druh s intenzivním růstem v mládí, došlo k samozreďování a k postupnému snižování denzity, která během 4–5 let klesla na hodnoty okolo 10 000 jedinců na hektar (Buček et al., 2004) a v sedmi letech dokonce na 6 360 jedinců na hektar. Vlivem intenzivního růstu došlo k vertikálnímu rozčlenění porostu.

II: Rozdělení biomasy v jednotlivých tloušťkových třídách (t.ha⁻¹)

Tloušťková třída	Stromů na ha	Kmen	Větve	Letorost	Listy	Nekromasa	Celkem	%
cm		t.ha ⁻¹	t.ha ⁻¹	t.ha ⁻¹	t.ha ⁻¹	t.ha ⁻¹	t.ha ⁻¹	
I (0,00–1,00)	10	0,004	0,001	0,000	0,000	0,001	0,0	0
II (1,00–2,00)	450	0,060	0,038	0,012	0,000	0,041	0,2	0
III (2,00–3,00)	490	0,582	0,052	0,016	0,013	0,049	0,7	1
IV (3,00–4,00)	480	1,200	0,069	0,021	0,031	0,054	1,4	1
V (4,00–5,00)	610	2,499	0,125	0,038	0,072	0,081	2,8	3
VI (5,00–6,00)	670	4,027	0,200	0,062	0,127	0,109	4,5	4
VII (6,00–7,00)	680	5,455	0,289	0,091	0,187	0,137	6,2	6
VIII (7,00–8,00)	470	4,981	0,294	0,093	0,185	0,121	5,7	6
IX (8,00–9,00)	410	5,552	0,373	0,119	0,223	0,138	6,4	6
X (9,00–10,00)	380	6,542	0,511	0,161	0,284	0,171	7,7	7
XI (10,00–11,00)	360	7,402	0,654	0,203	0,341	0,206	8,8	9
XII (11,00–12,00)	380	9,360	0,947	0,287	0,459	0,281	11,3	11
XIII (12,00–13,00)	310	9,009	1,037	0,306	0,468	0,294	11,1	11
XIV (13,00–14,00)	230	7,894	1,040	0,297	0,435	0,283	9,9	10
XV (14,00–15,00)	170	6,615	0,967	0,267	0,381	0,256	8,5	8
XVI (15,00–16,00)	120	5,314	0,867	0,231	0,320	0,223	7,0	7
XVII (16,00–17,00)	50	2,525	0,460	0,117	0,159	0,116	3,4	3
XVIII (17,00–18,00)	60	3,382	0,677	0,166	0,221	0,167	4,6	4
XIX (18,00–19,00)	30	1,873	0,409	0,096	0,127	0,099	2,6	3
Celkem	6360	84,28	9,01	2,58	4,03	2,83	102,7	
%		82	9	3	4	3		100



1: Produkční kapacita pro jednotlivé tloušťkové třídy vrby bílé

Zkusný porost může být charakterizován vhodně vybraným vzorovým stromem. Velikost tohoto stromu je charakterizována různými statistickými charakteristikami, jako je např. míra polohy. Nejčas-

tější velikost stromu činí 6,4 cm průměru kmene, což odpovídá množství biomasy 9,1 kg. Nejvíce reprezentativní strom z hlediska biomasy je strom s průměrem 11,4 cm a biomasou 29,8 kg (Tabulka III).

III: Výběr reprezentativního stromu z porostu

Míra polohy	Výčetní tloušťka	Biomasa
	cm	Kg
Úhrnový kvantil	11,4	29,8
Aritmetické průměr	9,5	20,2
Median	6,4	9,1
Modus	6,4	9,1

DISKUSE

Zjištěná hodnota nadzemní biomasy ($102,7 \text{ t.ha}^{-1}$) odpovídá vysoké rychlosti růstu mladých jedinců vrby v aluviálních podmínkách. Mladí jedinci mají vysokou kapacitu tvorby biomasy, což jim umožňuje produktivitu, díky níž lze ekosystém považovat za relativně produktivní.

Průměrný roční přírůstek produkce organické hmoty ve studovaných porostech vrby ($17,2 \text{ t.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$) je evidentně vysoký, mnohem vyšší, porovnáme-li ho např. se smrkem ztepilým v nejbohatších lesích tohoto druhu ($4 \text{ t.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$) (Pechar et al., 2002). Při porovnání různých dřevin tímto způsobem určitě musíme připustit, že smrk (nebo jiné druhy) roste především v méně příznivých podmínkách (např. v horských oblastech s nevlídným počasím). Naproti tomu jsou tu stále produktivnější fytocenózy našich vrb. Aku-

mulovaná biomasa, která se vytvořila do 85. až 104. roku věku v zaplavovaných lesích (složené především z dubu – *Quercus*), byla $238.106 \text{ t.ha}^{-1}$ sušiny (Penka a kol., 1985).

Proto mohou být vrbové fytocenózy klasifikovány jako nejproduktivnější v České republice. Produkce je tak vysoká díky příznivým genotypovým vlastnostem vrb, které se vyznačují rychlým růstem v časném věku, vhodnými environmentálními podmínkami pro růst na stanovištích jako jsou např. kvalitní stanoviště. Packová (2004) dokázala, že vrba bílá na Nových Mlýnech představuje vysokou produktivitu. Zjistila, že akumulovaná biomasa činila 75 t.ha^{-1} ve věku sedmi let a energetická kapacita porostu byla 1380 GJ.ha^{-1} , což představuje $6.25 \text{ kW.ha}^{-1}.\text{s}^{-1}$.

Další faktor, který působí pozitivně na růst, je dlouhé vegetační období. Remmert (1988) potvrzuje, že čistá primární produkce závisí z velké části na

tomto faktoru, jako také na dostupném množství vody. Vysoce položená hladina podzemní vody je charakteristická pro zkoumané území a optimální pro růst vrb, které patří k hydrofilním druhům, vyžadujícím velké množství vody vzhledem k jejich vysoké míře transpirace. Což potvrdil i výzkum v Argentině (Riu, N. et al., 2004), podle něhož čeleď *Salicaceae* má vysoké hydrické nároky, např. *Populus euroamericana* ve věku šesti let dosáhl výšky 9,4 m – zálivka každých 21 dní – a oproti tomu jiní jedinci dosáhli výšky vyšší, a to 12,8 m – zálivka každých 7 dní. S tímto výzkumem souhlasí výsledky ze zkoumaných ploch porostu vrby bílé, kde stromy ve věku 6 let dosáhly výšky 11,04 m díky vysoce položené hladině podzemní vody, jak již bylo zmíněno výše (López, D., 2006). Rovněž jiný výzkum v Argentině (Casabon, E. et al., 2004), týkající se *Salix nigra*, ukázal lepší výnos na plochách s dostatkem vody ($47,78 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), oproti $25 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ na plochách s menším množstvím vody.

Fyzikální chemická analýza půdy území ukázala pH mírně zásadité mezi 7 a 7,5 počítajíc navíc s velkou sorpční schopností, dle metod Kappen a Mehlich II, 100 a 95,6%. Buček (2004) se zmiňuje o veliké úrodnosti půd, která je podporována pravidelnými jarními záplavami, které představují nejdůležitější dynamický faktor, který umožňuje transport a usazování materiálu, obohacuje půdu každý rok výjimečným množstvím živin, hlavně dusíku a fosforu.

Je obecně známo, že rozdíly v produktivitě fytoocenóz jsou dány prostředím, ve kterém se vyvíjejí, stejně tak jako managementem, který porost obdrží. A rovněž vnitřními faktory rostliny, např. věkem, hustotou porostu a dalšími. Nicméně další, co by bylo zajímavé posoudit, je, jaké množství biomasy zaznamenáme u vrby v jiných podmínkách jinde na světě.

Porosty vrby bílé jsou obvykle obhospodařovány výmladkovým způsobem pro nejlepší výnos. Stejně

tak jsou cenné některé světové záznamy o produktivitě vrb obhospodařovaných tímto způsobem: Lindroth, A. et al., (1999) potvrdili, že ve Švédsku by průměrná roční produkce dřeva byla mezi 8 a $17 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Podle Larsson, S. (2000) zpráva rovněž ve Švédsku uvádí nejvýše $15 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ sušiny. Zatímco v deltě Dunaje v Rumunsku ve věku 1–4 roky mají porosty průměrnou produkci $27,9\text{--}42,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Vasile, B. et al., 2000).

A nakonec v České republice produktivita porostů obhospodařovaných lignikulturně a majících 25leté obmýtlí, hustotu 800–2000 stromů. ha^{-1} a vybrané druhy vrb poskytuje výnos v rozmezí 9–11 t sušiny. $\text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$, zatímco při výmladkovém hospodářství výnos osciluje mezi 5 a $19 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ s hustotou 6000–15000 stromů. ha^{-1} (Weger, 2003).

ZÁVĚR

Porosty vrby bílé v měkkém luhu ostrova Vlčkov ve střední nádrži vodního díla Nové Mlýny je velice produktivním ekosystémem vzhledem k ostatním ekosystémům České republiky, což se může dokladovat těmito údaji:

Celková fytomasa o množství $102,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ve věku 7 let představuje průměrný roční přírůst $15 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$.

Studie touto cestou přispívá k prohloubení vědeckých poznatků o chování tohoto druhu na zvláštních stanovištích. Z tohoto důvodu je doporučeno pokračovat v monitorování těchto společenstev, což dovolí porozumět jejich ekofyziologické odezvě vyjádřené jejich produktivitou a změnami v jejich struktuře během času. Vzhledem k tomu, že půda obsahuje těžké kovy, dá se předpokládat, že tyto mohou mít vliv na růst rostlin. Bylo by vhodné se touto problematikou dále zabývat.

SOUHRN

Předmětem článku je výzkum produkční kapacity biomasy vázané v sedmiletém porostu *Salix alba* L. Společenstva vznikla v procesu primární sukcese v prostoru střední novomlýnské nádrže na nově vybudovaném ostrově a již od prvních stádií byla monitorována. Výsledky ukázaly, že vrba bílá se chová jako R-stratég s rychlým růstem v mládí, který je navíc podpořen optimálními vnějšími podmínkami (živinami bohaté, spodní vodou dobře zásobené půdy, dlouhá vegetační doba). Celková fytomasa o množství $102,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ve věku 7 let představuje průměrný roční přírůst $15 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. Společenstva vrby bílé se tak řadí mezi vysoce produktivní fytoocenózy, schopné vázat značné množství uhlíku a zároveň plnit funkci biokoridorů.

Salix alba L., aluviální půdy, primární sukcese

PODĚKOVÁNÍ

Autor chce vyjádřit poděkování profesoru Jaroslavu Koblížkovi, docentu Petru Maděrovi, doktorce Petře Packové a profesoru Janu Čermákovi za jejich obětavou pomoc. Projekt č. MSM: 6215648902. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Zemědělská 3, 613 00 Brno, Česká republika.

LITERATURA

- BUČEK, A. et al.: Hodnocení a predikce vývoje geobiocenóz v PR Věstonická nádrž, Geobiocenologické spisy, MZLU, Brno, ČR. 2004, 101 p.
- CASAU BON, E. et al.: Characterization of forested sites of *Salix nigra* and *Salix babylonica* *salix alba* in the low Delta of the Parana River., Argentina. International poplar commission.FAO. Chile. 2004, 168 p.
- CZUDEK, T. et al.: Geomorfologická mapa Pavlovských vrchů a jejich okolí 1:50 000. ČSAV GÚ, Brno, ČR. 1968.
- FUSÁN, K. et al.: Geologické mapa. 1:200 000. ČSSR. 1960.
- KONÚPEK, J.: Dynamika přirozeného vyvoje raných sukcesních stádií lužního lesa v Dyjsko-svratecké nivě. Dipl. Práce, LDF MZLU, Brno, 1998, 59 str.
- LARSSON, S.: Better willow varieties for biomass plantations in Sweden. International Poplar Commission. USA. 2000, 191 p.
- LINDROTH, A. et al.: Water-use efficiency of willow-variation with season, humidity and biomass allocation. Amsterdam. Uppsala. Journal of Hydrology. 1994, Vol. 156, p. 1–19.
- LINDROTH, A. et al.: Assessment of regional willow coppice yield in Sweden on basis of water availability. Forest Ecology and Management. 1999, 121 p.
- LOPEZ, D.: Determinación de la capacidad energética de la comunidad serial de *Salix alba* L. en el sur de Moravia.. Universidad de Mendel, Brno-Repubblica Checa. Publicado en Jornadas de Salicáceas, Argentina. 2006, 357 p.
- PACKOVÁ, P.: Vývoj iniciálních stádií geobiocenóz lužního lesa v prostoru střední nádrže vodního díla Nové Mlýny. Doktorandská dizertační práce. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. Brno. ČR, 2004. 92 p.
- PECHAR, L. et al.: Roční bilance kationtů v malých povodích na Šumavě. Aktuality Šumavského výzkumu. Jihočeská univerzita. České Budějovice. ČR. 2004, p. 68–73.
- PENKA, M. et al.: Floodplain forest Ecosystem. Prague. 1985, Vol 1. 466 p.
- QUITT, E.: Klimatische Gebiete der Tschechoslowakei. Studia geographica. ČSAV, Brno. ČR. 1971.
- RIU, N. et al.: Six years poplar response to different irrigation regimes. International poplar commission. FAO. Chile. 2004, 168p.
- SHEDEED, M. et al.: Effect irrigation by industrial sewage on the growth of two poplars species. International poplar commission in Chile. 2004, Session 22. p 113.
- ÚFA, AV ČR.: City plan, Spol. Prognosticating the use of renewable energy sources in the Czech Republic until the year 2050. Project partners: CZ, Biom. 2005, 4 p.
- VENEA, B. et al.: Biomass potential of short-rotation poplar and willow plantation, tested in the Danube Delta. International poplar commission. FAO. Session 21. 2000, 191 p.
- Vyhláška č. 395/1992 Sb. v §§ 1 až 6.
- Výzkumný ústav Silva Taroucy VÚKOZ, 2003. Biomasa, Obnovitelný zdroj energie v krajině. Průhonice Česká republika, 52p.

Adresa

Ing. Diana López, Ústav lesnické botaniky, dendrologie a geobiocenologie, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 3, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: rociomanjarres@yahoo.com