

Možnosti pestovania domácich prírodných klonov (genotypov) rýchlorastúcich drevín rodu *Salix* za účelom výroby energie

Growing possibilities of domestic natural clones (genotypes) of fast-growing trees of genus *Salix* for energy purposes

Matej Hudec¹

Abstrakt

Príspevok je zameraný na výskum, ktorý bude realizovaný na výskumnej báze v Kolíňanoch. Výskum je zameraný na porovnávanie a štatistické vyhodnocovanie rastových parametrov domácich klonov rodu *Salix viminalis* so zahraničnými najproduktívnejšími klonmi. Vzorky domácich klonov budú zozbierané zo šiestich lokalít, rovnomerne rozmiestnených po Slovensku. Spolu bude zozbieraných 375 vzoriek vrátane 30% rezervy pre prípad neujatia sa porastu. Pred samotnou výsadbou sa vykoná príprava pôdy pre zabezpečenie najoptimálnejších podmienok. Výsadba vzoriek bude realizovaná ručne v druhej dekáde apríla, pričom na výskumnej lokalite sa vytvorí 8 dvojriadkov nasadených vzoriek s troma opakovaniami na základe šachovnicovej metódy s párnym počtom členov. Počas dvoch vegetačných období budú merané rastové parametre, ako výšky rastlín, dĺžka výhonov, počet výhonov a hrúbka kmeňa porastu pri báze. Zisťovanie množstva biomasy bude vykonané na základe deštrukčnej metódy. Následne bude vykonané meranie suchej biomasy (sušiny). Zisťovanie množstva biomasy, či už čerstvej alebo suchej, sa bude vykonávať v období, kedy porast prejde do latentného stavu. Na výskumnej lokalite bude realizované pozorovanie škodlivých činiteľov prevažne v podobe živočíšnych škodcov a chorôb. Sledovanie a hodnotenie škodlivosti biotických a abiotických faktorov sa bude realizovať na základe vizuálneho pozorovania. Vyhodnotenie výsledkov výskumu bude realizované na základe štatistických operácií. Výstupom výskumu bude jednak záver pojednávajúci o vhodnosti alebo nevhodnosti pestovania domácich klonov rodu *Salix* pre energetické účely vzhľadom k zahraničným odrodám, ako aj vytvorenie jednoduchých dendrometrických tabuliek pre rýchlorastúce energetické porasty rodu *Salix*.

Kľúčové slová: deštrukčná metóda, energetické rastliny, rýchlorastúce porasty, *Salix viminalis*, suchá biomasa

¹ Ing. Matej Hudec, Katedra udržateľného rozvoja, Fakulta európskych štúdií a regionálneho rozvoja, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Mariánska 10, 949 01 Nitra, xhudecm2@is.uniag.sk, +421 37/641 5622

Abstract

Paper is oriented on research realized on research base in Kolíňany. It is focused on the comparing and statistical evaluation of growth parameters of domestic clones of *Salix viminalis* species with foreign the most productive clones. Samples, as cuttings will be collected from six equally spaced Slovak locations. Totally, 375 cuttings will be collected, including 30 % reserve in case of not-taken possessions of coppice. Before planting, soil preparation is needed to ensure optimal growth conditions. Planting cuttings will be carried out by hand in the second decade of April while eight two-row planted in triplicate will be created basis on the checkerboard method with and even number of units. During two growing seasons it will be measured the growth parameters as plant height, length of shoots, numbers of shoots and the diameter of the coppice's stand at the base. Measuring of the amount of biomass will be made on the basis of the destructive method. Then, measuring of the dry matter will follow. Detecting of dry matter amount, whether fresh or dry, will be carried out in the period when the coppice has already entered into its latent state. On the research base will be realized observing of harmful factor, primarily of animal pests and diseases. Monitoring and evaluating of both biotical and non-biotical factors will be implemented on basis of visual observation. Evaluation of the results of research will be realized on the basis of statistical operations. The output of the research will be saying about of suitability or unsuitability of growing domestic clones of *Salix* for energy purposes in respect of foreign varieties. It also anticipates creating of simple dendrometric tables for fast-growing energy plants of the genus *Salix*.

Key words: destructive method, dry matter, energy plants, *Salix viminalis*, short rotation coppice

Úvod

Súčasný svet stále intenzívnejšie pociťuje závislosť od prírodných zdrojov, nakoľko sa čoraz viac hovorí o odhadovaných prudko sa znižujúcich zásobách, hlavne ropy, uhlia a zemného plynu. Je absurdné, aby boli aktivity celosvetovej populácie v tak vyspelom svete závislé od neobnoviteľných zdrojov energie. Už od priemyselnej revolúcie sa vo veľkej miere hovorí o nepriaznivých dopadoch ľudstva na zmenu prírodných procesov, nie len v lokálnych, ale aj globálnych rozmeroch. Jedným z najväčších činiteľov v otázkach globálnej zmeny je oblasť energetiky. Jednou zo súčasných alternatív výroby energie, ale aj výroby bio-palív je pestovanie rýchlorastúcich drevín. Tieto, nakoľko sa ich rubná doba pohybuje v rozmedzí 3 až 5 rokov, a disponujú pomerne veľkou tvorbou biomasy, sú vhodnou alternatívou pre spomenuté účely. Nakoľko existuje v súčasnosti niekoľko vhodných a overených drevín, ako aj iných energetických plodín či tráv, je potrebné hľadať ten najproduktívnejší vzhľadom k miestnym podmienkam pestovania. Práca sa preto zaoberá možnosťami pestovania domácich prírodných klonov rýchlorastúcich drevín

rodu *Salix*, konkrétne druhu *Salix viminalis*, a porovnáva ich produkčnú schopnosť so zahraničnými odrodami rodu *Salix* v slovenských podmienkach. Výstup výskumu má preukázať vhodnosť, alebo nevhodnosť slovenských klonov v domácich podmienkach, vzhľadom k porovnávaným zahraničným odrodám. Vzhľadom k tomu, že v súčasnosti neexistujú dendrometrické tabuľky na určovanie hmoty a prírastku porastov vrb, výskum je preto tiež zameraný na tvorbu takýchto tabuliek.

Materiál a metódy

Pre účely realizácie výskumu bola určená výskumná báza v Kolíňanoch pri Nitre. Rozloha výskumnej plochy činí 4,34 áru.

Zber biologického materiálu

Zber vzoriek pre účely výskumu v podobe odrezkov domácich odrôd *Salix viminalis* bude realizovaný v prvej dekáde apríla, počas ktorého sa navštívi 6 lokalít Slovenska. Jedná sa o zberné miesta na východoslovenskej nížine, severovýchode, na severe stredného Slovenska, na juhu strednej časti Slovenska, severozápade a na juhozápade Slovenska. Z každej zo spomenutých lokalít bude odobratých 48 vzoriek, čo spolu predstavuje 288 kusov odrezkov vrb odrôd *Salix viminalis*. V podobe 30 % rezervy v prípade neujatia sa porastu sa navyše zozbiera spolu 87 odrezkov. Zber bude prebiehať za podmienok odoberania vzoriek jedincov dlhých 18 až 20 cm a prislúchajúcou hrúbkou 8 až 15 mm (porovn. Peschel - Weitz, Oravec - Bartko - Slamka, 2012; DEFRA, 2007). Nadobudnuté jedince budú za účelom udržania nízkej dočasnej teploty prepravované v autochladničke typu Sencor SCM 1024. Pomocou mrazničky WAECO CoolFreeze CDF 25 bude vykonané stacionárne uskladnenie vzoriek v najvhodnejšom rozsahu teplôt pre daný účel, -2 až -4 °C (porovn. Nordh - Verwijst, 2003; Volk, 2004; Jyväskylä Innovation Oy, Žilavý, 2009; Caslin - Finnan - McCracken, 2010).

Príprava stanovišťa výskumnej bázy

Pred samotnou výsadbou, ktorá je plánovaná v druhej dekáde apríla sa vykonala príprava pôdy ktorá má zaistiť čo najoptimálnejšie podmienky pre porast. Takáto príprava spočíva vo vykonaní hĺbkovej orby poľnohospodárskymi mechanizmami dostupnými na VPP SPU v Kolíňanoch v mesiaci november, a to do hĺbky 30 cm. V prípade predvýsadbovej prípravy na jar, bude vykonané smykovanie v horizonte 20 až 25 cm za účelom zabránenia pôdnej vlhkosti (porovn. Demo - Húska - Tóthová, 2013).

Založenie porastu

Na to, aby boli odrezky rozmiestnené rovnomerne, bude použitá šnúra, ktorou sa vopred vyznačí rozmiestnenie jednotlivých riadkov a sadeníc. Vzhľadom k dostupným zberným metódam biomasy sa preferuje založenie plantáže v sponse v dvojriadkoch, od seba oddelených 2 m, a priestorom medzi riadkami so šírkou 1 m.

Vzájomná vzdialenosť sadeníc predstavuje 0,75 m (porovn. Šebík - Polák, 1990). Na výskumnej báze sa vytvorí 8 dvojriadkov v troch opakovaní, nakoľko bude zozbieraný materiál domácich klonov zo 6 lokalít nasadený s dvoma preukázanými najproduktívnejšími zahraničnými odrodami (Express a Inger) (Tóthová, 2012). Výsadba sa vykoná ručne tak, že sadenice budú prevyšovať bázu o 3 až 5 cm, resp. 1 až 2 očka nad bázou (porovn. EP, 2013).

Starostlivosť o porast počas prvého roku po výsadbe

Vzhľadom k možným rozrušeniam pôdy spôsobeným vysádzaním je vhodné vykonať dodatočné valcovanie, ktoré zabezpečí urovanie rozrušeného povrchu, a zároveň zníži riziko vytiahnutia sadenice z pôdy pri možnom hnojení, či iných regulačných procesov vykonaných v poraste (porovn. Žilavý, 2009).

Technológia pestovania v druhom roku po výsadbe

Po ukončení vegetačného obdobia sa po v prvom roku pestovania urobí tzv. spätný rez. Vykonáva sa vo výške 5 až 10 cm nad úrovňou bázy, a slúži k podpore nových výhonov. Zvyčajný prírastok po spätnom reze predstavuje 5 až 50 výhonov. Spätný rez sa vykoná pomocou ručnej píly alebo motorovej píly. V prípade potreby a na základe veľkosti rozšírenia burín sa rozhodne, aký spôsob ich odstránenia bude použitý. Pokiaľ by na základe uváženia postačovalo mechanické skosenie, toto by sa vykonalo pomocou benzínového motorového krovínorezu typu STIHL FS 100. Pokiaľ sa však rozhodne o chemickom odstránení burín, v poraste bude aplikovaný herbicíd v potrebnom množstve, obvyčajne v dávke 3,0 až 4,0 l na hektár z herbicídu STOMP 330. Pokiaľ je zaburinenosť vysoká, aplikuje sa jednak herbicíd Fusilade forte v dávke 0,8 až 1,2 l na hektár pri jednoročných burinách, a 1,8 až 2,8 l na hektár v prípade výskytu viacročných burín, ako aj herbicíd Prenal v pomere 0,4 až 0,8 l na hektár na jednoročné buriny, a dávka 1,0 až 2,0 l na hektár pri viacročných burinách. Oba sa však použijú len v prípade že sú listy burín bez náznaku akejkoľvek vody na povrchu, napr. rosy (Demo - Húska - Tóthová, 2013).

Spôsob merania rastových parametrov

Počas dvoch vegetačných období budú merané výšky rastlín, čo bude realizované pomocou skladacieho dreveného metra typu PERFECT 10 do výšky 2 m, v prípade vyššieho jedinca pomocou výsuvného meradla typu NEDO MESSFIX 8M. Výška jedinca bude stanovená kolmou vzdialenosťou medzi dvoma vodorovnými osami predstavujúcich päť (miesto rastliny vyrastajúcej pri báze) a vrchol (čiže najvyššie umiestneného orgánu skúmanej rastliny) (Šmelko - Šebeň - Bošela, 2012). Meranie bude prebiehať s presnosťou na 1 cm, a realizované bude každé 2 týždne od doby výsadby na tých istých jedincoch náhodne stanovených pri prvom meraní, troch z každej odrody v troch opakovaníach, tj. spolu 9 meraní (Šmelko, 2007).

Počet výhonov sa bude sledovať vizuálne a budú počítané na troch odrezkoch odrody v prípade každého opakovania zvlášť. Toto meranie bude realizované 2

mesiace po výsadbe. Následné meranie sa vykoná až na jar ďalšieho roku, kedy sa porovnajú výsledky z prvého a druhého roku pestovania.

Dĺžka výhonov, ktorá bude meraná pomocou dreveného metra alebo výsuvného meradla typu NEDO MESSFIX 8M. Vykoná sa meranie dĺžky výhonov s presnosťou 1 cm, a to od miesta rozkonárenia rastliny po vrchol daného výhonu. Dĺžky výhonov budú zapisované na základe meraní troch náhodných jedincov každej odrody v každom opakovaní.

Hrúbka kmeňa jedinca porastu pri báze bude meraná s presnosťou na 0,1 mm posuvným meradlom typu EXTOL PREMIUM 3427 odčítaním číselnej hodnoty stredovej hrúbky naprieč centrovanej menovitej dĺžky výrezu, pričom táto hrúbka bude zapísaná do pripravených tabuliek (Greppel, 2009). Meranie bude realizované na troch náhodných jedincoch z každej odrody v troch opakovaníach, a to v dvojtýždenných intervaloch v každom roku od výsadby.

Deštrukčné metódy

Zisťovanie množstva biomasy bude vykonané na základe deštrukčnej metódy, pričom bude porast spílený ručnou pílkou na úroveň 10 cm nad povrchom bázy. Táto je oproti nedeštrukčnej metóde presnejšia (porovn. Sevel - Larsen - Rasmussen, 2012; Guidi - Pitre - Labrecque, 2013; Coppice Resources Ltd, 2008). Tento úkon sa zrealizuje mimo vegetačného obdobia, v závislosti od terénnej dostupnosti. Spílené výhony náhodne vybratého jedinca z každej odrody v každom opakovaní, budú odvážené na mieste pomocou závesných váhach typu KERN CH 15 K 20, s rozsahom 20 až 15 000 g. namerané hodnoty budú zaznačené pre každú odrodu zvlášť.

Pomocou nožníc na konáre typu Profi ANVIL SHEAR 21 sa zo stanovených výhonov spílených jedincov odstrihnú 8 cm dlhé vzorky zo strednej časti výhonu, ktoré sa následne individuálne odvážia analytickými váhami typu KERN ABT 120-5DM, s presnosťou na 1 mg. Následne sa vzorka z každého skúmaného jedinca vloží do sušiarne typu MEMMERT UM 200 a vysuší do konštantnej hmotnosti pri teplote 85 °C (porovn. Nordh – Verwijst, 2003; Sevel - Larsen – Rasmussen, 2012; Hauptvogel, 2011; Demo et al., 2013; Dykyjová, 1989). Následne sa porovnajú hmotnosti vysušených vzoriek a ich pôvodných hmotností, čo preukáže percentuálnu hmotnosť suchej biomasy z celkovej váhy vzorky. Množstvo sušiny vzorky sa prepočíta na množstvo sušiny jedinca vydelením čerstvej hmotnosť jedinca s čerstvou hmotnosťou vzorky, a následne ich podiel vynásobí hmotnosťou sušiny vzorky. Pre výpočet množstva sušiny na 1 ha je potrebné vynásobiť hmotnosť sušiny jedného jedinca s počtom jedincov na ploche 1 ha. Výskum pre modelový stav počíta so 100 % zakorenenosťou jedincov a nulovou mortalitou jedincov v prípade všetkých skúmaných odrôd. Výsledky nadobudnutého výnosu suchej biomasy ($t \cdot ha^{-1}$) sa zapíšu do tabuliek pre množstvá sušiny v biomase (porovn. Hauptvogel, 2011). Zisťovanie množstva biomasy bude realizované každoročne mimo vegetačného obdobia.

Sledovanie škodlivých činiteľov

Na výskumnej lokalite sa bude vykonávať pozorovanie škodlivých činiteľov prevažne v podobe živočíšnych škodcov a chorôb. Sledovanie a hodnotenie škodlivosti biotických a abiotických faktorov sa bude realizovať na základe vizuálneho pozorovania. V prípade poškodzovania biotickými faktormi sa bude na jedincoch sledovať zošľap, ulomenie, obžer, či vytrhnutie sadenice zverou. Pri ujatých jedincoch bude hodnotený obžer výhonov čo do počtu a intenzity obžeru na skúmanej vzorke. Vizuálne bude hodnotený aj výskyt parazitujúceho hmyzu, pričom tento bude určený v spolupráci s expertmi, pre prípad výskytu a následný odhad možných škôd v budúcnosti. Pozorovať sa bude tiež veľkosť obžeru listovej plochy týmto škodcom v percentách, a stanovený na základe vzoriek listov odobraných z postihnutej rastliny. Z fotiek odobratých listov bude pomocou programu ImageJ stanovené percentuálne a plošné poškodenie odobratej listovej vzorky (porovn. Barta, 2011). Choroby budú pozorované na základe sfarbenia a tvaru listov jednotlivých rastlín. Každý z biotických škodlivých faktorov bude zaznamenávaný individuálne ku každej odrode, a to z dôvodu možnosti komparácie náchylnosti odrôd na vplyv negatívneho faktora. Identifikácia chorôb ako aj hmyzích škodcov spozorovaných na rastlinách sa bude vykonávať na základe dostupnej literatúry uvádzajúcej objekt pozorovania. V prípade potreby bude takáto tiež realizovaná v spolupráci s Katedrou ochrany rastlín Fakulty agrobiológie a potravinových zdrojov Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre. V prípade abiotického pôsobenia prostredia na porast bude sledovaná na rastline veľkosť listovej plochy vzhľadom k množstvu slnečných dní počas vegetačného obdobia, ako aj vodný sýtočný deficit rastliny v závislosti k množstvu dostupnej vody vo forme podzemnej vody či množstva úhrnov zrážok počas vegetačného obdobia. Množstvo vody dostupnej pre rastliny sa bude overovať opticky na základe sledovania zmien vlastností (veľkosti, sfarbenia a skrútenia) listov, ako aj množstva tvorby biomasy (porovn. Bonosi - Ghelardini - Weih, 2010).

Štatistické hodnotenie

Pri vyhodnocovaní numerických parametrov vybraných vlastností skúmaného porastu, budú použité niektoré známe štatistické úkony výpočtov podľa súhrnného štatistického diela Obtulovič (2010), Obtulovič (2013), doplnené podľa Grofík - Flák (1990), Bakytová a kol. (1975) a Quinn - Keough (2002). Príkladom je aritmetický priemer, ktorý bude použitý pri zisťovaní priemernej výšky jedincov v rámci skúmaného klonu, ale aj hrúbke či počte výhonov na jednej rastline. Tak sa zistí, ktorá zo skúmaných slovenských klonov či zahraničných odrôd má priaznivejší vývin v podobe tvorby biomasy v miestnych podmienkach výskumnej bázy. Pri výpočtoch budú tiež použité kalkulácie smerodajnej odchýlky, rozptylu či variačného koeficientu. Určená bude hladina významnosti výpočtov $\alpha = 0,05$. Zisťovaný bude tiež štatisticky preukázateľný rozdiel a počítaná analýza variácie, či použité multivariačné ordinačné metódy.

Výsledky a diskusia

Nakoľko je výskum len v úvodnej realizačnej fáze, konkrétne výstupy výskumu nie je možné podložiť a prezentovať. Potrebné je pripomenúvať hlavne otázky rizika pestovania a nečakaných udalostí, ktoré môžu výskum negatívne ovplyvniť. Nakoľko výskum počítal so skorším terénnym zberom vzoriek, čas výsadby je preto ovplyvnený týmto časovým sklzom. Nepriaznivo to môže vplývať na potreby zvýšenej starostlivosti o porast, a to hlavne v prípade pôdnej vlhky. Aj keď výskumná báza v súčasnosti disponuje pomerne dobrými vodnými zásobami pôdnej vody, mladé sadenice nemusia pozitívne reagovať na oneskorenú výsadbu, zvýšené teploty, a teda potrebu dodať vlahu prostredníctvom závlah. Druhým vážnym rizikom je možnosť zosĺapu sadeníc zverou, prípadne ich povytiahnutie, či obžer. Napriek hlavne týmto, ale aj iným menej významným negatívnym faktorom, sa predpokladá úspešný priebeh výskumu. Je možné tvrdiť, že plánované akcie spomenuté v rámci metodiky riešenia výskumu prinesú pozitívne výsledky, ktoré budú prospešné k využitiu podobných projektov, ako aj prispesú k vedeckým poznatkom v oblasti pestovania rýchlorastúcich drevín v budúcnosti. Nadobudnuté výsledky zrejme budú významné pre potencionálnych zakladateľov energetických plantáží v otázke rozhodovania, výberu medzi pestovaním domácich prírodných klonov odrody *Salix viminalis*, alebo zahraničných odrôd energetických drevín rodu *Salix*. Je pravdepodobné, že dendrometrické tabuľky na určovanie hmoty a prírastku porastov vrb prinesú úžitok pre viacerých pestovateľov, a dopomôžu k odhadu ročnej, či produkcií zberového cyklu týchto porastov. V rámci výskumu je potrebné zaistiť kontinuitu získavania údajov v čo najdlhšom časovom horizonte. Tým sa zaistia precíznejšie a obsahovo bohatšie informácie, ktoré v konečnom dôsledku dopomôžu k maximalizácii kvalitatívnej stránky podaných výstupov výskumu. Práve tieto môžu priniesť pozitívny efekt pre budúce pestovateľské rozhodnutia v oblasti pestovania rýchlorastúcich energetických drevín, a ktoré budú revolučným krokom vo formovaní novej energetickej vízie a dosiahnutí žiadaných environmentálnych výsledkov pre Slovensko.

Záver

Vzhľadom k bojom s nepriaznivými prírodnými živlami a poznatkami o ubúdajúcich zásobách neobnoviteľných zdrojov, je nesmierne dôležité zabezpečiť výskumy, riešiace problémy alternatívnych možností fungovania, prevažne v oblasti energetiky. Nakoľko sa dnes výskum rôznych sektorov upiera na vyriešenie problémov v spojitosti s globálnou zmenou, je nevyhnutné podniknúť kroky vedúce, prinajmenšom k stmeniu dopadov na životné prostredie v dôsledku negatívnych ľudských činností. Výskumy ako je tento, majú dopomáhať k hľadaniu alternatív a naoptimálnejších riešení získavania energie v danom regióne s dôrazom na environmentálne zásady. Nevyklučuje sa niekoľko desiatok rokov trvajúci výskum, pokiaľ sa dôjde k nájdeniu akéhosi optima pre človeka aj prírodu.

Literatúra

BAKYTOVÁ A KOL. 1975. *Základy štatistiky*. Bratislava : Alfa, 1975. 390 s. ISBN 63-556-75.

BARTA, M. 2011. Využitie metód digitálnej obrazovej analýzy na vyhodnotenie poškodenia listovej plochy duba japonského, quercus aliena blume, fyloxérou, phylloxera quercina (ferrari, 1872). In *Dreviny vo verejnej zeleni . recenzovaný zborník z konferencie s medzinárodnou účasťou*. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2011. ISBN 978-80-89408-12-2, s. 16 - 22.

BONOSI, L. - GHELARDINI, L. - WEIH, M. 2010. Growth responses of 15 Salix genotypes to temporary water stress are different from the responses to permanent water shortage. In *Trees - structure and function*. ISSN 0931-1890, 2010, Volume 24, Issue 5, p. 843 - 854.

CASLIN, B. - FINNAN, J. - MCCRACKEN, A. 2010. *Short rotation - Willow best practice guide*. Carlow : Teagast crops research centre, 2010. 70 p. ISBN 1-84170-575-6.

COPPICE RESOURCES LTD. 2008. *Guide to Short Rotation Coppice*. Retford: Coppice Resources Ltd., 2008. 13 p.

DEFRA. 2007. *Planting and growing short rotation coppice*. London : *Best Practice Guidelines For Applicants to Defra's Energy Crops Scheme*. London : DEFRA, 2007. 23 p.

DEMO, M. - HÚSKA, D. - TÓTHOVÁ, M. 2013. *Vrba (Salix L.) ako zdroj biomasy pre energetické účely (Pestovateľské technológie)*. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2013. 55 s. ISBN 978-80-552-1021-6.

DEMO, M. et al. 2013. *Produkčný a energetický potenciál švédskych odrôd rýchlorastúcej energetickej dreviny rodu Salix pestovanej v suchších pôdno-klimatických podmienkach juhozápadného Slovenska*. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. 82 s. ISBN 978-80-552-1064-3.

DYKYJOVÁ, D. A KOL. 1989. *Metody studia ekosystémů*. 1. vydání. Praha : Academia, 1989. 692 s.

EP. 2013. Výsadba. [online]. 2013, [cit. 2013-10-21]. Dostupné na internete: <http://www.energetickeporasty.sk/vysadba.php>.

GREPPEL, E. a i. 2009. *Zhodnotenie drevnej hmoty a marketingové riadenie*. 1. vyd. Zvolen : NLC, 2009. 146s. ISBN 978-80-8093-094-3.

GROFÍK, R. - FLÁK, P. 1990. *Štatistické metódy v poľnohospodárstve*. Bratislava : Príroda, 1990. 344 s. ISBN 80-07-00018-6.

GUIDI, F. - PITRE, F. E. - LABRECQUE, M. 2013. Short rotation coppice of willows for the production of biomass in eastern Canada. In *Biomass Now - Sustainable Growth and Use*. Rijeka : InTech, 2013. ISBN 978-953-51-1105-4, pp. 421- 448.

HAUPTVOGL, M. 2011. *Vplyv pôdno-klimatických a hydrologických podmienok juhozápadného Slovenska na vybrané produkčné ukazovatele rýchlorastúcej energetickej dreviny rodu Salix* : dizertačná práca. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2011. 118 s.

JYVÄSKYLÄ INNOVATION OY. 2009. *Energy from field energy crops : A handbook for energy producers*. Jyväskylä : Jyväskylä Innovation Oy, 2009. 59 p.

NORDH, N. E. - VERWIJST. T. 2003. Above-ground biomass assessments and first cutting cycle production in willow (*Salix* sp.) coppice - a comparison between destructive and non-destructive methods. In *Biomass and Bioenergy*. ISSN 0961-9534. 2004, Volume 27, Issue 1. p. 1 - 8.

OBTULOVÍČ, P. 2010. *Bioštatistika*. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2010. 154 s. ISBN 978-80-552-0397-3.

OBTULOVÍČ. 2013. Vysvetlenie štatistických vzťahov a výrazov [osobný rozhovor]. Správa pre: Matej HUDEC. 2013-11-22 [cit. 2013-11-22]. Osobná komunikácia.

ORAVEC, M. - BARTKO, M. - SLAMKA, M. 2012. *Postupy intenzifikácie produkcie drevnej biomasy na energetické využitie* : projekt riešený v spolupráci s MPRVSR. Zvolen : NLC, 2012. 63 s.

PESCHEL, T. - WEITZ. M. 2012. *Short rotation plantation : Concepts for establishment and operation methods for short rotation coppice (SRC) projects for EU bioenergy plants (including practical activities on demonstration fields)*. Ganderkesee : OPTFUEL, 2012. 37 p.

QUINN, P. G. - KEOUGH, M. J. 2002. *Experimental Design and Data Analysis for Biologists*. Cambridge : Cambridge University Press, 2002. 537 p. ISBN 978-05-210-0976-8.

SEVEL, L. - LARSEN, T. N. - RASMUSSEN, K. R. 2012. Biomass production of four willow clones grown as short rotation coppice on two soil types in Denmark. In *Biomass and Bioenergy*. ISSN 0961-9534. 2012, Volume 46, No. 11. p. 664 - 672.

ŠEBÍK, L. - POLÁK, L. 1990. *Náuka o produkcii dreva*. Bratislava : Príroda, 1990. 327 s. ISBN 80-07-00268-5.

ŠMELKO, Š. - ŠEBEŇ, V. - BOŠEĽA, M. 2012. *Návrh systému a pracovných postupov integrovanej inventarizácie lesa v dvoch variantoch* : projekt riešený v spolupráci s MPRVSR. Zvolen : NLC, 2012. 58 s.

ŠMELKO, Š. 2007. *Dendrometria*. II. vyd. Zvolen : TU, 2007. 401 s. ISBN 978-80-228-1828-5.

TÓTHOVÁ, D. 2012. Rastové rozdiely medzi odrodami vrb Inger a Express. In *Acta horticulturae et regioteecturae*. ISSN 1335-2563, 2012, roč. 15, č. Mimoriadne - Special, s. 63 - 66.

VOLK, T.A. et al. 2004. Effect of cutting storage conditions during planting operations on the survival and biomass production of four willow (*Salix L.*) clones. In *New Forests*. ISSN 1573-5095. 2004, Volume 28, Issue 1. p. 63 - 78.

ŽILAVÝ, P. 2009. 7.2.4 RRD. [online]. 2009, [cit. 2013-10-16]. Dostupné na internete: <<http://www.polnohospodarskabiomasa.sk/index.php?c=7.2.4>>.