

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
FAKULTA EURÓPSKÝCH ŠTÚDIÍ A REGIONÁLNEHO
ROZVOJA**

**KVANTITATÍVNE A KVALITATÍVNE VLASTNOSTI
VYBRANÝCH BYLÍN PESTOVANÝCH NA
ENERGETICKÉ ÚČELY**

Diplomová práca

Študijný program:	Environmentálne manažérstvo
Študijný odbor:	4.3.3 Environmentálny manažment
Školiace pracovisko:	Katedra ekológie
Školiteľ:	prof. RNDr. Zuzana Jureková, Csc.

Nitra 2010

Margaréta Kajanová, Bc.

Čestné vyhlásenie

Podpísaná Margaréta Kajanová vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Kvantitatívne a kvalitatívne vlastnosti vybraných bylín pestovaných na energetické účely“ vypracovala samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomá zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 28. apríla 2010

Margaréta Kajanová

Pod'akovanie

Touto cestou vyjadrujem pod'akovanie pani prof. RNDr. Zuzane Jurekovej, Csc. za pomoc, odborné vedenie, cenné rady a pripomienky pri vypracovaní mojej diplomovej práce.

V Nitre 28. apríla 2010

Margaréta Kajanová

Abstrakt

Biomasa v podobe drevných či poľnohospodárskych odpadov a špeciálne pestovaných energetických rastlín predstavuje vo svetovej i našej energetike perspektívny primárny zdroj energie. Je dlhodobou stabilným zdrojom energie s menšou závislosťou na krátkodobých výkyvoch počasia a sezónnej premenlivosti klímy a jej využívanie si vyžaduje relatívne nízke investičné náklady. Energetické plodiny sa všeobecne považujú za nenáročné, ale podobne ako aj ostatné plodiny potrebujú špecifickú starostlivosť.

Cieľom diplomovej práce bolo zhromaždiť charakteristiky o biologických vlastnostiach troch druhov potenciálnych energetických bylín, a to ciroku Hyso, ozdobnice čínskej a ricínu obyčajného a overiť produkciu ich biomasy v podmienkach južného Slovenska. Taktiež sme hodnotili vhodnosť pôd pre pestovanie vybraných druhov podľa agroklimateckej regionalizácie.

Dielčimi cieľmi bolo charakterizovať vlastnosti vybraných druhov energetických bylín, kvantifikovať úrodu ich biomasy v závislosti na rozdielnom počte rastlín na jednotke plochy a následne určiť kvalitatívne vlastnosti biomasy, akými sú obsah vody a obsah suchej hmoty, ako i mernú objemovú hmotnosť biomasy.

Predmetom riešenia bolo analyzovať úrodu biomasy pokusných druhov vo vegetačnom roku 2007 a 2008, tak ako sa utvárala v závislosti na hustote porastov.

Potvrdilo sa, že veľkosť úrody biomasy je závislá na počte jedincov na jednotke plochy, so znižovaním počtu jedincov úroda biomasy klesala. V prvom pokusnom roku najvyššiu produkciu biomasy poskytol cirok-Hyso ($17,710 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), v druhom pokusnom roku ozdobnica čínska ($20,35 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$).

V druhom stupni našej analýzy sme urobili charakteristiky pokusných druhov pre možnosti ich pestovania podľa agroklimateckej regionalizácie. Potvrdilo sa, že ozdobnica, cirok a ricín patria do agroklimateckej makrooblasti teplej a vzhľadom na uvedené teplotné požiadavky sú málo odolné voči mrazom.

Výsledky potvrdzujú, že skúmané druhy cirok-Hyso (*Sorghum bicolor L.x Sorghum sudanese*), ricín obyčajný (*Ricinus comunis L.*) a ozdobnica čínska (*Miscanthus sinensis L.*) sú teplomilné rastliny s mohutným rastom a vysokou potenciálnou schopnosťou tvorby biomasy. Agroklimatecká makrooblasť južného Slovenska charakterizovaná ako teplá s vegetačnou termickou konštantou v škále 2200 – 3000 °C je pre pestovanie skúmaných druhov vyhovujúca.

Kľúčové slová: biomasa, energetické plodiny, fytomasa, obnoviteľné zdroje energie

Summary

Biomass in the form of wood or agricultural wastes or specially grown energy crops in a global perspective and energy of our primary energy source. The long-term stable source of energy, with less dependence on short-term fluctuations in weather and seasonal climate variability and its use requires relatively low investment costs. Energy crops are generally considered to be easy, but like other crops need special care. The aim of this thesis was to gather the characteristics of the biological properties of three types of potential energy herbs *Sorghum bicolor* L.x *Sorghum sudanese*, *Ricinus comunis* and *Miscanthus sinensis* and laugh their heads off and verify the production of biomass in terms of southern Slovakia. We also evaluated the suitability of land for cultivation of selected species under agroclimatic regionalization. Sub-objectives were to characterize the behavior of the energy herb species, quantify their biomass crops, depending on the different number of plants per unit area and then determine the qualitative characteristics of biomass, such as water content and dry matter content, as well as a volume metric weight biomass. Dealt with was to analyze the experimental biomass yield of species growing in 2007 and 2008, as shaped depending on the density of vegetation. It was confirmed that the size of the harvest biomass is dependent on the number of individuals per unit area, reducing the number of individuals with biomass yield decreased. In the first experimental year, the highest biomass production given sorghum-Hyso ($17.710 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) in the second experimental year miscanthus sinensis ($20.35 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). In the second stage of our analysis we have made the characteristics of the test species for the possibility of their cultivation under agroclimatic regionalization. It was confirmed that miscanthus, sorghum and ricin belong to the agro climatic warm and macro view of the above temperature requirements are less resistant to frost. The results confirm that the studied species Hyso-sorghum (*Sorghum bicolor Sorghum Sudanese Lx*), *Castor bean (Ricinus comunis L.)* and *Miscanthus sinensis* plants are warm with strong growth potential and high capacity production of biomass. Agroclimatic macroarea of southern described as warm with growing thermal constant in the range $2200 - 3000 \text{ }^\circ\text{C}$ for the cultivation of the species tested satisfactory.

Key words: biomass, energy crops, phytomass, renewable energy

Obsah

Obsah	6
Zoznam skratiek a značiek.....	8
Úvod	9
1 Súčasný stav poznatkov	10
1.1 Biomasa na energetické účely (bylinná biomasa)	10
1.2 Možnosti využívania biomasy na Slovensku, potreba využívania biomasy v kontexte Európskej únie	12
1.2.1 Využívanie biomasy na Slovensku	12
1.2.2 Využívanie biomasy v EÚ	15
1.3 Riziká využívanie biomasy	19
1.4 Environmentálne zásady pestovania a využívania biomasy jedno a viacročných bylín	20
1.5 Pestovanie energetických bylín	21
1.6 Energetická hodnota biomasy rýchlorastúcich jedno a viacročných bylín	22
1.7 Faktory ovplyvňujúce rast a tvorbu biomasy jedno a viacročných bylín	23
1.7.1 Agroklimatické členenie Slovenska	23
1.7.2 Biometeorologické charakteristiky teploty	25
1.7.3 Vplyv nízkych teplôt na rastliny	27
1.7.4 Teplotné sumy (úhrny, súčty)	28
1.8 Legislatíva SR v oblasti (pestovania a spaľovania) energetických bylín	28
2 Materiál a metódy	34
2.1 Popis pokusného územia.....	34
2.1.1 Charakteristika pôdno-ekologických podmienok.....	34
2.1.2 Klimatická charakteristika	36
2.1.3 Lokalizácia pokusov	37
2.2 Charakteristika pokusných bylín na energetické využitie	38
2.2.1 Ozdobnica čínska (<i>Miscanthus sinensis giganteus</i>)	38
2.2.2 Cirok Hyso (<i>Sorghum bicolor x Sorghum sudanese</i>)	39
2.2.3 Ricín obyčajný (<i>Ricinus communis</i>)	39
2.3 Popis vybraných ekofyziologických charakteristík	40
2.3.1 Biomasa	40
2.3.2 Dĺžka vegetačného obdobia	40

2.4	Organizácia a štruktúra pokusov jednoročných a viacročných bylín v jednotlivých pokusných rokoch	41
2.4.1	Odber rastlinného materiálu a merané parametre	42
2.5	Kvantifikácia biomasy nadzemnej hmoty	42
2.5.1	Stanovenie obsahu sušiny	42
2.5.2	Obsah vody	43
2.5.3	Merná (objemová) hmotnosť biomasy	43
3	Cieľ	44
4	Výsledky a diskusia	45
5	Závery	51
6	Zoznam použitej literatúry.....	52
7	Prílohy	56

Zoznam skratiek a značiek

CO₂	oxid uhličitý
EÚ	Európska únia
FAO	organizácia OSN pre výživu a poľnohospodárstvo
FSC	FOREST STEWARDSHIP COUNCIL, podporuje environmentálne vhodné, sociálne prínosné a ekonomicky životaschopné obhospodarovanie lesov
GJ	gigajoul = 10 ⁹ joulov
Gt	gigatona
GCP	GOOD CLINICAL PRACTISE
IPCC	INTERGOVERNMENTAL PANEL OF CLIMATE CHANGE
KO	komunálny odpad
kW	kilowatt
kWh	kilowatthodina
MJ	megajoul
Mtoe	1Mtoe = 10 ⁶ toe (ton ropného ekvivalentu)
MW	megawatt
NZ	Nové Zámky
OZE	obnoviteľné zdroje energie
PJ	petajoul
RRD	rýchlorastúce dreviny
t.ha⁻¹	tona na hektár
TS	teplotná suma
TTP	trvalé trávne porasty
TUR	trvalo udržateľný rozvoj
TWh	terrawatthodina
VD	vegetačná doba
ŽV	živočíšna výroba

Úvod

Zmenou legislatívy sa čoraz častejšie na Slovensku experimentuje s pestovaním fytomasy pre energetické účely. Aktuálny stav poľnohospodárstva na Slovensku ponúka rozsiahle možnosti pestovania tzv. energetických rastlín. Z dôvodu prísnych kvót emisných limitov prichádza do úvahy hlavne produkcia určená na výrobu ekologicky čistej energie.

Fytomasa je charakterizovaná ako všetka organická hmota rastlinného pôvodu vznikajúce v prírode v priebehu fotosyntézy. Ideálna energetická plodina pre produkciu fytomasy je rastlina vysoko výnosná, rastúce za nízkych energetických vstupov s minimálnymi nákladmi na pestovanie, s vhodným chemickým zložením a nízkymi nárokmi na živiny. Ďalej by mala byť odolná voči chorobám a škodcom. Mnoho autorov vyzdvihuje plodiny vytrvalej a pôvodný v oblasti pestovania.

Spôsob využitia je do značnej miery daný fyzikálnymi a chemickými vlastnosťami biomasy. Dôležitým parametrom je obsah sušiny v biomase. K spaľovaniu je vhodná najmä fytomasa z rôznych druhov drevín alebo drevnatejších a slamnatých plodín, ktorá má v suchom stave priaznivé chemické zloženie. Efektívnosť spaľovania sa zvyšuje najmä po vysušení na obsah vody pod 30% u dreva a pod 20% u bylín.

Energetické plodiny by predovšetkým mali vykazovať dostatočné výnosy biomasy pri relatívne nízkych súhrnných nákladoch na ich pestovanie, zber, úpravu, skladovanie a spracovanie.

Význam využívania energetickej biomasy možno hodnotiť len veľmi priaznivo. Výsledkom nie je len získanie vlastnej energie, ale biomasa má aj ďalšie aspekty, ktoré ju predurčujú k intenzívnejšiemu využívaniu. Je určitou náhradou za fosílnu energiu, energetické využívanie biomasy má menšie negatívne vplyvy na životné prostredie, intenzívna zeleň energetických rastlín prispieva k redukcii skleníkových plynov, „pestovanie“ energie umožní efektívne využitie pôdy, čo prispieva k údržbe kultúrnej krajiny, pestovanie, spracovanie a preprava energetickej biomasy je zdrojom nových pracovných príležitostí, čo má nesporný vplyv na zlepšenie sociálnych podmienok hlavne v okrajových regiónoch s vysokou nezamestnanosťou.

1. Súčasný stav poznatkov

1.1 Biomasa na energetické účely (bylinná biomasa)

Biomasa predstavuje „biologicky rozložiteľné frakcie výrobkov, odpadu a zvyškov z poľnohospodárstva (vrátane rastlinných a živočíšnych látok), lesníctva a príbuzných odvetví, ako aj biologicky rozložiteľné frakcie priemyselného a komunálneho odpadu“ (Smernica 2001/77/ES o podpore elektrickej energie vyrábanej z obnoviteľných zdrojov energie). Biomasa má množstvo výhod nielen v porovnaní s konvenčnými energetickými zdrojmi,

ale aj v porovnaní s inými OZE. Je dlhodobou stabilným zdrojom energie s menšou závislosťou na krátkodobých výkyvoch počasia a sezónnej premenlivosti klímy a jej využívanie si vyžaduje relatívne nízke investičné náklady. Biomasa predstavuje dôležitý potenciál pre rozvoj regionálnej a lokálnej ekonomiky a poskytuje príležitosť pre oživenie poľnohospodárskej činnosti na vidieku.

Na druhej strane, biomasa je jediný druh OZE, ktorý je závislý od dostatku suroviny na výrobu paliva, jeho stabilnej a spoľahlivej dodávky a podlieha rastu cien v závislosti od rastu dopytu po palive a tiež rastu nákladov na jeho dopravu (Sluka, 2007).

Biomasa vzhľadom na svoju dostupnosť a možnosť využitia nových technológií sa z hospodárskeho i energetického hľadiska javí ako najdôležitejší a v našich podmienkach najperspektívnejší obnoviteľný zdroj energie.

Ako zdroje prichádzajú do úvahy nasledujúce biogénne suroviny:

- ✓ *drevo a drevný odpad,*
- ✓ *odpady z poľnohospodárskej produkcie (slama),*
- ✓ *organické odpady z domácností a živočíšnej výroby (hnoj),*
- ✓ *energetické kultúry (rastliny s vysokým energetickým obsahom, repka na výrobu oleja, rastliny s vysokým obsahom cukru na výrobu alkoholu a i.) (Pepich, 2003).*

Pastorek (2000) uvádza dve hlavné skupiny zdrojov energetickej biomasy, t.j. biomasy využiteľnej na energetické účely:

A. Biomasa zámerne pestovaná na energetické účely:

a) Energetické plodiny:

- *Lignocelulóзовé rýchlorastúce dreviny (vřby, topole, jelše, agáty, atď.)*
- *Obilniny (slama, zrno, celé rastliny)*
- *Trávne porasty (miscanthus, chrastnica, TTP)*

- *Ostatné rastliny* (konopa, amaranthus, cirok, krídlatka, štiavec)
- b) **Rastliny na výrobu olejov a metylesterov:** (olejnaté) kapusta repková pravá, slnečnica, ľan, dyňa na semeno, atď.
- c) **Rastliny na výrobu etylalkoholu:** (škrobnato-cukornaté) zemiaky, cukrová repa, obilie (zrno), topinambur, kukurica, atď.

B. Odpadová biomasa:

- Rastlinné zvyšky z poľnohospodárskej výroby a údržby krajiny (slama obilná, kukuričná, repková, zvyšky po likvidácii krovín a lesných náletov, zvyšky z lúčnych a pasienkových areálov, odpady zo sadov a viníc, trávne porasty z úhorov, parkových úprav)
- Odpady zo živočíšnej výroby
- Exkrementy z chovu hospodárskych zvierat, zvyšky krmív, odpady z mliečnic, odpady z pridružených spracovateľských kapacít
- Komunálne organické odpady z vidieckych sídiel (kaly z odpadových vôd, organický podiel tuhých KO, odpadovej organickej hmoty z údržby zelene a trávnatých plôch)
- Organické odpady z potravinárskych a priemyselných výrob (odpady z prevádzky na spracovanie a skladovanie rastlinnej produkcie, z bitúnkov, z mliekarní, z liehovarov a konzervární, z vinárskych prevádzok, z drevárskych prevádzok, t.j. odrezky, hobliny, piliny)
- Odpady z lesného hospodárstva (drevná hmota z lesných prebierok, kôra, vetvy, manipulačné odrezky, pne a korene po ťažbe dreva, manipulačné odrezky, palivové drevo)

Z aspektu životných cyklov možno nedrevnaté energetické plodiny rozdeliť na:

- jednoróčné: láskavec, konope (*Cannabis sativa*), slez,
- dvojročné: pupalka dvojročná (*Oenothera biennis*), komonica biela (*Melilotus albus Desr.*),
- viacročné a vytrvalé: ozdobnica čínska , (*Miscanthus sinensis*, *Miscanthus giganteus*), topinambur (*Helianthus tuberosus*)

Energetické rastliny sú tie, ktoré sa pestujú za účelom ich využitia ako zdrojov energie a ktoré spĺňajú tieto základné podmienky:

- minimálna náročnosť pri pestovaní
- pozitívna energetická bilancia.

Na zozname energetických rastlín, ktoré sú priamo využiteľné ako palivo je množstvo príkladov skoro zo všetkých regiónov svetových plantáží a lesov, ktoré sú špeciálne kultivované za účelom energie. Existujú však aj určité príklady tradičných plantáží spojené s ich využívaním, ako napr. pridružené farmy na ŽV alebo iné využitie lesa.

Nová možnosť intenzívneho pestovania energetických plodín na kultivovaných pôdach sa javí ako alternatíva k rôznym stratégiám na obmedzovanie prebytkov pri pestovaní tradičných potravinárskych plodín. Na základe toho, keďže sú alternatívnymi plodinami, musia byť pestované v oblasti príjmu vytvoreného s cieľom znižovania strát v poľnohospodárskom sektore. Tento typ kultivácie, ktorý vyžaduje vhodné plodiny, môže využívať rozličné typy rastlín, z ktorých niektoré sú len vo fáze výskumu.

Svetová organizácia FAO odporúča, aby sa energetické plantáže zakladali výhradne na pôdach, ktoré nemožno využívať pre pestovanie rastlín určených pre výživu obyvateľstva (Apalovič, 1998).

1.2 Možnosti využívania biomasy na Slovensku, potreba využívania biomasy v kontexte Európskej únie

1.2.1 Využívanie biomasy na Slovensku

V porovnaní s inými obnoviteľnými zdrojmi na Slovensku predstavuje biomasa po solárnej a geotermálnej energii zdroj s tretím najvyužiteľnejším potenciálom. Odhady celkového využiteľného potenciálu biomasy (lesnej aj poľnohospodárskej) sa pohybujú od 75,6 PJ (resp. 21 TWh) (*Návrh energetickej politiky SR, 2006*) až po 120,3 PJ (resp. 33,4 TWh) (*Stratégia vyššieho využitia obnoviteľných zdrojov energie, 2007*).

Z hľadiska technicky využiteľného potenciálu (t.j. potenciálu, ktorý sa dá využiť po zavedení dostupnej technológie a je limitovaný administratívnymi, legislatívnymi a environmentálnymi prekážkami, a nielen prekážkami ekonomickými) pripadá na biomasu jednoznačne najväčší podiel medzi OZE (takmer 60 %). Technicky využiteľný potenciál biomasy predstavuje teoreticky ročne až 15 % hrubej domácej spotreby energie na Slovensku.

Problémom pri objektívnom určení technicky využiteľného potenciálu biomasy na Slovensku (ale aj ďalších OZE) je však nejednotnosť údajov a chýbajúca jednotná metodika na jeho výpočet. Aj napriek relatívne veľkému technicky využiteľnému

potenciálu biomasy na Slovensku a súčasnému nízkemu stupňu jej využívania je potrebné brať do úvahy, že rozvoj „energetického priemyslu“ závisí od spoľahlivosti dodávok a cien vstupnej suroviny na výrobu paliva ako aj rastu dopravných nákladov a dostupnosti biomasy z hľadiska terénu.

Podľa návrhu Programu vyššieho využívania biomasy a slnečnej energie v domácnostiach (*Stratégia vyššieho využitia obnoviteľných zdrojov energie v SR, 2006*) by na Slovensku mohlo byť do roku 2010 priamo vytvorených 1500 pracovných miest. Tento počet zahŕňa počet pracovných príležitostí v oblastiach pestovania, ťažby, zberu, spracovania a samotného využívania biomasy a výroby a využívania bioplynu. Počet pracovných príležitostí sa môže zvýšiť o ďalších 3000 v prípade, ak sa do nej započíta aj výroba zariadení na využívanie biomasy.

V *Návrhu koncepcie využitia poľnohospodárskej a lesníckej biomasy (2004)* sa uvádza, že teoreticky je možné v slovenskom poľnohospodárstve vyrobiť až 46,5 PJ energie z poľnohospodárskej biomasy rastlinného pôvodu v objeme 2 131 tis. ton a biomasy živočíšneho pôvodu v objeme 277 tis. m³, bez toho, aby jej energetické využívanie negatívne vplývalo na živočíšnu výrobu (podstielanie, kŕmenie) alebo výživu pôdy. Podiel obnoviteľných zdrojov energie na celkovej spotrebe energie v Slovenskej republike predstavuje približne 4%, v prepočte 32,4 PJ, pričom podiel biomasy na celkovej spotrebe energie predstavuje približne 1%. Odhaduje sa, že podiel biomasy predstavuje viac ako 40% všetkých obnoviteľných zdrojov energie. V roku 2005 predstavoval podiel poľnohospodárskej pôdy 49,6% celkovej výmery územia Slovenskej republiky. Posledné desaťročné obdobie 1995-2005 je charakteristické miernym medziročným znižovaním výmery poľnohospodárskej pôdy, čo predstavuje v absolútnych hodnotách pokles výmery za dané obdobie o 12,7 tis. ha.

Celkovú výmeru prebytku poľnohospodárskej pôdy v Slovenskej republike, ktorú by sme podľa výpočtov mohli označiť ako poľnohospodársku pôdu, ktorá sa nevyužíva, resp. nie je potrebná k produkcii potravín uvádza Baráková (2007):

Celková výmera poľnohospodárskej pôdy za rok 2005 predstavovala 2 433 tis. ha, a prebytok nevyužívanej poľnohospodárskej pôdy, podľa výpočtov 491,6 tis. ha, pričom v sledovanom období 2001-2005 sa prebytok zvýšil o 166 %. Najvýznamnejší je prebytok výmery trvalých trávnatých porastov - lúk a pasienkov, kde nevyužívaná výmera predstavuje 72,5 % z celkovej nevyužívanej poľnohospodárskej pôdy. Tiež nie je zanedbateľných nevyužitých 15 % ornej pôdy vo výmere 72 tis. ha. Významným faktorom z pohľadu alternatívneho využitia poľnohospodárskeho pôdneho fondu na produkciu

bioenergetických surovín je aj fakt, že poľnohospodárstvo v Slovenskej republike má menej priaznivé prírodné a produkčné podmienky ako krajiny EÚ. V súlade s kritériami EÚ z výsledkov kategorizácie územia Slovenskej republiky vyplýva, že na znevýhodnené oblasti – Less favoured areas (LFA) u nás pripadá 1 227, 6 tis. ha poľnohospodárskej pôdy, čo predstavuje 50,5% z celkovej výmery poľnohospodárskeho pôdneho fondu.

Z pohľadu zabezpečenia produkcie základných rastlinných komodít z domácich zdrojov v roku 2005, domáca rastlinná produkcia prevýšila ich domácu spotrebu (úroveň potravinovej sebestačnosti bola vyššia ako 100%). Uvedená skutočnosť poukazuje na významný prebytok - nadprodukciu rastlinnej produkcie na domácom trhu u väčšiny základných rastlinných komodít. Produkcia, ktorá nie je potrebná na zabezpečenie potravinovej sebestačnosti nakoľko domáca produkcia je vyššia ako domáca spotreba, môže byť exportovaná alebo resp. by mohla byť využitá na pestovanie tradičných alebo cielene pestovaných energetických komodít. Spolu s existenciou rezerv vo využití pôdneho fondu a významného využiteľného potenciálu poľnohospodárskej biomasy ako obnoviteľného zdroja energie, však ako to môžeme vidieť (nielen) v Slovenskej republike existujú aj bariéry, ktoré obmedzujú vyššie využívanie obnoviteľných energetických zdrojov (nielen) v pôdohospodárstve, napriek ich jednoznačným predpokladom k vyššiemu využívaniu. Prispieť k zachovaniu a posilneniu funkčnosti a stability vidieka, ktorý predstavuje 85% územia Slovenskej republiky, ako zakladaného dlhodobého cieľa, ale aj k ostatným cieľom, ktoré definuje *Koncepcia rozvoja pôdohospodárstva na roky 2007-2013 (2007)* v časti rozvoj poľnohospodárstva a potravinárstva však predpokladá plne využiť produkčný potenciál v oblasti poľnohospodárstva.

V prípade Slovenska aj napriek už hore uvedeným „dobrým základom“, pre produkciu obnoviteľných energetických zdrojov, ktoré vychádzajú zo základného výrobného zdroja odvetvia - pôdy, existuje stále veľa legislatívnych otázok ohľadom vyššieho využívania jednotlivých obnoviteľných zdrojov energie. Na jednej strane je viditeľná snaha slovenskej vlády podporovať vyššie využívanie obnoviteľných zdrojov energie, na strane druhej sú potenciálni záujemcovia, ktorí na Slovensku rozhodne nechýbajú, napr. na konferencii „Biomasa pre regionálnu energetiku“, ktorá sa konala 30.mája.2007 na Slovenskej poľnohospodárskej univerzite v Nitre. Potenciálnych záujemcov okrem konkrétnych praktických otázok zaujímali a dovoľím si konštatovať, že aj najviac iritovali predovšetkým legislatívne (ne)riešenia vyššieho využívania obnoviteľných energetických zdrojov najmä poľnohospodárskej biomasy, v súčasnosti veľmi diskutovaná otázka garancie návratnosti investícií a očakávané prijatie samostatného zákona o využívaní

obnoviteľných zdrojov energie tak ako samostatný zákon existuje v okolitých krajinách napr. aj v Českej republike. Diskusia bola veľmi zaujímavá nakoľko sa v nej stretli zástupcovia nielen už hore uvedených dvoch strán – vládny sektor a potenciálni záujemcovia (najmä z okolitých miest a obcí), ale aj zástupcovia akademickej obce zo Slovenska, Maďarska a Českej republiky, odborní pracovníci a študenti. Podstatným prvkom konferencie, nielen pre potenciálnych záujemcov bol aj fakt, že bola vedená nielen v teoretickej, ale aj v praktickej rovine, čo predstavuje podľa môjho názoru pozitívny krok smerom k vyššiemu využívaniu obnoviteľných zdrojov energie.

Ako uvádza Pepich (2007), napriek prijatým koncepčným materiálom, ktoré sa zaoberajú obnoviteľnými zdrojmi energie, nedošlo na Slovensku k očakávanému zvýšeniu ich využívania. že aj naďalej na Slovensku sú najväčšou zábranou rozvoja využívania biomasy na energetické účely nedokonalé legislatívne opatrenia v tejto oblasti. Podstatným prínosom k vyššiemu využívaniu (nielen) biomasy na energetické účely, by mohla prispieť aj širšia diskusia a otvorenejšia komunikácia medzi jednotlivými zúčastnenými stranami, nielen

v teoretickej ale aj v praktickej rovine.

1.2.2 Využívanie biomasy v EÚ

Obsah CO₂ sa v atmosfére za posledné dve desaťročia zvýšil asi o 25 % v dôsledku spaľovania fosílnych palív, ale tiež následkom vyrubovania lesov. V súčasnosti sa koncentrácia CO₂ zvyšuje každý rok asi o 0,5 % takže zdvojnásobenie obsahu CO₂ sa predpokladá okolo roku 2075. Pre produkciu novej organickej hmoty (úrody) je najvýznamnejšou fotosyntéza a fotodýchanie, čiže čistá fotosyntéza a stomatárna vodivosť. Stomatárna vodivosť povrchu listov je daná optimálnou bilanciou medzi prívodom CO₂ a transpiráciou. Zdvojnásobenie koncentrácie CO₂ má za následok zmenšenie transpirácie podľa Kimballa a Idrisa (in Šiška, 1996) asi o 34 %. Tým rastie efektívne využívanie vody pri fotosyntetickej fixácii uhlíka. Tento efekt vy mohol byť priaznivý pre rastliny v suchých oblastiach. Zdvojnásobenie koncentrácie CO₂ môže zvýšiť úrodu rastlín skupiny C4 (podľa charakteru fotosyntézy: kukurica, cukrová trstina, láskavec) o 0 – 10 % a rastlín skupiny C3 (sója, pšenica, ryža) o 10 – 50 %. Rast CO₂ bude tiež stimulovať rast burín. (Špánik, Šiška, 2004).

Rastúce ceny fosílnych palív, globálne otepľovanie, pokles sa energetických zdrojov, politická nestabilita regiónov, v ktorých sa nachádzajú kľúčové náleziská ropy, zemného plynu a uránovej rudy a z toho vyplývajúca energetická závislosť – to všetko sú

hrozby, ktoré koncom minulého storočia donútili Európsku Úniu postupne prehodnotiť jej energetickú politiku a zamerať sa na čistejšie, bezpečnejšie, udržateľnejšie a environmentálne prijateľnejšie technológie. Jeden z hlavných nástrojov, ktoré majú do viesť Úniu k naplneniu jej troch základných cieľov energetickej politiky – konkurencieschopnosti, trvaloudržateľnosti a bezpečnosti dodávok – predstavujú v súčasnosti aj obnoviteľné zdroje energie (OZE).

Lídri EÚ prijali v decembri 2008 rozsiahly balík opatrení, ktorých cieľom je znížiť dosah činností EÚ na globálne otepľovanie a zabezpečiť spoľahlivé a dostačujúce dodávky energie. Ide o historicky najrozsiahlejšiu reformu energetickej politiky EÚ, prostredníctvom ktorej by sa Európa mala stať svetovým lídrom v oblasti obnoviteľných zdrojov energie a nízkouhlíkových technológií.

Za dramatickým vývojom politiky stojí záväzok EÚ znížiť emisie skleníkových plynov o 20 % do roku 2020 (v porovnaní s rokom 1990), a to najmä prostredníctvom zvýšenia podielu energie z obnoviteľných zdrojov a obmedzenia celkovej spotreby energie. Tieto opatrenia okrem toho pomôžu znížiť závislosť na dovoze plynu a ropy a umožnia chrániť hospodárstvo pred dosahom rastúcich cien energií a neistých dodávok.

Z pohľadu celkového využívania OZE v rámci EÚ zohráva dôležitú úlohu biomasa. Na celkovej spotrebe OZE sa biomasa podieľa takmer polovicou. V súčasnosti biomasa pokrýva asi 4 % z celkovej energetickej potreby EÚ (69 Mtoe v roku 2003). Aby došlo k naplneniu európskych cieľov a záväzkov týkajúcich sa využívania OZE, tento podiel by sa do roku 2010 mal viac než zdvojnásobiť (185 Mtoe) a do roku 2030 strojnásobiť (210 – 250 Mtoe).

Intenzívnejšie využívanie biomasy do roku 2010 by malo krajinám EÚ priniesť niekoľko výhod:

- ✓ diverzifikáciu dodávok energie zvýšením podielu OZE o 5 % a obmedzením závislosti na dovážaných energetických nosičoch zo 48 % na 42 %,
- ✓ zvýšenie bezpečnosti a spoľahlivosti dodávok energie,
- ✓ obmedzenie emisií skleníkových plynov ročne o 209 miliónov ton ekvivalentu CO₂,
- ✓ vytvorenie 250 tisíc až 300 tisíc nových pracovných miest, najmä vo vidieckych regiónoch (za predpokladu, že 70 – 90 % biomasy využíwanej na energetické účely bude

vyprodukovanej v EÚ), zvýšenie úrovne zhodnotenia domácich zdrojov energie. (Biomass Action Plan, 2005).

Kyótsky protokol navrhol znížiť emisie CO₂ o 8 % do roku 2015 oproti roku 1990.

Záväzky Slovenska: do roku 2010: 12 % energie z OZE ,
31 % elektriny z OZE,
5,75 % podiel biopalív

Rada Európy 8. a 9. marca 2007 prijala:

- zníženie emisií CO₂ o 30 % do roku 2020 a o 60 % do roku 2050,
- 20 % podiel OZE do roku 2020 a 50 % podiel do roku 2040 (Pepich, 2007).

Podstatou Kyótskeho protokolu je snaha intervenovať vývoj národných emisií skleníkových plynov. Ide však o veľmi citlivý problém, ktorý úzko súvisí s vývojom národných ekonomík. Práve preto doposiaľ nedosiahol v niektorých štátoch medzinárodnú platnosť. A to aj napriek tomu, že povinnosti vyplývajúce z Kyótskeho protokolu boli pre jednotlivé štáty obmedzené a že okrem znižovania produkcie skleníkových plynov Kyótsky protokol umožňuje znížiť emisie jednotlivých štátov prenosmi uhlíka prostredníctvom zmien v lesnom hospodárstve a vo využívaní krajiny. Súčasné merania ukazujú, že globálna terestrická biosféra absorbuje viac atmosférického uhlíka, než uvoľní. Podľa IPCC (2001) v 80.tych rokoch to bolo 1,9 Gt uhlíka za rok, zatiaľ čo v 90.tych rokoch 2,3 Gt. Tieto čísla však môžu z roka na rok kolísať a taktiež geografická distribúcia je prakticky neznáma. I napriek neurčitým vedeckým záverom je dokázané, že v posledných desaťročiach vykazujú vklady uhlíka značný nárast. Určujúce faktory sú spojené predovšetkým s prihnojením prirodzených ako aj umelých ekosystémov, ako aj zvyšujúcim sa obsahom dusíka a oxidu uhličitého v atmosfére. Medzi ďalšie významné faktory patria využívanie krajiny, zmeny v hospodárení v lesoch a taktiež reakcie ekosystémov európskeho kontinentu na zmenu klímy. Ako bolo uvedené, terestrická biota v súčasnej ročnej bilancii zadrží okolo 2,3 Gt uhlíka. To je množstvo, ktoré sa vyrovná strate uhlíka spôsobenej odlesňovaním tropických lesov. Pri odlesňovaní sa ročne dostáva do ovzdušia približne 2,0 Gt uhlíka. Neexistujú však žiadne vedecké dôkazy o tom, že by súčasné zachytávanie uhlíka v terestrickej biote existovalo v nezmenenej sile aj v budúcnosti. Práve preto nemôžeme predpokladať, že terestrický vklad pre uhlík môže neustále kompenzovať časť emitovaného uhlíka z fosílnych palív. Môžeme však hovoriť o časovom efekte, ktorý poskytuje určitý odhad, maximálne však 15 – 100 rokov, pre

vývoj alternatívnych dlhodobých stratégií, ktorých cieľom bude redukcia uhlíka v ovzduší (GCP, 2003). Fotosyntéza, ktorá je príčinou ukladania uhlíka a respirácia, sú procesy, ktorých vzájomná bilancia určuje správanie systému, či je vkladom alebo zdrojom uhlíka. Obidva procesy sú závislé na teplote, avšak dopad zmeny teploty na obidva procesy je natoľko rozdielny (Malhi et al 1999), že u lesných ekosystémov v dôsledku zvýšenej autotrofnej respirácie i mineralizácie pôdy je reálne predpokladať prechod vkladu do prevládajúceho zdroja uhlíka. Zvýšené teploty môžu navyše zvyšovať stratu vody výparom, ktorý vedie k zníženej tvorbe biomasy, teda zníženej asimilácii, ktorá by tiež mohla výrazne znižovať silu vkladu pre atmosférický uhlík.

Najvýraznejšie možnosti zníženia CO₂ prináša náhrada časti výroby energie využitím biomasy. Tá je z hľadiska emisií CO₂ neutrálna a teda pri energetickom využití neemituje žiadne množstvo CO₂. V praxi to znamená, že každá kWh energie, ktorej výroba z fosílnych palív je nahradená výrobou z biomasy prináša čistú úsporu emisií CO₂. Pre lepšiu názornosť to budeme prezentovať na praktickom príklade.

Pre tento príklad sme si vybrali energetický zdroj vyrábajúci teplo zo zemného plynu. Jeho celková ročná spotreba zemného plynu predstavuje 5.400.000 m³. Pri takomto množstve emituje ročne 10.953 t CO₂. V rámci schémy obchodovania s emisnými kvótami Ministerstvo životného prostredia SR prideliť tomuto znečisťovateľovi emisnú kvótu CO₂ pre obdobie

2005 – 2007 vo výške 28.700 t CO₂, čo predstavuje ročnú kvótu 9.566 t CO₂. Už z tohto prehľadu je vidieť, že prevádzkovateľovi tohto zdroja bude, v prípade že neobmedzí vlastnú výrobu, ročne chýbať 1.387 t CO₂. Toto množstvo bude musieť každý rok nakúpiť. Pri aktuálnej cene to zvyšuje jeho ročné náklady o 15 620 €.

Prevádzkovateľ zdroja sa rozhodol situáciu riešiť náhradou časti výroby tepla zo zemného plynu biomasou. Rozhodol sa inštalovať kotol na spaľovanie dreveného odpadu VESKO-B s výkonom 3 MW. Vďaka tejto novej technológii vyrobí ročne 51.840 GJ tepla spaľovaním dreveného odpadu (kôra, piliny, odrezky, štiepka).

Týmto opatrením dosiahne dva výsledky. Aj po započítaní odpisov z novej investície do inštalácie kotla VESKO-B si zníži náklady na výrobu tepla (celkové náklady zdroja na výrobu tepla po započítaní všetkých nákladov spojených s nákupom paliva, pôvodnými aj novými odpismi, nákladmi na obsluhu, elektrinu a pod., budú nižšie než pred rekonštrukciou) a výrazne zníži emisie CO₂.

Konkrétne množstvo emisií CO₂, ktoré sa podarí redukovať závisí od účinnosti pôvodnej technológie vyrábajúcej teplo z plynu, ktorá sa nahrádza výrobou z biomasy. Čím je vyššia účinnosť nahrádzanej technológie, tým je úspora nižšia.

V prípade náhrady napríklad hnedého uhlia biomasou je úspora emisií CO₂ ešte výraznejšia, v porovnaní so zemným plynom vyššia cca 1,7 násobne (Blesk, 2005).

1.3 Riziká využívania biomasy

Využívanie biomasy na energetické účely v neobmedzenom množstve môže popri nezanedbateľných sociálnych a ekonomických prínosoch predstavovať aj značné hrozby a riziká. Medzi tieto patrí napríklad neudržateľné zvyšovanie ťažby dreva z lesov na energetické využitie, odstraňovanie odumretého tzv. moderového dreva, zvyšovanie nákladnej dopravy čo je vyvolané koncentráciou výroby biopalív na jednej strane a rozvozom palív na strane druhej aj na veľké vzdialenosti, používanie pesticídov na pozemkoch, na ktorých sa pestujú energetické rastliny a rýchlorastúce dreviny, zaostávanie vidieckych oblastí s dostatkom biomasy v dôsledku jej vývozu na krytie energetických potrieb veľkých urbanizovaných celkov a pod.

Predchádzať týmto rizikám je možné dodržiavaním súboru zásad, ktoré vychádzajú z princípov trvaloudržateľného a vyváženého rozvoja.

S energetickým využitím biomasy sa spájajú mnohé riziká ako napr.:

- riziko pre výrobcu (pestovateľa a spracovateľa) spojené s uvádzaním a pestovaním nového typu biomasy s 2 až 8 ročným cyklom napr. otázka uplatnenia na trhu,
- riziko nedostatočnej technologickej infraštruktúry, neekonomickej dopravy a následného spracovania biomasy,
- riziko prevádzkovateľa energetického systému, ktoré spočíva v zaistení dlhodobej spoľahlivej dodávky biomasy ako aj v nedostatku skúseností so skladovaním a spracovaním biomasy, ktoré však možno znížiť pri použití biomasy vo viacpalivových systémoch,
- riziko investora pri financovaní novej, ešte neotestovanej technológie či infraštruktúry, najmä pri neobjasnenej situácii s dotáciami pri využívaní biomasy,
- riziko dodávateľa technológie s možnosťou nedodržania harmonogramu stavby, spoľahlivosti a technických vlastností nového zariadenia,

- v našich podmienkach je nemalé riziko a s tým spojené problémy v oblasti tvorby cien, daní a legislatívy. Od riešenia týchto problémov do veľkej miery závisí konkurenčná schopnosť alternatívnych plodín oproti bežným plodinám.
- v prípade nových druhov plodín musíme počítať aj s možnosťou určitých environmentálnych rizík (zaburinenosť, nové choroby, noví škodcovia a pod.) (ASB, 2009)

1.4 Environmentálne zásady pestovania a využívania biomasy jedno a viacročných bylín

- ❖ Pri pestovaní energetických plodín sa nesmú používať umelé a chemické hnojivá. Energetické plodiny majú vo všeobecnosti nižšiu potrebu hnojenia než konvenčné poľnohospodárske plodiny. V mnohých oblastiach sa namiesto chemických hnojív na hnojenie energetických plodín používajú kaly z čističiek odpadových vôd. Z hygienických a zdravotných dôvodov je preto dôležité sledovať kvalitu ako aj samotné narábanie so splaškovými kalmi, ktoré sa týmto dostávajú do rastlinného aparátu.
- ❖ Pri zakladaní plantáží je dôležité prijímať opatrenia na predchádzanie a minimalizáciu premnoženia škodcov, chorôb, rizika požiarov ako aj zavlečenia invázných rastlín. Taktiež je nevhodné pri pestovaní energetických plodín používať pesticídy. Uprednostňujeme integrovanú ochranu pred škodcami založenú na prevencii a biologických metódach.
- ❖ Žiadny druh energetických plodín by nemal byť pestovaný vo väčšom rozsahu, pokiaľ sa nepreukáže, že sú tento druh je ekologicky dobre adaptovaný na miestne pomery, nie je invazívny a nemá významne negatívny ekologický dopad na okolité ekosystémy.
- ❖ Plantáže rýchlorastúcich drevín musia byť pravidelne monitorované. Monitoring by mal byť primeraný rozsahu a rôznorodosti činností a musí obsahovať pravidelné hodnotenie vplyvov plantáží na daný ekosystém a jeho okolie (napr. prirodzená obnova, vplyvy na vodné zdroje a úrodnosť pôdy).
- ❖ Z pestovania by mali byť vylúčené geneticky modifikované rastliny a dreviny ako aj invázne a nepôvodné druhy. Naopak uprednostňované by mali byť pôvodné druhy a druhy ekologicky vhodné pre danú oblasť.
- ❖ Zabezpečením dostatočného prísunu živín do pôdy napomáhajú energetické plodiny a dreviny zvyšovať jej úrodnosť, bránia veternej a vodnej erózii, nadmernej evaporácii

a odnosu živín, stabilizujú odtok vody z územia a tým prispievajú k menšej eutrofizácii okolitých vodných plôch. Pestovanie takýchto plodín sa odporúča na pôdach menej kvalitných z hospodárskeho hľadiska a devastovaných. (*Pozičný dokument, 2007*).

1.5 Pestovanie energetických bylín

Pre zakladanie plantáží energetických plodín existujú viaceré obmedzenia:

- ❖ Plantáže energetických plodín sa nesmú zakladať v chránených územiach (2. – 5. stupeň ochrany) a na lesnej pôde. Môžu sa zakladať iba na plochách, ktoré už boli v minulosti poľnohospodársky využívané a za predpokladu, že výrazne nenarušia krajinný ráz.
- ❖ Plantáže nesmú mať negatívny vplyv na biodiverzitu územia pri pestovaní energetických plodín. Napriek tomu, že biodiverzita plantáží v porovnaní s intenzívne využívanými poľnohospodárskymi plochami môže byť vyššia, výrazne zaostáva za biologickou rozmanitosťou prirodzených ekosystémov, najmä lúk a pasienkov, ako aj prirodzených lesných ekosystémov.
- ❖ Zakladanie plantáží energetických drevín by malo byť len doplnkovou súčasťou hospodárenia v lesoch a ich návrh a usporiadanie musí byť súlade s princípmi a kritériami FSC. (FSC podporuje environmentálne vhodné, sociálne prínosné a ekonomicky životaschopné obhospodarovanie lesov)
- ❖ Uprednostňovať by sa mali zmiešané porasty pred monokultúrami. Odporúčajú sa pestovať také druhy energetických plodín a drevín, ktoré v prípade potreby umožnia rýchlu a jednoduchú zmenu využívania pôdy a prechod na pestovanie konvenčných poľnohospodárskych plodín ako napr. obilnín.
- ❖ Hospodárske ciele plantáží určených na pestovanie energetických plodín musia byť jasne definované v hospodárskom pláne a preukázané pri jeho realizácii.
- ❖ Spôsob a miera ťažby a zberu energetických plodín a drevín a výber druhov drevín nesmú mať za následok dlhodobú degradáciu pôdy alebo mať nepriaznivý vplyv na kvalitu vôd.
- ❖ Pri získavaní pôdy pre plantáže energetických plodín a drevín musia byť rešpektované práva vlastníkov a užívateľov pozemkov (*Pozičný dokument, 2007*).

1.6 Energetická hodnota biomasy rýchlorastúcich jedno a viacročných bylín

Pri spaľovaní energetických bylín ju potrebné byť oboznámený s nasledovnými skutočnosťami:

- Spoločné spaľovanie fosílnych palív (najmä uhlia) a biomasy by malo byť vylúčené z priamej finančnej podpory z verejných zdrojov a nemali by sa naň vzťahovať ani iné podporné mechanizmy, vrátane pevných výkupných cien za elektrinu vyrobenú z OZE a elektriny vyrobenú kombinovanou výrobou.
- Popol vzniknutý z biomasy, obsahuje všetky živiny pôvodne obsiahnuté v drevnej hmote okrem dusíka. Má zásaditú povahu, ktorá pomáha zabraňovať prekysľovaniu pôdy. V prípade, že popol neobsahuje iné pevné nespálené komponenty alebo nerozložiteľné škodlivé prímеси, môže byť používaný ako hnojivo (napr. v lesných škôlkach, plantážach energetických plodín, poľnohospodárstve). Ak popol obsahuje nespálené zvyšky prímеси alebo škodlivé prímеси, ktoré sa z neho nedajú technologicky odstrániť, musí byť bezpečne uskladnený na špeciálnych skládkach odpadu alebo na skládkach nebezpečného odpadu.
- Fiškálna a legislatívna podpora by mala byť viazaná na používanie najlepších dostupných technológií pri zariadeniach spaľujúcich biomasu. Najmä z pohľadu miery ich efektívnosti a účinnosti ako aj vplyvov na životné prostredie (napr. produkcie škodlivých emisií). Táto zásada mala by sa mala vzťahovať nielen na centrálné zdroje tepla a elektrárne, ale aj na menších užívateľov (napr. rodinné domy).
- Používanie zariadení spaľujúcich biomasu musí minimalizovať škodlivé emisie, vznikajúce pri procese spaľovania (oxid uhoľnatý, oxidy dusíka, tuhé znečisťujúce látky atď.). Preto najmä väčšie zariadenia tohto druhu by nemali byť umiestňované do oblastí s vysokým znečistením ovzdušia.
- Výroba energie z biomasy by mala vykazovať pozitívnu energetickú bilanciu. Energetický výkon by mal byť minimálne 2–4 krát väčší ako príkon. Aby bolo možné určiť energetickú bilanciu a úspory emisií skleníkových plynov, je dôležité kvantifikovať a minimalizovať spotrebu energie potrebnej na zber, spracovanie a dopravu biomasy (*Pozičný dokument, 2007*).

Vzhľadom na rôzne formy biomasy je aj energia v nej obsiahnutá rôzna. Energetický obsah suchých rastlín (obsah vlhkosti 15 - 20%) sa pohybuje okolo 14 MJ.kg⁻¹. Úplne suchá biomasa preto môže byť z pohľadu energetického obsahu porovnávaná s uhlím,

ktoré má výhrevnosť 10 až 20 MJ.kg⁻¹ pre hnedé uhlie a okolo 30 MJ.kg⁻¹ pre čierne uhlie. V čase zberu však biomasa obsahuje značné množstvo vody, ktoré sa pohybuje od 8 do 20 % pre slamu, po 30 až 60 % pre drevo. Obsah vody v hnojovici, z ktorej sa získava bioplyn je 75 až 90 % a v niektorých vodných rastlinách ako je napr. vodný hyacint až 95 %. Na druhej strane obsah vody v uhlí sa pohybuje na úrovni 2 až 12 %. Z tohto dôvodu je energia biomasy v čase zberu obyčajne nižšia ako v prípade uhlia. Chemické zloženie biomasy však z nej robí podstatne ekologickejšie palivo ako je uhlie. Súvisí to s tým, že biomasa má nižší obsah síry ako uhlie. Obsah popola pri spálení je tiež nižší ako v prípade uhlia, navyše popol neobsahuje toxické kovy a iné kontaminanty a pre jeho obsah živín je ho možné využiť ako hnojivo (sab.sk)

1.7 Faktory ovplyvňujúce rast a tvorbu biomasy jedno a viacročných bylín

1.7.1 Agroklimatické členenie Slovenska

Pre pestovanie plodín sa využívajú poznatky o agroklimatickom členení Slovenska. Pre agroklimatické členenie Slovenska boli použité 2 základné agroklimatické ukazovatele, podľa ktorých bolo územie rozčlenené na agroklimatické makrooblasti, oblasti a podoblasti a okrsky. (Kurpelová et al., 1975)

a) **Agroklimatický ukazovateľ teplotný (TS10)** je suma priemerných denných teplôt vzduchu za obdobie s priemernou dennou teplotou $\geq 10,0$ °C. Táto charakteristika určuje možnosť pestovania jednotlivých plodín v danej oblasti a ich teplotnú zabezpečenosť. Podľa tohto ukazovateľa sa územie Slovenska člení na 3 agroklimatické makrooblasti a 8 agroklimatických oblastí.

1. Agroklimatická makrooblasť **teplá** s TS10 3 100 – 2 400 °C. Predstavuje priaznivé podmienky pre pestovanie plodín náročných na teplo, pričom na jej hornej hranici sa končí zóna efektívneho pestovania teplomilnejších plodín ako kukurica na zrno, cukrová repa, marhule, vinič hroznorodý a nastupujú tu vhodné podmienky pre obilniny menej náročné na teplo, predovšetkým pre ozimnú raž. Na Slovensku do nej patria nížiny: Záhorská, Podunajská, Východoslovenská, Košická a zo stredne položených kotlín: Hornonitrianska, Žiarska, Pliešovská, Zvolenská a Rožňavská. Táto makrooblasť sa člení na štyri agroklimatické oblasti (veľmi teplá, prevažne teplá, dostatočne teplá, pomerne teplá).

2. Agroklimatická makrooblasť **mierne teplá** s TS10 2 400 – 2 000 °C. Zaberá vrchoviny, stredné polohy strání, pohorí a kotliny asi do 600-700 m n.m. V nej sú vhodné podmienky pre menej náročné plodiny na teplo. Na Slovensku je to oblasť kotlin: Žilinskej, Hornádskej, Oravskej, Liptovskej, Popradskej, v Horehronskom podolí, na srážach pohorí asi medzi 450-700 m n.m. a v strednej časti Nízkych Beskýd. Delí sa na 2 agroklimatické oblasti (pomerne mierne teplá, slabo mierne teplá).
3. Agroklimatická makrooblasť **chladná** s TS10 2 000-1 600 °C. Do 1 800 °C predstavuje približne hornú hranicu pestovania ozimnej raži a veľmi vhodné podmienky pre zemiaky. V teplotnom rozsahu TS10 1 800-1 600 °C sú veľmi dobré podmienky pre ľan, menej vhodné pre zemiaky. Nachádza sa na okrajoch vysokopoložených kotlin, v dolinách vyšších pohorí a na ich stráňach do výšky 850-950 m n.m. Delí sa na dve agroklimatické oblasti (mierne chladná, prevažne chladná).

b) **Agroklimatický ukazovateľ vlahový** ($K_{VI-VIII}$) je daný rozdielom potenciálneho výparu (E_0) a zrážok (Z) v letných mesiacoch (VI-VIII):

$$K_{VI-VIII} = E_0 - Z \quad [\text{mm}]$$

Hodnoty E_0 vypočítal pre územie Slovenska Tomlain (1997). Klimatický ukazovateľ „K“ dobre vystihuje vlahovú bilanciu územia a umožňuje ju vyjadriť v mm. Kladné hodnoty E_0-Z charakterizujú nedostatok a záporné hodnoty nadbytok vlhky.

Podľa klimatického ukazovateľa $K_{VI-VIII}$ sa územie Slovenska člení na sedem podoblastí, v ktorých majú poľnohospodárske plodiny svoje požiadavky na vlhku zabezpečené rozdielne:

1. podoblasť s $K_{VI-VIII} \geq 150$ mm – veľmi suchá
2. podoblasť s $K_{VI-VIII}$ 150 až 100 mm – prevažne suchá
3. podoblasť s $K_{VI-VIII}$ 100 až 50 mm – mierne suchá
4. podoblasť s $K_{VI-VIII}$ 50 až 0 mm – mierne vlhká
5. podoblasť s $K_{VI-VIII}$ 0 až -50 mm – prevažne vlhká
6. podoblasť s $K_{VI-VIII}$ -50 až -100 mm – vlhká
7. podoblasť s $K_{VI-VIII} \leq -100$ mm – veľmi vlhká

Podoblasť s $K_{VI-VIII} \geq 150$ mm (veľmi suchá) je najsuchšia s vlahovou bilanciou v dlhodobom priemere i v jednotlivých rokoch zápornou. To znamená, že príjem vlhky v podobe zrážok je cez leto menší ako výdaj.

Podoblast' s $K_{VI-VIII} \leq -100$ mm (veľmi vlhká) má zasa opačne na celom území v každom roku nadbytok vlahy v letnom období a v 20 % rokov môže dosiahnuť 200 až 250 mm.

c) **Agroklimatický ukazovateľ prezimovania** (T_{min}) predstavuje priemer ročných absolútnych teplotných miním. Táto charakteristika dobre vystihuje klimatické podmienky cez zimu. Absolútne teplotné minimá sú významným činiteľom pri pestovaní ozimín a ovocných stromov, dobre vyjadrujú kritické teploty vymfzania. Podľa podmienok prezimovania sa vyčleňuje 5 okrskov:

1. Agroklimatický okrskok **prevažne miernej zimy** s $T_{min} \geq -18$ °C. Má priaznivejšie podmienky pre prezimovanie poľnohospodárskych plodín a kultúr. Iba 1-2 razy za 10 rokov sa tu vyskytne absolútne minimum pod $-20,0$ °C, ktoré je škodlivé pre oziminy a teplomilné ovocné druhy.

2. Agroklimatický okrskok **pomerne miernej zimy** s $T_{min} -18,0$ °C až $-20,0$ °C. Na jeho hornej hranici býva absolútne minimum $\leq 20,0$ °C až každý druhý rok, takže vhodné podmienky pre pestovanie teplomilných ovocných stromov sa nachádzajú iba vo výhodne exponovaných polohách.

3. Agroklimatický okrskok **mierne chladnej zimy** s $T_{min} -20,0$ °C až -22 °C. Výskyt absolútnych miním $\leq 20,0$ °C je tu v 50 až 80 % rokov. Sú tu málo vhodné podmienky pre pestovanie teplomilných ovocných stromov, podmienky pre prezimovanie kôstkovitých druhov a hrušiek sú však veľmi dobré.

4. Agroklimatický okrskok **prevažne chladnej zimy** s $T_{min} -22$ °C až -24 °C. Má priemerné až málo vhodné podmienky pre prezimovanie ovocných stromov. Výskyt absolútnych miním pod $-20,0$ °C možno očakávať 3 razy za 10 rokov a pod $-30,0$ °C 2 razy za 30 rokov.

5. Agroklimatický okrskok **studenej zimy** s $T_{min} \leq -24$ °C je nevhodný pre pestovanie ovocných stromov a ozimnej raži. Členenie agorklimatických podoblastí na okrsky vyplýva zo schémy agroklimatického členeneie územia SR.

1.7.2 Biometeorologické charakteristiky teploty

Vo vzťahu k živým organizmom sa najčastejšie používajú tieto charakteristiky teploty:

- a) **Biologické minimum teploty** je minimálna teplota, pri ktorej začína na jar aktívna vegetácia, alebo nastupuje určitá rastová fáza. Na jeseň pri tejto teplote prestáva rastlina vegetovať. U väčšiny poľnohospodárskych plodín je to približne $5,0$ °C.

Počas vegetácie je však jej hodnota pre rôzne rastové fázy rozdielna. Líši sa i podľa druhu a odrody rastlín.

- b) **Teplota aktívna** je teplota vzduchu, ktorá prevyšuje biologické minimum teploty. Tiež sa tak označuje teplota vzduchu, ktorá limituje rozšírenie určitého druhu rastlín na Zemi.
- c) **Teplota efektívna** je teplota vzduchu zmenšená o hodnotu biologického minima.
- d) **Teplota kritická** je extrémna teplota (maximálna alebo minimálna), pri ktorej sa rastlinné orgány, alebo aj celé rastliny poškodzujú až ničia.
- e) **Teplota letálna** je teplota, pri ktorej odumiera celý organizmus.

Život kultúrnych rastlín je možný iba v určitom teplotnom intervale, ktorého horná i spodná hranica tzv. „kritické teploty“ sú dané anatomickou stavbou rastlinného tela a fyziologickými procesmi prebiehajúcimi v ich orgánoch. Teplotný rozsah, pri ktorom sa môžu rastliny dobre vyvíjať a rásť, je rôzny. Závisí od rastlinného druhu a od toho, v akých oblastiach rastú a z akých pochádzajú. V miernych zemepisných šírkach majú rastliny teplotný rozsah pomerne široký, najmenší teplotný rozsah je v tropickom pásme a najnižšie teploty znesú rastliny v pásme arktickom alebo horskom. Medzi extrémami existuje užšie rozpätie teplôt, ktoré najlepšie zodpovedá požiadavkám organizmu v danom stupni vývinu. Tieto sa považujú za teploty optimálne, resp. **pásmo optimálnych teplôt**.

Všeobecne možno považovať pri väčšine kultúrnych rastlín za minimálnu teplotu 0,0-5,0 °C, optimálnu 15,0-30,0 °C a maximálnu 35,0-42,0 °C. U xerofytných rastlín je smrtiace teplotné minimum až okolo -50,0 °C a u niektorých termofilných organizmov +60,0 až +70,0 °C.

Podľa účinku teplôt na fyziologické procesy rastu a vývinu plodín sa vyčleňujú:

- ♦ **Veľké vegetačné obdobie**, ohraničené nástupom (na jar) a ukončením dní (na jeseň) s priemernou dennou teplotou $T \geq 5,0$ °C.
- ♦ **Hlavné vegetačné obdobie**, ohraničené nástupom a ukončením dní s priemernou dennou teplotou $T \geq 10,0$ °C.
- ♦ **Vegetačné leto**, ohraničené nástupom a ukončením dní s priemernou dennou teplotou $T \geq 15,0$ °C. Je to obdobie intenzívneho rastu a vývinu vegetácie. Požiadavky rastlín na teplotu sa najčastejšie vyjadrujú tzv. **vegetačnou termickou konštantou**, t.j. teplotnou sumou priemerných denných teplôt, ktoré rastlina potrebuje od sejby do plnej zrelosti. Je to však len orientačné číslo, pretože biologický vplyv teploty je modifikovaný aj ostatnými meteorologickými prvkami, napr. žiarením, vlhkosťou vzduchu, vetrom

a pod. Požiadavky na teplotu možno vegetačnou termickou konštantou porovnávať iba v krajinách geograficky nie príliš vzdialených. Tiež je ovplyvňovaná odrodovou skladbou. Pre základné poľnohospodárske a záhradnícke plodiny sa udávajú tieto hodnoty vegetačnej termickej konštanty (Kurpelová, 1975):

- pšenica letná (forma ozimná)	1540 – 1620 °C
- raž ozimná	1470 – 1620 °C
- jačmeň siaty	1360 – 1560 °C
- kukurica siata	2200 – 2800 °C
- slnečnica	1850 – 2300 °C

Teplotné sumy sa však môžu stanoviť aj za inak definované časové intervaly, napr. za veľké a hlavné vegetačné obdobie, vegetačné leto, zimné obdobie a pod.

Poľnohospodárske plodiny sa vysievajú, alebo vysádzajú vtedy, keď teplota pôdy dosiahla aspoň minimálnu hodnotu, potrebnú pre klíčenie. Pre semená základných poľnohospodárskych plodín udávajú Peterka a Kolek (in Špánik et al., 2000) minimálne teploty klíčenia, napr. proso klíči pri minimálnej teplote 8,0 – 10,0 °C.

1.7.3 Vplyv nízkych teplôt na rastliny

Vplyv nízkych teplôt na rastliny sa prejavuje:

- a) poškodením chladom (teplotami nad 0,0 °C)
- b) poškodením mrazom (teplotami pod 0,0 °C)

Na poškodenie chladom sú veľmi citlivé hlavne tropické a subtropické rastliny, napr. miscanthus. Rastliny podľa stupňa odolnosti voči mrazom delí Stepanov (Špánik a Šiška, 1996) na päť skupín:

- a) **neodolné** – zničia sa už pri slabom mraze do -1,0 °C (pohánka, fazuľa, ryža a i.)
- b) **málo odolné** – do -3,0 °C (kukurica, proso, cirok, zemiaky)
- c) **stredne odolné** – do -4,0 °C (lupina žltá, sója, mohár)
- d) **odolné** – do -8,0 °C (bôb, slnečnica, ľan, konope, cukrová repa, mrkva)
- e) **veľmi odolné** – vydržia mrazy do -10,0 °C (pšenica, ovos, jačmeň, hrach, šošovica, mak a ďalšie).

1.7.4 Teplotné sumy (úhrny, súčty)

Teplotné sumy sú významné charakteristiky, hlavne pre poľnohospodárske účely. Môžu sa počítať za rôzne kalendárne obdobia, obdobie vymedzené nástupom a ukončením určitých priemerných teplôt alebo vegetačné obdobia poľnohospodárskych plodín.

Postup je dvojaký:

1. Sčítavajú sa priemerné denné teploty v danom období. Ak sa teploty sčítavajú za vegetačné obdobia jednotlivých poľnohospodárskych plodín, teplotná suma sa označuje pojmom **vegetačná termická konštanta**. Napr. ozimná pšenica a kukurica: 2500 až 3000 °C, cukrová repa: 2400 až 2700 °C, pohánka: 1000 až 1200 °C a pod. Pre posúdenie tuhosti zím sa používajú sumy záporných teplôt.

Sčítavajú sa kladné diferencie medzi denným priemerom a určitou teplotou v danom období. Najčastejšie sa sčítavajú diferencie nad teplotou 5,0 °C. Teplota 5,0 °C sa potom z hľadiska fyziologického považuje za tzv. **efektívnu nulu** a teplota nad touto hranicou sa označuje pojmom **efektívna teplota**. (Špánik, Šiška, 2004).

1.8 Legislatíva SR v oblasti (pestovania a spaľovania) energetických bylín

V hospodárstve Slovenskej republiky má energetika významné miesto. V januári 2006 bola uznesením 29/2006 vlády SR prijatá *energetická politika Slovenskej republiky*.

Dlhodobá koncepcia energetickej politiky je založená na trvalom znižovaní energetickej náročnosti ekonomiky. Cieľ je formulovaný tak, aby sa jej realizáciou zabezpečila dostupnosť

energie pre všetkých konečných spotrebiteľov v reálnom čase a na ekonomicky efektívnom princípe. Cieľom energetickej politiky SR v dlhodobom horizonte je:

- ✓ zabezpečiť taký objem výroby elektriny, ktorý pokryje dopyt na ekonomicky efektívnom princípe,
- ✓ zabezpečiť s maximálnou efektívnosťou bezpečnú a spoľahlivú dodávku všetkých foriem energie v požadovanom množstve a kvalite,
- ✓ znižovať podiel hrubej domácej spotreby energie na hrubom domácom produkte – znižovanie energetickej náročnosti.

Pre dosiahnutie cieľov energetickej politiky sa stanovujú okrem iných aj tieto základné priority:

- ✓ zvyšovať podiel obnoviteľných zdrojov energie na výrobe elektriny a tepla s cieľom

vytvoriť primerané doplnkové zdroje potrebné na krytie domáceho dopytu,

✓ podporovať využívanie alternatívnych palív v doprave.

Slovenská republika takmer 90 % primárnych energetických zdrojov zabezpečuje nákupom mimo teritórium vnútorného trhu EÚ. Jediným významnejším domácim energetickým zdrojom je hnedé uhlie, nakoľko vlastná ťažba zemného plynu a ropy je nevýznamná. Z tohto dôvodu neustále rastie význam obnoviteľných zdrojov energie (biomasa, vodná energia, geotermálna energia, slnečná energia, veterná energia).

Podiel OZE na celkovej spotrebe energie v Slovenskej republike predstavuje necelé 4 %, to znamená v prepočte 32,4 PJ, čo predstavuje 0,774 Mtoe, pričom podiel biomasy na celkovej spotrebe energie je asi 1 %, to znamená 0,19 Mtoe.

Z celkového pohľadu na územie SR môžeme konštatovať, že potenciál obnoviteľných zdrojov energie je pomerne vysoký. Viac ako 45 % územia tvorí poľnohospodárska pôda a 37 % územia tvorí lesná pôda. Odhaduje sa, že podiel biomasy predstavuje viac ako 40 % všetkých obnoviteľných zdrojov energie v Slovenskej republike. Z charakteristiky územia je zrejmé, že sa jedná predovšetkým o poľnohospodársku a lesnícku biomasu, ktorá vzniká ako:

- druhotná surovina (odpad) pri hlavnej výrobnjej činnosti
- účelovo pestovaná biomasa.

V oblasti konkrétnych zámerov programu využívania biomasy sa predpokladá, že v programovacom období 2007 až 2013 sa bude realizovať nasledovný program:

- pri zabezpečovaní tepelnej energie pre poľnohospodárske podniky vybudovať ročne minimálne 30 tepelných zariadení na spaľovanie biomasy s priemerným inštalovaným výkonom 300 kW,
- pri ponuke biomasy na trh k výrobe tepelnej energie pre komunálnu sféru, vybudovať ročne minimálne 20 tepelných zariadení s priemerným inštalovaným výkonom 1,5 MW, prehodnotiť možnosti rekonštrukcie veľkých energetických zariadení s možnosťou využitia pôdohospodárskej biomasy náhradou za časť používaných fosílnych palív.
- pre výrobu paliva pre maloodberateľov prehodnotiť riešenie výroby tvarovaných palív z pôdohospodárskej biomasy (brikety, pelety).

Vyššiemu využívaniu biomasy prispievajú aj legislatívne opatrenia, ktoré budú smerovať:

- ❖ prijať ustanovenie o povinnosti prednostne nakupovať elektrinu vyrobenú z OZE,
 - ❖ uzákoníť dlhodobú garanciu pevných výkupných cien na obdobie 10 až 15 rokov,
 - ❖ uľahčiť podmienky pre výrobcu elektriny z OZE na zariadeniach do 5 MW,
- a ďalšie legislatívne opatrenia.

Akčný plán využívania biomasy (2008) - vypracovanie návrhu Akčného plánu pre biomasu vyplynulo z uznesenia vlády SR č. 383/2007 k Stratégii vyššieho využitia obnoviteľných zdrojov.

Efektívna realizácia akčného plánu vyžaduje:

- relevantné úpravy v legislatívnom rámci, ktorý prakticky ovplyvňuje produkciu a energetické využívanie biomasy
- je nevyhnutné prijať legislatívne opatrenia v oblasti:
 - ✓ energetiky, prenosových sústav, výroby tepla a distribučných sústav
 - ✓ v oblasti produkcie biomasy treba odstrániť legislatívne prekážky pre zakladanie porastov energetických plodín, olejní, technických plodín, a rýchlorastúcich drevín na poľnohospodárskej pôde (s ohľadom na TUR, ochranu pôdy a potravinovú bezpečnosť)

Veľkú pomoc pri vyššom využívaní OZE a biomasy na energetické účely očakávame od účinnej informačnej kampane medzi obyvateľstvom, vysokou podporou vzdelávania a urýchlenou a účinnou podporou vedy a výskumu v danej oblasti.

Celkovú produkciu biomasy bude možné v budúcnosti zvýšiť o účelovo pestovanú biomasu vo forme energetických rastlín a rýchlorastúcich drevín, táto činnosť je v súčasnosti len v začiatkoch .

Praktické využívanie biomasy na energetické využitie, je s prihliadnutím na zdroje a energetický potenciál, veľmi nízke.

Slovenská republika, ako člen EÚ sa otázkou podpory obnoviteľných zdrojov energie (OZE) zaoberá na národnej úrovni. V programovom vyhlásení vlády SR z r. 2006 sa uvádza, že vláda SR vytvorí podmienky pre vyššie využívanie obnoviteľných zdrojov energie pri výrobe elektriny a tepla, ako aj využívanie biopalív v doprave. Vláda bude podporovať efektívne a racionálne využívanie domácich energetických surovinových zdrojov s cieľom znížiť závislosť od dodávok energetických zdrojov. Vláda SR pripraví motivačné pravidlá pre využívanie obnoviteľných zdrojov energií a zvyšovanie energetickej efektívnosti a získanie podpory z fondov EÚ v týchto oblastiach.

V energetickej politike SR z r. 2000 sa uvádza, že v súčasnosti sa žiadny obnoviteľný zdroj energie nevyužíva v dostatočnej miere, a z celkovej spotreby primárnych energetických zdrojov pokrývajú obnoviteľné zdroje energie len 2,6 %.

Národná stratégia trvalo udržateľného rozvoja SR z októbra 2001 je ďalším dokumentom pre všetky rezorty, ktorý priamo vyzýva k postupnej náhrade neobnoviteľných zdrojov za obnoviteľné, ktorých potenciál je na území Slovenska veľký – najmä biomasa, geotermálna

energia, vodná energia, slnečná energia a veterná energia. V dokumente sa priamo poukazuje na významný podiel pôdohospodárstva pri riešení tejto problematiky formou netradičných zdrojov energie, ako sú bionafta, bioplyn, slama a drevoštiepka.

V „*Strednodobej koncepcii politiky pôdohospodárstva na roky 2004 až 2006*“ z decembra 2003 v časti poľnohospodárstvo a potravinársky priemysel sa počíta aj s využívaním pôdy na pestovanie rastlín, ktoré nebudú využívané na výrobu potravín. Predkladaný materiál nadväzuje na **Koncepciu využívania obnoviteľných zdrojov energie**, ktorá bola schválená uznesením vlády SR č. 282 z 23 apríla 2003 a ktorá priblížila základný rámec pre rozvoj využívania OZE.

Rozvoj využívania dendromasy ako významného prvku OZE je nevyhnutný aj s ohľadom na ambiciózny indikatívny cieľ výroby elektrickej energie na úrovni 31 % z celkovej spotreby elektriny do roku 2010, ktorý Slovenská republika prijala v rámci prístupových rokovaní s EÚ a ktorý spolu s indikatívnymi cieľmi ostatných členských krajín zabezpečí dosiahnutie spoločného cieľa EÚ uvedeného v smernici č. 2001/77/ES o podpore elektrickej energie vyrábanej z obnoviteľných zdrojov energie na vnútornom trhu. Vláda SR prijala 07.07.2004 uznesením č. 667 *Správu o pokroku v rozvoji obnoviteľných zdrojov energie*, vrátane stanovenia národných indikatívnych cieľov pri využívaní obnoviteľných zdrojov energie, ktorý uvádza ako národný cieľ výroby elektriny z OZE na úrovni 19 %. V súčasnosti je podiel elektrickej energie vyrobenej z OZE 15 %. Za progresívny krok možno považovať schválenie *Koncepcie využívania poľnohospodárskej a lesníckej biomasy na energetické účely* vládou SR 1.12.2004.

Využívaním OZE sa zaoberajú hlavne energetické zákony: *Zákon č. 656/2004 Z. z. o energetike*, *Zákon č. 657/2004 Z. z. o tepelnej energetike* a *Zákon č. 276/2001 Z. z. o regulácii v sieťových odvetviach* v znení neskorších predpisov. Na základe zákona o regulácii v sieťových odvetviach stanovuje vo svojich výmeroch Úrad pre reguláciu sieťových odvetví (ÚRSO) výkupné ceny energií. Ceny energií z obnoviteľných zdrojov sú stanovené len na obdobie jedného roku, čo je veľký nedostatok.

Legislatíva k ochrane životného prostredia, teda hlavne ovzdušia, vody a pôdy sa zaoberá limitnými hodnotami emisií i zdrojov znečisťovania, ale zmienky o OZE v nich nie sú. Do novelizovaných energetických zákonov sa vkladali pomerne veľké očakávania pri podpore obnoviteľných zdrojov energie. Ako však ukázala prax, očakávaný nárast využívania OZE sa nedosiahol.

Podrobnou analýzou jednotlivých zákonov sa zaoberá materiál *Analýza vplyvu platnej legislatívy na podporu využívania biomasy na energetické účely a návrh na ďalšie riešenie*,

ktorý bol schválený vládou SR v marci 2006 uznesením č. 218.

Zvýšenie podielu výroby elektriny z OZE boli zaznamenané po prijatí samostatných zákonov o OZE v niektorých štátoch EÚ. Podľa skúseností z okolitých krajín (Nemecko, Rakúsko, Česká republika) ako optimálne riešenie sa javí prijatie samostatného zákona o využívaní OZE alebo novelizovať energetické zákony.

V súčasnosti je v záverečnej fáze prejednávania dokument „*Stratégia vyššieho využitia obnoviteľných zdrojov energie v SR*“, ktorej cieľom je, na základe aktuálneho vývoja vo svete a v Európskej únii, vykonať inventarizáciu súčasného poznania potenciálov jednotlivých obnoviteľných zdrojov energie, prehodnotiť možnosti využitia komerčne zavedených technológií, návrh strategických cieľov do roku 2015 a návrh opatrení na ich dosiahnutie. Pritom budú využité všetky doteraz prijaté koncepčné materiály a dokumenty z oblasti využitia obnoviteľných zdrojov energie.

Napriek prijatím koncepčným materiálom, ktoré sa zaoberajú OZE a ich využitím, nedošlo v rámci Slovenska k očakávanému zvýšeniu využívania OZE. Aj keď z legislatívy a smerníc EÚ vyplývajú pre SR určité záväzky v oblasti legislatívy, doposiaľ nebol schválený samostatný zákon o obnoviteľných zdrojoch energie a o jeho zaradení do legislatívnej prípravy sa len uvažuje.

Záverom možno konštatovať, že aj naďalej na Slovensku sú najväčšou zábranou rozvoja využívania biomasy na energetické účely nedokonalé legislatívne opatrenia v tejto oblasti a hlavne nezáujem kompetentného Ministerstva hospodárstva túto oblasť riešiť.

Zákon č. 220/2004 Z. z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy a o zmene zákona č. 245/2003 Z. z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov (v znení č. 359/2007 Z. z., 219/2008 Z. z., 540/2008 Z. z., 396/2009 Z. z.)

Štvrtá časť „Ochrana poľnohospodárskej pôdy pri nepoľnohospodárskom použití“ podľa § 12 uvádza zásady ochrany poľnohospodárskej pôdy pri nepoľnohospodárskom použití.

„Poľnohospodársku pôdu možno použiť na stavebné účely a iné nepoľnohospodárske účely len v nevyhnutných prípadoch a v odôvodnenom rozsahu. Poľnohospodársku pôdu možno odňať natrvalo alebo dočasne podľa § 17, alebo použiť poľnohospodársku pôdu na nepoľnohospodársky účel na čas do jedného roka vrátane uvedenia pôdy do pôvodného stavu podľa § 18.“

Odňatie poľnohospodárskej pôdy podľa § 17: „Na nepoľnohospodárske účely možno použiť poľnohospodársku pôdu len na základe rozhodnutia o odňatí poľnohospodárskej pôdy (ďalej len „rozhodnutie o odňatí“). Rozhodnutie o odňatí vydáva orgán ochrany

poľnohospodárskej pôdy (§ 23), v ktorého obvode sa poľnohospodárska pôda navrhovaná na odňatie nachádza.“

„Poľnohospodársku pôdu možno odňať natrvalo alebo dočasne, pričom

- a) odňatím natrvalo sa rozumie trvalá zmena spôsobu použitia poľnohospodárskej pôdy s trvalou zmenou druhu pozemku v katastri,
- b) dočasným odňatím sa rozumie dočasná zmena spôsobu použitia poľnohospodárskej pôdy na čas najviac desať rokov, ktorá sa rekultivačnými opatreniami uvedie do pôvodného stavu.“

V roku 2008 bola prijatá novela zákona č. 220/2004 a to nariadením vlády č. 376/2008 o výške odvodov. Novela zavádza odvody za zábery pôdy I. – IV. bonitnej triedy a to 15, 12, 9, 6 € za m². Taktiež určuje aj výnimky pre odvody.

V roku 2010 sa pripravuje nový zákon, ktorým sa upravujú odvody len za najlepšiu pôdu v príslušnom katastri. Ďalej upravuje riešenie bielych plôch ako aj výsadbu RRD na poľnohospodárskej pôde.

2. Materiál a metódy

2.1 Popis pokusného územia

Experimentálne riešenie cieľov sa uskutočnilo v maloparcelkových pokusoch založených na Výskumnej báze Výskumného ústavu zeleninárskeho, s.r.o. v Nových Zámkoch sme zisťovali vplyv počtu jedincov na tvorbu biomasy a objemovú hmotnosť štyroch odrôd druhu cirok (*Sorghum bicolor L.x Sorghum sudanese*), ricín obyčajný (*Ricinus comunis L.*) a trvácej trávy ozdobnica čínska (*Miscanthus sinensis L.*).

Pokusy boli realizované v rámci projektu VEGA pod registračným číslom 1/4416/07 pod názvom: Kvantifikácia biomasy a bilancia energie u RRD a energetických rastlín pestovaných v pôdno-ekologických podmienkach južného Slovenska.

2.1.1 Charakteristika pôdno-ekologických podmienok

V Nitrianskom kraji sa, najmä v okresoch spadajúcich do Podunajskej nížiny vyskytujú naše najkvalitnejšie poľnohospodárske pôdy. V okrese Nové Zámky (naše záujmové územie) až 54 % pôd zaberajú černozeme a 21 % čiernice.

Územie spadá do agroklimatického regiónu veľmi teplého až teplého, veľmi suchého, nížinného.

Až 70 % pôd sa nachádza na rovinách. Z pôdných druhov prevládajú pôdy stredne ťažké (piesočnatohlinité a hlinité – 71 %).

Zastúpenie klimatických regiónov – kategorizácia vychádza z charakteristiky regiónov vypracovanej pri bonitácii pôd (Linkeš, Pestún, Džatko, 2006):

00 – veľmi teplý, veľmi suchý nížinný, 01 – teplý, veľmi suchý, nížinný, 02 – dostatočne teplý, suchý, pahorkatinový, 03 – teplý, veľmi suchý, nížinný, 04 – teplý, veľmi suchý, kotlinový, 05 – pomerne teplý, suchý, kotlinový, kontinentálny, 06 – pomerne teplý, mierne suchý, vrchovinový, kontinentálny, 07 – mierne teplý, mierne vlhký, 08 – mierne chladný, mierne suchý, vrchovinový, kontinentálny, 07 – mierne teplý, mierne vlhký, 08 – mierne chladný, mierne vlhký, 09 – chladný, vlhký, 10 – veľmi chladný, vlhký.

Tab.1 Zastúpenie klimatických regiónov Nitrianskeho kraja (% z poľnohospodárskej pôdy)

Okres	Klimatický región										
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
NZ	73,03	26,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Zastúpenie kategórií pôd podľa potenciálnej produkcie bioenergie rastlín

vyjadruje podiel poľnohospodárskych pôd podľa kategórií potenciálne dosahovanej produkcie biomasy z rastlinnej výroby vyjadrenej v energetických jednotkách: pôdy pre produkciu biomasy veľmi málo produkčné (do 50 GJ.ha⁻¹), málo produkčné (50-150 GJ.ha⁻¹), stredne produkčné (150-200 GJ.ha⁻¹), vysoko produkčné (200-250 GJ.ha⁻¹), veľmi vysoko produkčné (nad 250 GJ.ha⁻¹).

Tab.2 Zastúpenie kategórií pôd Nitrianskeho kraja podľa potenciálnej produkcie bioenergie rastlín (v %)

Okres	Pôdy pre produkciu bioenergie (%)				
	Veľmi málo produkčné	Málo produkčné	Stredne produkčné	Vysoko produkčné	Veľmi vysoko produkčné
NZ	2,80	0,88	0,22	28,42	67,67

Bioenergetický potenciál pôdy

Bioenergetický potenciál pôdy (Ep) patrí medzi významné ukazovatele produkčného potenciálu pôdy. Charakterizujeme ho ako energetický stav aktívnych povrchov v rizosfére, určených koncentráciou aktívnych častíc hmoty (iónov) prichádzajúcich do koreňového systému rastlín. Koncentráciou aktívnych častíc rozumieme koncentráciu iónov uvoľňujúcich sa z roztoku minerálnych solí na aktívnych povrchoch pôdy (ílové minerály, humínové kyseliny).

Podľa Demo, Kalúz (2008) môžeme bioenergetický potenciál pôdy Ep vyjadriť ako pomer dopestovanej nadzemnej suchej biomasy ($\sum Y_s$) a čistých prvkov N, P, K vnesených minerálnymi a organickými hnojivami do pôdy ($\sum H$).

$$E_p = \frac{\sum Y_s}{\sum H} \quad (\text{t.t}^{-1})$$

Pomer Y_s/H je mierou využitia prichádzajúcej energie na jednotku privádzanej (vstupujúcej) energie, čiže koeficientom účinnosti poľnohospodárskeho systému. Veličina Ep je preto dôležitým merateľným znakom, ktorý vyjadruje využitie slnečného žiarenia, ktorá bola prevedená v prácu v závislosti od príkonu iónov uvoľnených v danom bioenergetickom poli.

Bioenergetický potenciál pôdy možno preto definovať aj ako prácu podsústavy rastlinného spoločenstva na danom pôdnom substráte a v danom časovom priestore, ktorý musí

vykonávať proti silovému pólu biosféry. Približne túto prácu je možné vyjadriť strednou hodnotou suchej hmoty dopestovanej zo všetkých plodín v dlhšom časovom rade v t.ha⁻¹.

$$E_p = \frac{Y_{s1}.P_1 + Y_{s2}.P_2 + Y_{s3}.P_3 + \dots + Y_{sn}.P_n}{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}$$

Keď: P_i – plocha plodiny, Y_i – úroda príslušnej plodiny, Y_s (t.ha⁻¹) – úroda suchej hmoty

Zastúpenie kategórií pôd podľa potenciálnej produkcie fytomasy

vyjadruje podiel poľnohospodárskych pôd podľa kategórií potenciálnej produkcie fytomasy. Kategórie sú vytvorené na základe štruktúry a potenciálnych produkčných parametrov bonitovaných pôdnoekologických jednotiek a to tak hlavného produktu, ako ja produktu vedľajšieho, rastlinných zvyškov, koreňov a burín. Podľa produkcie fytomasy vyjadrenej v sušine pripadajúcej na 1 ha poľnohospodárskych pôd sa jedná o nasledovné kategórie:

Produkcia fytomasy veľmi malá (menej ako 8 t.ha⁻¹), malá (8-10 t.ha⁻¹), stredná (10-12 t.ha⁻¹), vysoká (12-14 t.ha⁻¹) a veľmi vysoká (viac ako 14 t.ha⁻¹).

Tab.3 Zastúpenie kategórií pôd Nitrianskeho kraja podľa potenciálnej produkcie fytomasy (v %)

Okres	Produkcia fytomasy (%)				
	veľmi malá	malá	stredná	vysoká	veľmi vysoká
NZ	2,80	0,61	18,14	52,18	26,27

(Vilček et al., 2007)

2.1.2 Klimatická charakteristika

Naše záujmové územie patrí do teplej oblasti (T) s najdlhšou vegetačnou dobou nad 241 vegetačných dní, s počtom 50 a viac letných dní za rok a s denným maximom teploty vzduchu ≥ 25 °C. Okrsok je teplý, veľmi suchý, s miernou zimou, teploty v januári dosahujú > -3 °C.

Priemerné ročné hodnoty klimatického ukazovateľa zavlaženia dosahujú hodnoty > 200 mm nedostatok zrážok.

Končekov index zavlaženia (I_z)

$$I_z = 0,5 \cdot R + r - 10 \cdot t - (30 + v)$$

R (mm) – priemerný úhrn zrážok vo vegetačnom období (IV – IX)

r (mm) – úhrn zrážok prevyšujúci v priemere 105 mm za zimu (XII – II)

t (°C) – priemer teploty vzduchu za vegetačné obdobie

v (m.s⁻¹) – priemer rýchlosti vetra meranej v klimatickom termíne o 14.00 h vo vegetačnom období

Iz < -40 (veľmi suchá oblasť)

Priemerná teplota vzduchu za apríl až september 17,8 °C.

Priemerné ročné sumy globálneho žiarenia sa pohybujú od 1250 do 1300 kWh.m⁻².

Priemerné ročné úhrny aktuálnej a potenciálnej evapotranspirácie sú v rozmedziach od 700 do 750 mm.

Priemerná ročná teplota aktívneho povrchu pôdy sa pohybuje okolo 11 – 12 °C.

Priemerná ročná teplota vzduchu v rozmedzí 9 – 10 °C.

Priemerná teplota vzduchu v januári > -3 °C.

Priemerné ročné úhrny zrážok 500 – 550 mm.

Počet dní so snehovou pokrývkou je < 40.

Priemerná teplota vzduchu v júli je > 20 °C.

Priemerné úhrny zrážok v januári 30 – 40 mm.

Priemerné úhrny zrážok v júli < 60 mm.

(Atlas krajiny SR)

2.1.3 Lokalizácia pokusov

V maloparcelových pokusoch založených vo vegetačnom období roku 2007 a 2008 na Výskumnej báze Výskumného ústavu zeleninárskeho, s.r.o. v Nových Zámkoch sme zisťovali vplyv priestorovej organizácie porastu na tvorbu biomasy štyroch druhov jednoročného druhu cirok – Hyso (*Sorghum bicolor L. x Sorghum sudanese L.*), ricínu obyčajného (*Ricinus communis*) a trvácej trávy ozdobnica čínska (*Miscanthus sinensis L.*)

Pokusy boli založené na pôde klasifikovanej ako ľahká hlinito piesočnatá pôda s vysokým obsahom P (185 mg.kg⁻¹) a stredným obsahom K (150 mg.kg⁻¹). Pôda bola vyhnojená základnou dávkou minerálnych živín (150 kg NPK.ha⁻¹). Závlaha aplikovaná nebola.

Územie je považované za typ územia s nížinnou klímou. V mesiacoch apríl – september 2007 bola evidovaná priemerná teplota vzduchu 18,6 °C. Najvyššie priemerné teploty vzduchu boli v mesiaci júl (23,1°C), najnižšie v mesiaci apríl (13,0 °C). Priemerný úhrn zrážok vo vegetačnom období bol 313 mm. Koncom leta najmä v auguste a septembri

došlo k väčšiemu deficitu vlhky. Trvanie slnečného svitu bolo 16,38 h. Klimatické ukazovatele vykazovali nasledovné odchýlky od normálu: priemerná teplota + 2,0 °C, zrážky -99 mm, slnečný svit +334 h.

V roku 2008 boli sledované rovnaké druhy. Ozdobnica čínska prezimovala a rástla na rovnakom stanovišti ako v roku 2007. Klimatické charakteristiky vegetačného obdobia pokusného roku 2008 sú nasledovné. V mesiacoch apríl – september bola priemerná teplota vzduchu 18,03 °C, najvyššia bola v mesiaci jún 21,5 °C, najnižšia v apríli (11,9 °C). Priemerný úhrn zrážok bol vo vegetačnom období 344 mm. Trvanie slnečného svitu bolo 1502 h. Klimatické ukazovatele vykazovali nasledovné odchýlky od normálu: priemerná teplota vzduchu -0,3 °C, zrážky -68 mm, slnečný svit + 198 h.

Zber biomasy bol v oboch pokusných rokoch urobený ručne. V každom variante bol spočítaný počet rastlín a zvážená čerstvá hmotnosť nadzemnej biomasy. Suchá hmotnosť bola stanovená v parciálnej vzorke (odobratej z plochy m²) gravimetricky po vysušení v elektrickej sušičke pri 90 °C.

2.2 Charakteristika pokusných bylín na energetické využitie

2.2.1 Ozdobnica čínska (*Miscanthus sinensis giganteus*)

Miscanthus je vysoká robustná tráva s mechanizmom fotosyntézy C₄, dosahujúca až 4 m výšky, ktorá pripomína rákos. Používa sa ako ozdobná rastlina, ale aj ako vegetatívna bariéra proti veternej erózii. Je vytrvalá, tzn. že má vydržať na svojom stanovišti až 20 rokov. Údaje zo zahraničia uvádzajú veľmi vysoké úrody biomasy a to okolo 20 t.ha⁻¹ (rekordne až 30 t suchej nadzemnej hmoty). Pre tieto vlastnosti bola a doteraz často je odporúčaná v západnej Európe k energetickému využitiu pre priame spaľovanie. V týchto štátoch je v podstate jediným reprezentantom energetických rastlín nedrevného typu, teda bylinného charakteru. Pochádza z juhovýchodnej Ázie a preto sa jej dobre darí najmä v teplejších oblastiach. Zakladanie plantáží tejto plodiny bolo značne podporované Európskou úniou, v rámci výskumných a overovacích grantov, zvlášť na začiatku 90.tých rokov. Veľmi dobre zúročí výdatnejšie zrážky, rovnomerne rozložené počas vegetácie. Najlepšie sú podľa skúseností z Nemecka sadenice z odkopkov, alebo vypestované in vitro, ktoré prvú zimu už prečkali vonku v teréne. V roku výsadby sa *Miscanthus* nezberá. V druhom roku po výsadbe poskytuje spravidla cca 10 t.ha⁻¹ suchej hmoty, v treťom roku je už v plnej plodnosti, kedy napr. v Českej republike dosahuje obvykle 20 až 25 t.ha⁻¹ suchej hmoty. Pri teplotách pod -15 °C vymrzá. Zber sa vykonáva väčšinou až po

premrznutí, kedy sú robustné steblá *Miscanthu* už dostatočne vyschnuté. Po premrznutí je však potrebné počítať so zberovými stratami 30 až 40 %. Takýto materiál nie je potrebné potom vôbec dosúšať, čo je veľmi dôležité. Pre energetické účely sa zber vykonáva obvykle samojazdnou silážnou rezačkou, čím vzniká hrubá rezanka. Tá sa môže spaľovať buď priamo, ako štiepka, alebo z nej možno lisovať palivové pelety. Rovnako možno zo slamy vytvárať obrie balíky (Gróf, 2007).

2.2.2 Cirok Hyso (*Sorghum bicolor x Sorghum sudanense*)

Cirok Hyso považovaný za perpektívnu energetickú plodinu je teplomilná jednorročná rastlina, ktorá dobre znáša sucho. Vysoká je 1 – 3 m. Pestuje sa na krmovinárske a potravinárske účely. Patrí medzi rastliny s C4 typom fotosyntézy, čo určuje jeho vysokú produktivitu. Táto súvisí so schopnosťou fotosyntetizovať aj pri veľmi nízkych koncentráciách CO₂ a vysokej hustote ožiarenia, vysokom teplotnom optime fotosyntézy a vysokých hraničných maximálnych teplotách. Rastliny C4 majú dobrú ekonomiku vodného režimu vzhľadom na nižší relatívny výdaj vody vo vzťahu k fotosyntéze. Majú nízku fotorespiráciu. Sú dobre adaptované na teplo a sucho pričom aj v týchto podmienkach dosahujú vysokú produkciu. Môžu tak konkurenčne potláčať iné druhy (Jureková, 2008). Má bohato rozvetvený a hlboko prenikajúci koreňový systém. Teplomilné požiadavky najlepšie spĺňa kukuričná výrobná oblasť. Pri pestovaní na hmotu postačuje i nižšia suma teplôt ako 2500 °C. Možno ho pestovať i na zasolených pôdach, nevhodné sú piesočnaté pôdy chudobné na humus, štrkovité a ílové pôdy. Ciroky samotné nie sú dobrými predplodinami pretože vysušujú pôdu a odčerpávajú dosť veľké množstvo živín. Na transpiráciu nepotrebujú viacej vlhky než proso, ktoré má z obilnín najmenší transpiračný koeficient. Vďaka veľkému rozvoju koreňovej sústavy cirok dobre využíva vlahu z hlbokých vrstiev pôdy. Pre pomerne dlhé vegetačné obdobie cirok môže dobre využiť vlahu zo zrážok v druhej polovici leta, oveľa lepšie ako napr. kukurica (Dudášová, 2008).

2.2.3 Ricín obyčajný (*Ricinus communis*)

Ricín obyčajný s vlastnosťami mohutnej byliny je v našich podmienkach pestovaný ako jednorročná ozdobná a liečivá rastlina. Dosahuje výšku 1 – 5 m. Patrí do čeľade mliečnikovitých (Euphorbiaceae). Byľ je hrubá, plochá a rozvetvená, má pozdĺžne ryhy a je rozlične sfarbená. V trópoch, kde je viacročná má drevnatejúcu stonku. Listy sú až 50

cm široké, kvetenstvo 30 cm dlhé. Semeno obsahuje ricín, ktorý je prudko jedovatý. Smrteľná dávka jedu je už v 2 – 10 semenách ricínu. Spôsobuje hnačky sprevádzané krvácaním, dehydratáciou, kŕčmi a poškodením pečene a obličiek. Semená obsahujú mastné kyseliny, ktoré sa po esterifikácii využívajú ako mazadlá. Priemerná produkcia semien je 900 – 1000 kg.ha⁻¹. Pre úplný rozvoj potrebuje súčet teplôt 2000 – 3000 °C, pre klíčenie potrebuje teplotu nad 10 °C. Hynie pri mraze -3 °C. Na vlahu nie je ricín veľmi náročný. Za celé vegetačné obdobie potrebuje 180 – 200 mm zrážok. Nemá veľké nároky na pôdu. Najlepšie sa mu darí na hlbokých a živinami dobre zásobených pôdach, vyhovujú mu hlinité pôdy a piesočnaté černozeme. V zaradení do osevného postupu nie je veľmi náročný, obyčajne nastupuje po obilninách. Pre ricín je veľmi dôležité hnojenie fosforečnými hnojivami. Tvorí veľa vegetatívnych orgánov a k tomu potrebuje dostatok pohotových živín (Dudášová, 2008).

2.3 Popis vybraných ekofyziologických charakteristík

2.3.1 Biomasa je súhrn látok tvoriacich telá všetkých vyšších a nižších rastlinných a živočíšnych organizmov. Rastlinnú biomasu často označujeme pojmom fytomasa, čo je organická hmota rastlín v konkrétnom okamžiku. Základným rozmerom pre vyjadrenie hodnoty sušiny je tona (t) vzťahovaná na jednotku plochy porastu. Energia biomasy má svoj prapôvod v slnečnom žiarení a fotosyntéze, preto ide o obnoviteľný zdroj energie. Celková hmotnosť biomasy je obyčajne stanovená vážením, prípadne tiež odhadom z objemu alebo dĺžky tela. U čerstvo ulovených organizmov je stanovená živá alebo čerstvá biomasa. Presnejšie je stanovenie biomasy suchej (sušiny) a sušiny bez popola. Energetická hodnota biomasy je stanovená buď spálením v kalorimetri, alebo na základe podielu proteínov, cukrov a tukov.

2.3.2 Dĺžka vegetačného obdobia

Dĺžka vegetačného obdobia je počet dní, ktoré sú ohraničené nástupom a ukončením dní s priemernou dennou teplotou $T \geq 15,0$ °C. Je to obdobie intenzívneho rastu a vývinu vegetácie. Začína fenologickou fázou klíčenia a vzhádzania u jednoročných, nalievaním púčikov a kambiálnou aktivitou u viacročných bylín. Končí dozrievaním plodov a semien a usychaním (a opadom) listov.

2.4 Organizácia a štruktúra pokusov jednorokných a viacročných bylín v jednotlivých pokusných rokoch

Vo vegetačnom období roku 2007 boli pokusy organizované nasledovne.

Tab.4 Organizácia pokusov vo vegetačnom období v roku 2007.

Druh	Hustota porastu (počet rastlín na m²)
Ozdobnica čínska	23,25 (počet výhonov v trse)
Ciok - A	Šírka riadkov 30 cm.m ⁻²
Ciok - B	40 cm.m ⁻²
Ciok - C	50 cm.m ⁻²
Ciok - D	60 cm.m ⁻²
Ricín obyčajný - A	25
Ricín obyčajný - B	12
Ricín obyčajný - C	9
Ricín obyčajný - D	5

Vo vegetačnom období roku 2008 boli pokusy organizované podľa schémy uvedenej v tab.5.

Tab.5 Schéma organizácie pokusov v r. 2008

<i>Druh</i>	<i>Variant</i>	<i>Spon výsevu (m)</i>	<i>Veľkosť parcely (m)</i>
Ozdobnica čínska	A	1 trs/1m ²	8 x 1
Ricín obyčajný	A	0,4 x 0,4	1,2 x 1,2
	B	0,6 x 0,6	2,4 x 1,8
	C	0,8 x 0,8	3,2 x 2,4
	D	1 x 1	4 x 3
Ciok - Hyso	A	0,3 x 0,3	7 x 0,9
	B	0,4 x 0,4	7 x 1,2
	C	0,5 x 0,5	7 x 1,5
	D	0,6 x 0,6	7 x 1,8

Počet rastlín vo vegetačnom roku 2008 na jednotke plochy je v nižšie uvedenom prehľade.

Tab.6 Počet rastlín vo vegetačnom roku 2008 na jednotke plochy

Druh	Hustota porastu (počet rastlín na m²)
Ozdobnica čínska	110 (počet výhonov v trse)
Ciok - A	šírka riadkov 30 cm.m ⁻²
Ciok - B	šírka riadkov 40 cm.m ⁻²
Ciok - C	šírka riadkov 50 cm.m ⁻²
Ciok - D	šírka riadkov 60 cm.m ⁻²
Ricín obyčajný - A	25
Ricín obyčajný - B	12
Ricín obyčajný - C	9
Ricín obyčajný - D	5

Pri hodnotení tvorby biomasy jednotlivých druhov sú rozhodujúce údaje o dĺžke vegetačného obdobia (počte dní aktívnej činnosti fotosyntetického aparátu).

Tab.7 Charakteristiky vegetačného obdobia - rok 2008

	Výsev	Vzchádzanie	Zber	Dĺžka VD
Cirok – Aklimat	13.4.2008	Po 5-8 dňoch	13.10.2008	175
Cirok - Csaba	13.4.2008		7.10.2008	169
Cirok - Emese	13.4.2008		2.10.2008	164
Cirok - Alföldi	13.4.2008		9.10.2008	171
Ricinus	15.4.2008	Po 9 dňoch	14.10.2008	173
Miscanthus	12.4.2008	Po 9 dňoch	14.10.2008	170

2.4.1 Odber rastlinného materiálu a merané parametre

Zber biomasy bol urobený ručne. V každom variante bol spočítaný počet rastlín a zvážená čerstvá hmotnosť nadzemnej biomasy. Suchá hmotnosť bola stanovená v parciálnej vzorke (odobratej z plochy m²) gravimetricky po vysušení v elektrickej sušičke pri 90 °C.

2.5 Kvantifikácia biomasy nadzemnej hmoty

2.5.1 Stanovenie obsahu sušiny

Obsah sušiny stanovíme vysušením materiálu do konštantnej hmotnosti z ktorej vypočítame % obsahu uvoľnenej vody a obsah sušiny.

Postup: Skúmaný materiál po zbere zvážíme, čím zistíme jeho čerstvú hmotnosť (Wf). Vložíme do sušiarne vytemperovanej na 90 °C. Po 1-2 hodinách zvýšime teplotu na 105 °C. Dĺžka sušenia závisí od povahy materiálu (10 – 12 hodín). Po vysušení opäť zvážíme. Konštantnú sušinu zistíme tak, že hmotnosť materiálu po opakovanom polhodinovom sušení sa nemení. % celkovej vody a sušiny vypočítame podľa vzorca (Zima, 1980):

$$\% \text{H}_2\text{O} = \frac{100 - (\text{Wd} \cdot 100)}{\text{Wf}}$$

$$\% \text{Wd} = \frac{\text{Wd} \cdot 100}{\text{Wf}}$$

kde: Wd – hmotnosť sušiny
Wf – hmotnosť čerstvého materiálu

2.5.2 Obsah vody v biomase

Na stanovenie obsahu vody v rastlinnom materiáli je potrebné poznať hmotnosť rastliny počas merania a hmotnosť po jej úplnom vysušení v sušičke. Percentuálny obsah vody v čerstvom materiáli rastlín sme stanovili z percentuálneho obsahu sušiny v čerstvom materiáli podľa vzťahu(Šmítalová, 2009):

$$Wd = \frac{Wd}{Wf} \cdot 100 \quad (\%)$$

Wd – percento sušiny vyjadrené v %

Wd - hmotnosť sušiny (g)

Wf – hmotnosť čerstvej biomasy (g)

Potom pre percento vody čerstvej biomasy rastlín platí vzťah:

$$\% \text{ H}_2\text{O} = 100 - \% \text{ Wd}$$

2.5.3 Merná (objemová) hmotnosť biomasy

Merná (objemová) hmotnosť biomasy (MHB) je hustota energie biomasy . Vyjadruje sa ako objem biomasy : obsahu vody. Základné formy biomasy sa vyznačujú nízkymi hodnotami MHB, je to približne 40 – 60 kg sušiny .m⁻³.

3. Cieľ

Cieľom riešenia diplomovej práce bolo zhromaždiť charakteristiky o biologických vlastnostiach troch druhov potenciálnych energetických bylín, overiť produkciu ich biomasy v podmienkach južného Slovenska a hodnotiť vhodnosť pôd pre pestovanie vybraných druhov podľa agroklimatickej regionalizácie. Dielčie ciele boli nasledovné:

1. Charakterizovať vlastnosti ciroku Hyso (*Sorghum bicolor x Sorghum sudanense*). Kvantifikovať úrodu biomasy ciroku a jeho vybraných kultivarov v závislosti na rozdielnom počte rastlín na jednotke plochy. Určiť kvalitatívne vlastnosti biomasy, akými sú obsah vody a obsah suchej hmoty, ako i mernú hmotnosť biomasy.
2. Charakterizovať odzobnicu čínsku (*Miscanthus sinensis giganteus*) z hľadiska jej biologických vlastností. Kvantifikovať úrodu biomasy v prvom a druhom roku pestovania v závislosti na počte výhonov v trse. Stanoviť obsah vody, obsah suchej hmotnosti a mernú (objemovú) hmotnosť biomasy.
3. Charakterizovať vlastnosti ricínu (*Ricinus communis*) obyčajného. Kvantifikovať úrodu jeho biomasy v závislosti na počte rastlín na jednotke plochy. Určiť obsah vody a suchej hmoty, ako i mernú objemovú hmotnosť biomasy.

4. Výsledky a diskusia

Výsledky experimentálneho riešenia cieľov diplomovej práce sme zhrnuli v kapitole 4. V prvom stupni budeme analyzovať úrodu biomasy pokusných druhov vo vegetačnom roku 2007 a 2008, tak ako sa utvárala v závislosti na hustote porastov. Výsledky sú uvedené v tabuľkách (8, 9). Vplyv organizácie porastu u ciroku Hyso (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*), slezu (*Malva meluca*) a štiavu křmneho (*Rumex tianshanicus*) sledoval aj Váňa (1997).

Z výsledkov (tab.8) je vidieť, že v rovnakých pôdnoekologických podmienkach roku 2007 poskytol najvyššiu úrodu biomasy cirok vo variante A (spon 0,25 x 0,05m) a to 17, 710 t.ha⁻¹. Potvrdilo sa, že veľkosť úrody biomasy je závislá na počte jedincov na jednotke plochy a so znižovaním počtu jedincov klesala úroda biomasy až na hodnotu 7,25 t.ha⁻¹ (variant D). Pri detailnejšej analýze potvrdila Jureková et al.(2008), že hodnota výslednej biomasy je závislá na počte odnoží, ktoré sú v priamej korelácii s hustotou porastu. Čerstvá hmotnosť rastlín ciroku obsahovala pomerne vysoké hodnoty obsahu vody (v porovnaní s ostatnými druhmi najvyššie). Je zaujímavé, že obsah vody v nadzemných orgánoch rastlín pestovaných pri rozdielnej hustote bol rozdielny.

S obsahom vody súvisí významný ukazovateľ biomasy(určujúci cenu), merná hmotnosť biomasy(MHB). Potvrdilo sa, že u ciroku má MHB vysokú hodnotu 334,10 kg.m⁻³ suchej hmoty (tab.9). Ak vychádzame zo skutočnosti, že merná hmotnosť uhlia je 700-850 kg.m⁻³, materiálo-technické náklady na transport, skladovanie a manipuláciu s biomasou ciroku a náklady na „zahustenie energie“ by nemuseli byť extrémne vysoké.

V roku 2008 poskytol podobne ako v roku 2007 najvyššiu úrodu biomasy cirok vo variante A (spon 0,25 x 0,05m) a to 23,80 t.ha⁻¹ ako vidieť z tab.10. Veľkosť úrody biomasy bola najnižšia pri najnižšom počte jedincov na jednotku plochy vo variante D (spon 1,2 x 0,2m) 10,87 t.ha⁻¹. Z výsledkov je vidieť, že z hľadiska produkcie sa ako najoptimálnejšia potvrdzuje štruktúra porastu zodpovedajúca variantu A, to znamená, že väčší počet odnoží v redšom poraste variantu D nekompenzoval veľkosť produkcie biomasy rastlín v hustejšom poraste variantu A.

Pri pestovaní ozdobnice čínskej (*Miscanthus sinensis*) v 1. roku pestovania (2007) bola úroda biomasy 8,438 t.ha⁻¹ (tab.8). V 2. roku pestovania (2008) na rovnakej ploche však

úroda biomasy stúpla na 20,35 t.ha⁻¹(tab.10). V pomernom vyjadrení predstavoval ročný prírastok 241,39 %. Tento výrazný prírastok môže byť skreslený aj zvýšeným obsahom vody v rastlinných orgánoch, kde išlo prevažne o mladé listy s vyšším obsahom vody, ktoré ešte aj koncom vegetácie v 2. roku tvorili značnú časť celkovej biomasy. Z toho vyplýva, že s vekom rastlín sa úroda biomasy zvyšuje, avšak neskôr prírastky začnú postupne klesať a budú predstavované inými kvalitatívnymi vlastnosťami vrátane nižšieho obsahu vody. Objemová hmotnosť biomasy ozdobnice čínskej má hodnotu 174,30 kg.m⁻³(tab.9).

Ricín obyčajný (*Ricinus communis*), jednoročná bylina s mohutným rastom a veľkou listovou plochou má vysoké nároky na priestor a zdroje. Z uvedeného dôvodu je hustota porastu rozhodujúcim činiteľom určujúcim výšku produkcie biomasy. V roku 2007 bola najvyššia úroda biomasy vo variante D (5 rastlín na m²) vo výške 11,540 t.ha⁻¹(tab.8). Pri väčšom počte rastlín (9, 12, 25) sa hmotnosť nadzemnej biomasy aj hmotnosť jednotlivých rastlín znižuje. To znamená, že pri vyššom počte rastlín (variant A, B, C) dosiahla hmotnosť biomasy omnoho nižšie hodnoty, pričom nebola kompenzovaná väčším počtom jedincov. Objemová hmotnosť, ktorá určuje výrobnú cenu a využitie paliva z biomasy má u ricínu obyčajného hodnotu 167,28 kg.m⁻³(tab.9).

Tab.8 Biomasa (t.ha⁻¹) potenciálnych energetických rastlín pestovaných vo vegetačných podmienkach roku 2007

Variant	Počet rastlín na m ²	Hmotnosť biomasy (kg.m ⁻²)		% obsah vody	Úroda biomasy (t.ha ⁻¹)
		Čerstvá hmotnosť	Suchá hmotnosť		
Cirok - A	25	6,026	1,771	29,39	17,710
Cirok - B	15	4,447	1,123	25,25	11,230
Cirok - C	12	4,176	1,006	24,09	10,060
Cirok - D	10	2,420	0,725	26,79	7,250
Ricín - A	25	3,593	0,796	22,16	7,960
Ricín - B	12	2,9458	0,687	23,32	6,870
Ricín - C	9	2,614	0,640	24,49	6,400
Ricín - D	5	4,660	1,154	24,76	11,540
Miscanthus	trs	3,722	0,835	22,42	8,356

Tab. 9 Priemerné hodnoty objemovej hmotnosti ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$) energetických rastlín v roku 2007

Druh	Ø Hodnota objemovej hmotnosti ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ suchej hmoty)
Cirokek – Hyso	167,28
Ricín obyčajný	334,10
Ozdobnica čínska	174,30

Potvrdil sa vplyv štruktúry a hustoty porastu cirokeku na výslednú produkciu biomasy. Z uvedeného pohľadu bola úroda biomasy najvyššia pri počte 25 rastlín na m^2 (variant A), čo dokumentuje tab.10. V porovnaní s rokom 2007 sa tu množstvo biomasy zvýšilo o $6,07 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ čerstvej hmoty (34,1 %). Aj pokusy robené v Českej republike (Šimon, 1997) poukazujú na skutočnosť, že vo vhodných pôdnoekologických podmienkach môže cirokek dosahovať produkciu viac ako $15\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ sušiny.

Tab. 10 Úroda biomasy potenciálnych energetických bylín pestovaných vo vegetačných podmienkach roku 2008

Variant	Počet rastlín na m^2	Hmotnosť biomasy v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$		% obsah vody	Úroda biomasy v $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$
		Čerstvá hmotnosť	Suchá hmotnosť		
Cirokek-A	25	8,112	2,380	29,33	23,80
Cirokek-B	15	6,121	1,545	25,24	15,45
Cirokek-C	12	5,754	1,386	24,08	13,86
Cirokek-D	10	3,631	1,087	29,93	10,87
Ozdobnica čínska	4 trsy	6,088	2,035	33,42	20,35

V roku 2008 sme stanovili objemovú hmotnosť biomasy pokusných bylín, čo vyjadruje tab.11.

Tab. 11 Priemerné hodnoty objemovej hmotnosti ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$) energetických rastlín v roku 2008

Druh	Ø Hodnota objemovej hmotnosti ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ suchej hmoty)
Cirokek – Hyso	219,84
Ozdobnica čínska	182,17

V roku 2008 sme hodnotili 4 druhy cirokeku (Alföldi, Emese, Csaba, Aklimat) a ich vplyv na tvorbu biomasy vo vegetačnom období (tab.12).

Tab. 12 Vplyv odrody na tvorbu biomasy ciroku vo vegetačnom období roku 2008.

Odroda	Hustota porastu (vzdialenosť riadkov)	Hmotnosť	
		Biomasa (kg.m ⁻²)	Biomasa (t.ha ⁻¹)
Alföldi	A (30 cm)	1,36	13,60
	B (40 cm)	1,99	19,91
	C (50 cm)	1,46	14,60
	D (60 cm)	1,13	11,30
Emese	A (30 cm)	1,30	13,00
	B (40 cm)	1,47	14,73
	C (50 cm)	1,12	11,25
	D (60 cm)	0,75	7,50
Csaba	A (30 cm)	1,52	15,20
	B (40 cm)	1,65	16,50
	C (50 cm)	1,60	16,00
	D (60 cm)	1,13	11,30
Aklimat	A (30 cm)	1,57	15,70
	B (40 cm)	1,80	18,00
	C (50 cm)	1,19	11,90
	D (60 cm)	1,36	13,60

Z tab.12 vyplýva, že v rámci všetkých odrôd ciroku bola najvyššia hmotnosť biomasy dosiahnutá pri odrode Alföldi a to 19,91 t.ha⁻¹ pri vzdialenosti riadkov 40 cm. Odroda Emese dosiahla podobne ako predchádzajúca odroda najvyššiu hmotnosť pri vzdialenosti riadkov 40 cm a to 14,73 t.ha⁻¹. Pri odrode Csaba bola dosiahnutá najvyššia hodnota 16,50 t.ha⁻¹ pri šírke riadkov 40cm. Odroda Aklimat dosiahla najvyššiu hmotnosť 18,00 t.ha⁻¹ pri podobnej šírke riadkov ako predchádzajúce odrody. Z vypočítaných údajov sme zistili, že najvyššie úrody boli dosiahnuté pri vzdialenosti riadkov 40 cm. Z uvedeného vyplýva, že najoptimálnejšia vzdialenosť pre pestovanie rôznych odrôd ciroku je vzdialenosť riadkov 40 cm.

V druhom stupni našej analýzy sme urobili charakteristiky pokusných druhov pre možnosti ich pestovania podľa agroklimatickej regionalizácie. Výsledky sú uvedené v tabuľke 13. Potvrdilo sa, že ozdobnica, cirok a ricín patria do agroklimatickej makrooblasti teplej, vyžadujú sumu teplôt od 2200 do 2800⁰C, resp. 3000⁰C (ricín). Vzhľadom na uvedené teplotné požiadavky sú málo odolné. Na Slovensku do tejto oblasti patria nížiny: Záhorská, Podunajská, Východoslovenská, Košická a zo stredne položených kotlín: Hornonitrianska, Žiarska, Pliešovská, Zvolenská a Rožňavská.

Tab.13 Charakteristika pokusných plodín podľa agroklimatických makroblastí, vegetačnej termickej konštanty a odolnosti.

Druh	Agroklimatická makroblast'	Vegetačná termická konštantá	Odolnosť
Ozdobnica čínska	teplá	2200 – 2800 °C	málo odolné
Cirok Hyso	teplá	2200 – 2800 °C	málo odolné
Ricín obyčajný	teplá	2000 – 3000 °C	málo odolné

Tab.14 Charakteristiky bioenergetického potenciálu pôdy pokusných plodín (2008).

Druh	Plocha (P) [m ²]	Úroda suchej hmoty (Ys) [t.ha ⁻¹]
Ozdobnica čínska	1,0	20,35
Cirok Emese A	6,3	13,60
Cirok Emese B	8,4	19,91
Cirok Emese C	10,5	14,60
Cirok Emese D	12,6	11,30
Cirok Csaba A	6,3	13,00
Cirok Csaba B	8,4	14,73
Cirok Csaba C	10,5	11,25
Cirok Csaba D	12,6	7,50
Cirok Alföldi A	6,3	15,20
Cirok Alföldi B	8,4	16,50
Cirok Alföldi C	10,5	16,00
Cirok Alföldi D	12,6	11,30
Cirok Aklimat A	6,3	15,70
Cirok Aklimat B	8,4	18,00
Cirok Aklimat C	10,5	11,90
Cirok Aklimat D	12,6	13,60

Na základe vzťahu Demo, Kalúz (2010) v časti Materiál a metódy sme vypočítali hodnotu bioenergetického potenciálu pôdy pokusných plodín v hodnote 12,97 t.ha⁻¹.

$$E_p = \frac{2078,7}{160,3} = 12,97 \text{ t.ha}^{-1}$$

Tab.15 Charakteristiky pôd podľa potenciálnej produkcie bioenergie rastlín 2008

Druh	Potenc. produkcia bioenergie (GJ.ha)	Potenc. produkcia fytomasy
Ozdobnica čínska	340	20,35 – veľmi vysoká
Círok – Hyso	450	23,8 - veľmi vysoká

Podľa uvedeného postupu v časti Materiál a metódy môžeme potenciálnu produkciu fytomasy charakterizovať ako veľmi vysokú.

Na základe týchto údajov môžeme pre prax odporúčať tieto oblasti pre pestovanie vybraných druhov energetických bylín: nížiny: Záhorská, Podunajská, Východoslovenská, Košická a zo stredne položených kotlín: Hornonitrianska, Žiarska, Pliešovská, Zvolenská a Rožňavská.

5. Závěry

Z experimentálneho riešenia problematiky vytýčenej v cieľoch diplomovej práce môžeme urobiť nasledovné závery.

Skúmané druhy cirok-Hyso (*Sorghum bicolor L.x Sorghum sudanese*), ricín obyčajný (*Ricinus comunis L.*) a ozdobnica čínska (*Miscanthus sinensis L.*) sú teplomilné rastliny s mohutným rastom a vysokou potenciálnou schopnosťou tvorby biomasy. Agroklimatická makrooblasť južného Slovenska charakterizovaná ako teplá s vegetačnou termickou konštantou v škále 2200 – 3000 °C je pre pestovanie skúmaných druhov vyhovujúca. Druhy sú málo odolné voči mrazom.

Vo vegetačných podmienkach rokov 2007 a 2008 poskytli jednotlivé druhy nasledovné produkcie:

1. Cirok Hyso (2007) pri hustote 250 000 jedincov.ha⁻¹ 17,710 t suchej hmoty.
Cirok Hyso (2008) pri štruktúre 30 cm šírka riadka 23,80 t.ha⁻¹
Odrody (2008): Alföldi pri šírke riadka 40 cm 19,91 t.ha⁻¹
Emese pri šírke riadka 40 cm 14,73 t.ha⁻¹
Csaba pri šírke riadka 40 cm 16,50 t.ha⁻¹
Aklimat pri šírke riadka 40 cm 18,00 t.ha⁻¹
2. Ozdobnica čínska (2007) pri hustote trs.m⁻² 8,356 t.ha⁻¹
Ozdobnica čínska (2008) pri hustote trs.m⁻² 20,35 t.ha⁻¹
3. Ricín obyčajný (2007) pri hustote 50 000 jedincov.ha⁻¹ 11,54 t. ha⁻¹

Hodnota objemovej hmotnosti, významného ukazovateľa kvality biomasy bola najvyššia u ricínu (334,10 kg.m⁻³), nižšia u ciroku (219,84 kg.m⁻³) a najnižšia u ozdobnice čínskej (182,17 kg.m⁻³).

Na základe dosiahnutých výsledkov môžeme pri celkovom hodnotení vlastností a produkčnej výkonnosti pokusných druhov odporučiť pre pestovanie v podmienkach južného Slovenska ako aj energetické využitie, ozdobnicu čínsku (*Miscanthus sinensis L.*) a cirok Hyso (*Sorghum bicolor L.x Sorghum sudanese*) kultivar Alföldi.

6. Použitá literatúra

1. Akčný plán využívania biomasy 2008 – 2013, Ministerstvo pôdohospodárstva, Bratislava, 2008. [cit. 2010-03-28]. Dostupné na internete: [http://www.rokovania.sk/appl/material.nsf/0/8E6AF7823FF71A2DC12573F0004C52EC/\\$FILE/vlastnymat.rtf](http://www.rokovania.sk/appl/material.nsf/0/8E6AF7823FF71A2DC12573F0004C52EC/$FILE/vlastnymat.rtf).
2. Analýza vplyvu platnej legislatívy na podporu využívania biomasy na energetické účely a návrh na ďalšie riešenie, Ministerstvo pôdohospodárstva, Bratislava. [online] 2006. [cit. 2010-03-25]. Dostupné na internete: <http://www.rokovania.sk/appl/material.nsf/0/F9F43BCE1E57DB0FC1257124004E506D?OpenDocument>.
3. APALOVÍČ, R. 1998. Biomasa – obnoviteľný zdroj energie a surovín pre Slovensko. In: Obnoviteľné zdroje energie – možnosti regiónu : zborník prednášok k regionálnym seminárom. Bratislava: ADAPT v spolupráci s drevárskym kongresom ZSVTS a s finančnou podporou Nadácie EKOPOLIS. 1998, s. 19-27. ISBN 80-968042-0-0.
4. Atlas krajiny SR. [online] 2009. [cit. 2010-03-21]. Dostupné na internete: <http://globus.sazp.sk/atlassr/>
5. BARÁKOVÁ, A. 2007. Predpoklady vyššieho využitia poľnohospodárskej biomasy. [online] 2007, [cit. 2010-03-04]. Dostupné na internete: www.agroporadenstvo.sk/oze/biomasa/biomasa_vyuzitie.pdf
6. Biomass Action Plan (COMMUNICATION FROM THE COMMISSION); Commission of the European Communities, COM (2005) 628 Final, Brussels, 7.12.2005. [online] 2005, [cit. 2010-03-04]. Dostupné na internete: http://europa.eu/legislation_summaries/energy/renewable_energy/127014_en.htm.
7. Biomasa v regióne a jej reálne zdroje. [online]. 2009, [cit. 2010-03-04]. Dostupné na internete: (http://www.asb.sk/?article_print=2907)
8. DEMO, M., KALÚZ, K. 2008. Projektovanie trvalo udržateľných poľnohospodárskych systémov v krajine. 2. vyd. Nitra : Vydavateľstvo SPU, 2010. 122 s. ISBN 978-80-552-0343-0
9. DUDÁŠOVÁ, K. 2008. Charakteristika vybraných druhov rastlín využiteľných na energetické účely : bakalárska práca. Nitra : SPU, 2008, 44 s.
10. 10. Energetická politika SR, Ministerstvo hospodárstva SR, Bratislava, [online]. 2006. [cit. 2010-03-28]. Dostupné na internete: [http://www.rokovania.sk/appl/material.nsf/0/192E1D913AA57ABAC12570F20044147E/\\$FILE/Zdroj.html](http://www.rokovania.sk/appl/material.nsf/0/192E1D913AA57ABAC12570F20044147E/$FILE/Zdroj.html)
11. GCP (2003) Global Carbon Project 2003 Science Framework and Implementation. Earth System Science Partnership (IGPB, IHD, WCRP, DIVERSITAS) Report No. 1, Global Carbon Project No. 1, 69 pp, Canberra.

12. GRÓF, J. 2007. Zhodnotenie zdrojov fytomasy v podmienkach Slovenska : diplomová práca. Nitra : SPU, 2007.
13. IPCC (2001) Climate Change 2001 : Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 1032 pp.
14. JUREKOVÁ, Z., MARIŠOVÁ, E. 2008. Ekologické limity a právne aspekty pestovania energetických rastlín na Slovensku. In Acta regionalia et environmentalica, roč. 5, 2008, č. 2, s. 46 – 50.
15. Koncepcia rozvoja pôdohospodárstva na roky 2007-2013. Ministerstvo pôdohospodárstva SR, Bratislava, [online]. 2007, [cit. 2010-02-22]. Dostupné na internete: www.land.gov.sk/download.php?fID=135
16. Koncepcia využívania obnoviteľných zdrojov energie, Ministerstvo hospodárstva, SR, Bratislava, [online]. 2003, [cit. 2010-03-14]. Dostupné na internete: <http://www.rokovania.sk/appl/material.nsf/0/49B88489BB362AB8C1256CFD0037CA11?OpenDocument>.
17. KURPELOVÁ, M., COUFAL, L., ČULÍK, J. 1975. Agroklimatické podmienky ČSSR. Príroda, Bratislava, 1975, 266 s.
18. Malhi Y., Baldocchi DD, Jarvis PG. 1999 : The carbon balance on tropical, temperate and boreal forests. Plant, cell and Environment 22, s. 715 – 740
19. Národná stratégia trvalo udržateľného rozvoja prijatá vládou SR dňa 10.10.2001. [online]. 2001, [cit. 2010-03-10]. Dostupné na internete: www.tur.vlada.gov.sk/data/files/950.pdf
20. Návrh energetickej politiky SR. 2006. Ministerstvo hospodárstva SR, Bratislava. [online]. 2006, [cit. 2010-04-11]. Dostupné na internete: <http://www.4-construction.com/sk/vzdelavanie-kniznica/clanok/energeticka-politika-slovenskej-republiky/>
21. Návrh koncepcie využitia poľnohospodárskej a lesníckej biomasy na energetické účely. 2004. Ministerstvo pôdohospodárstva SR, Bratislava. [online]. 2004, [cit. 2010-03-31]. Dostupné na internete: [http://www.rokovania.sk/appl/material.nsf/0/AB9B44FFC81BEFEAC1256F200036A6A5/\\$FILE/material.rtf](http://www.rokovania.sk/appl/material.nsf/0/AB9B44FFC81BEFEAC1256F200036A6A5/$FILE/material.rtf).
22. Obnoviteľné zdroje energie – alternatíva energetiky. Vzdelávacie kurzy v oblasti alternatívnych zdrojov energie pre BSK E-learning. [online]. 2007, [cit. 2010-03-03]. Dostupné na internete: (http://www.sab.sk/E_learnig/DFM2HTML_index/M6_5.html)
23. PASTOREK et al. 2000. Zpracování odpadní biomasy rostlinného původu. Praha : ÚZPI, 2000, 65 s. ISBN 80-7271-055-9

24. PEPICH, Š. 2003. Využitie energie biomasy v poľnohospodárstve. In: *Moderná mechanizácia v poľnohospodárstve*, roč. 6, 2003, č. 5, s. 30 – 31
25. PEPICH, Š. 2007. Využitie poľnohospodárskej biomasy na energetické účely. Bratislava. [online]. 2007, [cit. 2010-04-11]. Dostupné na internete: www.sab.sk/E_learnig/DFM2HTML_index/Stupava_Pepich.pps
26. SLUKA, Ľ. 2007. Účelné a efektívne využívanie biomasy na Slovensku. In *Pozičný dokument organizácií Priatelja Zeme-CEPA* [online]. 2007, [cit. 2010-03-04]. Dostupné na internete: www.zmz.sk/doc/PD-biomasa_sk_final.pdf
27. SMERNICA 2001/77/ES EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY z 27.januára 2001 o podpore elektrickej energie vyrábanej z obnoviteľných zdrojov energie na vnútornom trhu s elektrickou energiou. [online]. 2001, [cit. 2010-03-31]. Dostupné na internete: <http://www.land.gov.sk/download.php?pkfID=5985>.
28. Správa o pokroku v rozvoji obnoviteľných zdrojov energie vrátane stanovenia národných indikatívnych cieľov pri využívaní obnoviteľných zdrojov energie, Bratislava. [online]. 2004, [cit. 2010-04-11]. Dostupné na internete: <http://www.hospodarstvo.sk/sprava-o-pokroku-v-rozvoji-obnovitelnych-zdrojov-energie-vratane-stanovenia-narodnych-indikativnych-cielov-pri-vyuzivani-obnovitelnych-zdrojov-energie-5674/127359s>
29. Stratégia vyššieho využitia obnoviteľných zdrojov energie v SR. 2007. Ministerstvo hospodárstva SR, Bratislava. [online]. 2007, [cit. 2010-04-11]. Dostupné na internete: http://www.sea.gov.sk/energeticke_aktivity/legislativa_predpisy_sr/strategia_oze.pdf.
30. ŠIMON, J. 1997. Možnosti pěstování energetických rostlin na zemědělské půdě. Zborník z vedecko-odborného seminára In : Cizorodé látky v zemědělských ekosystémoch, Praha 1997, ISBN 80-238-1397-8.
31. ŠMITALOVÁ, E. 2009. Využitie interakcie elektromagnetického žiarenia s vegetáciou pre analýzu stavu poľnohospodárskych plodín na VPP Kolíňany : autoreferát dizertačnej práce. Nitra : SPU, 2009.
32. ŠPÁNIK, F. et al.. 2000. Aplikovaná agrometeorológia, 3.vyd., VES SPU, Nitra, 2000, 194 s.
33. ŠPÁNIK, Š., ŠIŠKA, B. 1996. Biometeorológia. VES VŠP, 1996, Nitra, 173 s.
34. ŠPÁNIK, Š., ŠIŠKA, B. a kol. 2004. *Biometeorológia*. 1. vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2004. 227 s. ISBN 80-8069-315-3
35. TOMLAIN, J. 1997. Rozloženie evapotranspirácie na území Slovenska za obdobie 1961 – 1990. Podzemná voda, No 3/1, 1997, Slovenská asociácia hydrogeológov, Bratislava, 1997.
36. VÁŇA, J. 1997. Dekontaminace těžkých kovů z půdy rostlinami. Sborník z vedecko-odborného semináře se zahraniční účastí In : Cizorodé látky v zemědělských ekosystémoch. Praha : VÚRV Praha-Ruzyně, 1997.

37. VILČEK, J. et al. 2007. Poľnohospodárska pôda regiónov Slovenska v kočke. Bratislava : VÚPaOP, 2007. ISBN 978-80-89128-33-4
38. Zákon č. 220/2004 Z. z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy a o zmene zákona č. 245/2003 Z. z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov (v znení č. 359/2007 Z. z., 219/2008 Z. z., 540/2008 Z. z., 396/2009 Z. z.)
39. Zákon č. 99/2007, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 657/2004 Z. z. o tepelnej energetike a ktorým sa dopĺňa zákon č. 455/1991 Zb. o živnostenskom podnikaní v znení neskorších predpisov zo 7. februára 2007
40. Zákon č. 107/2007 Z.z. zo 7. februára 2007, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 276/2001 Z.z. o regulácii v sieťových odvetviach a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov a o zmene a doplnení niektorých zákonov
41. Zákon č. 112/2008, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 656/2004 Z. z. o energetike a o zmene niektorých zákonov v znení neskorších predpisov zo 14. februára 2008
42. ZELENSKÝ, K. 2006. Agroekologické oblasti SR. In: Zborník z vedeckého seminára: Od mapovania a hodnotenia pôd k udržateľným sústavám využívania pôdy a krajiny. Bratislava: VÚP a OP, 2006
43. ZIMA, M. et al. 1980. Návody na cvičenia z biologických základov poľnohospodárskej výroby. 2. vyd. Bratislava : Príroda, 1980
44. Zníženie emisií CO₂ – hrozba alebo príležitosť. [online]. 2005, [cit. 2010-03-04]. Dostupné na internete: www.intechenergo.sk/admin/uploads/blesk/2005jar.pdf

7. Prílohy



Obr.1 Ozdobnica čínska (<http://www.semperdecor.sk/images/akcia/DSC03327.JPG>)



Obr.2 Cirok Hyso (http://www.pacificseed.com/images/clip_image002_001.jpg)



Obr.3 Ricín obyčajný (<http://konici.ufonek.net/fotografie/279.jpg>)



Obr.4 Semená ricínu (<http://nrl.uvm.sk/tox/rastliny/ricinus.files/image009.jpg>)