

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA  
V NITRE**

Rektor: prof. Ing. Mikuláš Látečka, PhD.

FAKULTA EURÓPSKYCH ŠTÚDIÍ A REGIONÁLNEHO ROZVOJA

Dekan: prof. Ing. Dušan Húska, PhD.

Charakteristika vybraných druhov rastlín využiteľných na energetické účely  
**Bakalárska práca**

Katedra ekológie

Vedúci katedry: prof. RNDr. Pavol Eliáš, CSc.

Vedúca práce: prof. RNDr. Zuzana Jureková, CSc.

Katarína Dudášová

Nitra 2008

## Abstrakt

Katarína Dudášová, Spracovanie bakalárskej práce na Slovenskej poľnohospodárskej univerzite v Nitre. Bakalárska práca, Katedra ekológie Fakulty európskych štúdií a regionálneho rozvoja v Nitre, vedúca bakalárskej práce RNDr. Zuzana Jureková, CSc., Nitra 2008.

Práca je venovaná vlastnostiam a možnostiam pestovania vybraných druhov bylín vhodných na energetické využitie. Prináša a systematizuje najnovšie poznatky z oblasti využívania alternatívnych plodín. Zaoberá sa výhodami a nevýhodami ich pestovania, sociálnymi a sociologickými aspektmi, základnými požiadavkami na energetické a priemyslové plodiny, charakteristikou vybraných druhov : cirok cukrový (*Sorghum dochna*), ozdobnica čínska (*Miscanthus sinensis*), ricín obyčajný (*Ricinus communis*) a Ligurček lekársky (*Levisticum officinale*)

Súčasťou bakalárskej práce bolo aj určiť ekologické limity pestovania vybraných energetických rastlín, možnosti ich pestovania a tvorbu biomasy v podmienkach južného Slovenska. Z výsledkov práce sme zistili, že podmienky južného Slovenska sú vyhovujúce pre rast s tvorbu biomasy vybraných energetických rastlín.

**Kľúčové slová :** biomasa, obnoviteľné zdroje energie, energetické byliny, ricín obyčajný (*Ricinus communis*), cirok cukrový (*Sorghum dochna*), ozdobnica čínska (*Miscanthus sinensis*), ligurček lekársky (*Levisticum officinale*)

## **Abstract**

Katarína Dudášová, elaboration of bachelor paper at Slovak University of Agriculture in Nitra. bachelor paper, Department of Ecology of the Faculty of European studies and regional development in Nitra, bachelor paper coordinator prof. RNDr. Zuzana Jureková, CSc., Nitra 2008.

This project deals with the properties and possibilities of cultivating of specific herbs suitable for energy production. It brings and systematizes the ultimate knowledge of the alternative crops utilization. It deals with the advantages and disadvantages of their cultivating, social and sociological aspects, basic requirements on energy and industrial crops, and the characteristic features of these species: *Sorghum Dochna*, *Miscanthus Sinensis*, *Ricinus Communis*, and *Levisticum officinale*

One part of this project consisted in determining ecological limits of cultivation of the mentioned energy plants, the possibilities of their cultivation and biomass production in the conditions of the southern Slovakia. The results of this research indicate that the conditions in the southern Slovakia are favourable for growing and production of biomass of the mentioned energy plants.

**Key words:** biomass, renewable energy sources, energy crops, *Ricinus Communis*, *Sorghum Dochna*, *Miscanthus Sinensis*, *Levisticum officinale*

## ČESTNÉ VYHLÁSENIE

Podpísaná Katarína Dudášová vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Charakteristika vybraných druhov rastlín využiteľných na energetické účely“ vypracovala samostatne s použitím uvedenej literatúry.

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

Nitra .....

.....

podpis autora BP

## **Pod'akovanie**

Chcela by som sa pod'akovať svojej školiteľke prof. RNDr. Zuzane Jurekovej, CSc. za čas, ktorý mi venovala, za odbornú pomoc, trpezlivosť, cenné rady a ukázanie správneho smeru pri písaní bakalárskej práce.

Nitra .....

.....  
podpis autora BP

## Použité označenie

a pod. - a podobne

°C – stupeň celzia

C – uhlík

Ca - vápnik

CO<sub>2</sub> – oxid uhličitý

ČOV – čističky odpadových vôd

ČR – Česká republika

EP – energetické plodiny

ETBE – etyl – tercbutyl - éter

EÚ – Európska únia

ha – hektár

K – draslík

K<sub>2</sub> O – oxid draselný

kg -kilogram

kJ – kilojoule

KW – kilowatt

m – meter

m<sup>2</sup> – meter štvorcový

m<sup>3</sup> .rok<sup>-1</sup> – meter kubický za rok

Mg – horčík

mg - miligram

mil – milión

MJ. Kg<sup>-1</sup> – megajoule na kilogram

mm - milimeter

MP SR – ministerstvo pôdohospodárstva Slovenskej republiky

MTBE – metyl – terbutyl – éter

MW – megawatt

N – dusík

napr. - napríklad

OZE – obnoviteľné zdroje energie

P – fosfor

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – oxid fosforečný

pH – kyslosť prostredia

popr. – poprípade

resp. – respektíve

S – síra

SR – Slovenská republika

t. ha<sup>-1</sup> – tona na hektár

## Obsah

Úvod .....	10
<b>1 Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky .....</b>	<b>11</b>
<b>1.1</b> Definícia pojmu: Biomasa .....	<b>11</b>
1.1.1 Zdroje biomasy na Slovensku.....	11
1.1.2 Energetické využitie biomasy .....	12
1.1.3 Biomasa v kontexte EÚ .....	13
1.1.3.1 Legislatívne zabezpečenie v SR .....	13
1.1.3.2 Trhový potenciál biomasy .....	14
<b>1.2</b> Alternatívne plodiny na nepotravinárske využívanie .....	<b>14</b>
<b>1.3</b> Pestovanie energetických plodín .....	<b>15</b>
1.3.1 Výhody a prednosti pestovanie plodín na energetické využívanie.....	16
1.3.2 Nevýhody alebo problémy pri pestovaní plodín na energetické využívanie .....	17
1.3.3 Kde by sa mali pestovať plodiny na energetické využívanie .....	18
1.3.4 Zvláštnosti, ktoré treba zohľadňovať v pestovaní energeticky využívaných plodín na Slovensku .....	18
1.3.5 Základné požiadavky na energetické plodiny.....	19
1.3.6 Sociálne a sociologické aspekty pestovania energetických plodín.....	21
<b>1.4</b> Plodiny na energetické využívanie podľa tradície pestovania.....	<b>21</b>
1.4.1 Bežne pestované plodiny .....	21
1.4.2 Menej známe plodiny.....	23
1.4.3 Nové energetické plodiny .....	23
<b>1.5</b> Plodiny na energetické účely podľa spôsobu využívania .....	<b>23</b>
1.5.1 Pestovanie rastlín na výrobu etanolu .....	23
1.5.2 Plodiny pestované na energetické využívanie fytomasy .....	25
<b>1.6</b> Charakteristika vybraných druhov: Cirok cukrový, Ozdobnica čínska, Ricín obyčajný a Ligurček lekársky .....	<b>26</b>
1.6.1 Cirok cukrový ( <i>Sorghum dochna</i> ) .....	26
1.6.2 Ozdobnica čínska ( <i>Miscanthus sinensis Anderss</i> ) .....	29
1.6.3 Ricín obyčajný ( <i>Ricinus Communis</i> ) .....	32
1.6.4 Ligurček lekársky( <i>Levisticum officinale</i> ) .....	34
<b>2. Cieľ práce .....</b>	<b>36</b>
<b>3. Metodika práce .....</b>	<b>37</b>



<b>4.</b>	<b>Výsledky práce .....</b>	<b>39</b>
<b>5</b>	<b>Záver .....</b>	<b>41</b>
<b>6</b>	<b>Použitá literatúra .....</b>	<b>42</b>

## Úvod

Jedným zo spôsobov znižovania emisií škodlivých látok a znižovania závislosti na fosílnych palivách je využívanie obnoviteľných zdrojov energie, ako je napríklad biomasa. Biomasa predstavuje najväčší potenciál obnoviteľnej energie sveta i Slovenska. Tvoria ju materiály rastlinného a živočíšneho pôvodu, vhodné pre energetické využitie. Za súčasť poľnohospodárskej energetickej biomasy možno považovať energetické rastliny.

Možno konštatovať, že energetické rastliny majú do budúcnosti obrovský potenciál a preto by sa im mal klásť väčší význam a mali by sa taktiež zväčšovať ich pestovné plochy. Ich pestovanie však nie je zatiaľ bežné a pestujú sa v menšom rozsahu ako tradičné plodiny. Skupina týchto rastlín využiteľných na nepotravinárske účely je veľmi rôznorodá. Môžeme medzi ne zaradiť obilniny, olejniny, strukoviny, priadne rastliny, koreninové, liečivé rastliny a pod. Pojem netradičné plodiny odráža ich aktuálny stav, avšak v minulosti mnohé z nich patrili medzi bežne pestované plodiny, teda boli tradičné. Energetické plodiny sa všeobecne považujú za nenáročné, ale podobne ako aj ostatné plodiny potrebujú špecifickú starostlivosť, ktorá zahŕňa najmä, predsejbovú úpravu pozemku a správne založenie porastu, ochranu pred škodcami a chorobami, zabezpečenie dostatočného množstva prístupných živín. Pestovanie energetických rastlín je tiež dôležitou súčasťou ochrany životného prostredia. Nejde len o získanie rastlinných surovín alebo bioenergie, ale tieto plodiny môžu plniť na antropogénnych a zdevastovaných pôdach funkciu trvalej zelene s možnosťou stabilizácie krajiny.

Slovensko je chudobné na fosílnu energiu (iba 10 % zo spotreby pochádza z vlastných zdrojov) a preto je závislé od neustáleho dovážania týchto zdrojov z iných krajín.

V blízkej budúcnosti možno predpokladať výrazné zväčšenie ich podielu na energetickom trhu. Z dôvodu úbytku vyčerpatelných zdrojov energie môžeme očakávať narastajúci záujem spoločnosti o využívanie alternatívnych zdrojov energie a teda aj fyto-masy z energeticky využiteľných rastlín.

# 1. Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

## 1.1. Definícia pojmu: Biomasa

Biomasa nazývame materiál rastlinného a živočíšneho pôvodu, vhodný na priemyselné a energetické využitie. Zahrňujeme sem aj odpady a druhotné suroviny, ktoré vznikajú pri jej pestovaní a spracovaní, ako aj príslušnú časť komunálnych odpadov. Biomasa bola od nepamäti všestranne využiteľným materiálom a je ním až dodnes. Priemyselná revolúcia a s ňou spojený rozvoj ťažby fosílnych palív (uhlia, ropy, zemného plynu), znamenali zníženie jej významu ako zdroja surovín a energie.

V súčasnosti vzrastá využívanie obnoviteľných zdrojov energie, a tak sme svedkami opätovného rozvoja využívania biomasy i vo vyspelých krajinách. Výhrevnosťou 12-16 MJ.kg<sup>-1</sup> sa biomasa vyrovná hnedému uhlíu, pri jej spaľovaní však vzniká menej škodlivých látok. Je veľkou prednosťou biomasy, že sa každoročne obnovuje, takže pri cieľavedomom pestovaní sa môže stať, na rozdiel od fosílnych palív, nevyčerateľným zdrojom surovín a energie.

Slovensko má minimálne zdroje fosílnych zdrojov (ropy, zemného plynu, čierneho uhlia), dováža až 90 % primárnych energií. Pritom má veľké rezervy v energetickom využívaní biomasy. Na výrobu energie sa u nás využívajú odpady z drevospracujúceho priemyslu (asi 2/3 celkového objemu). Veľmi malo sa využívajú odpady v lesníctve a takmer vôbec sa na tento účel nevyužívajú odpady v poľnohospodárstve. <<http://www.seps.sk/zp/casopisy/zp/1996/2/apalovic.htm>> [cit. 2008-04-28]

### 1.1.1 Zdroje biomasy na Slovensku

Na Slovensku je asi 300 000 ha devastovanej a chemicky znečistenej pôdy, nevhodnej na pestovanie kultúrnych plodín. Okrem toho sa počíta s vyčlenením asi 400 000 ha málo úrodných a eróziou ohrozených pôd na zalesnenie a zatrávenie. Na pestovanie biomasy by sa dali využiť povodia riek, potokov, odvodňovacích a zavlažovacích kanálov, násypy pri cestách a železničných tratiach, ale aj areály závodov a poľnohospodárskych podnikov. Nevyužíva sa asi:

- 850 000 m<sup>3</sup>.rok<sup>-1</sup> odpadov z pestovania lesa,
- 150 000 m<sup>3</sup>.rok<sup>-1</sup> odpadov z drevospracujúceho priemyslu,

- asi 3,5 mil. t.rok<sup>-1</sup> rastlinných odpadov v poľnohospodárstve,
- asi 10 mil. t.rok<sup>-1</sup> tekutých exkrementov hospodárskych zvierat,
- 1,8 mil. t.rok<sup>-1</sup> domových odpadov

<<http://www.nasepole.sk/pole07/clanok.asp?ArticleID=21>> [cit. 2008-05-01]

### 1.1.2 Energetické využitie biomasy

Biomasu môžeme rozdeliť na dendromasu (biomasu z lesov), zoomasu (exkrementy zvierat, organické odpady z domácností a živočíšnej výroby) a fytomasu (energetické rastliny, odpad z rastlinnej a poľnohospodárskej produkcie). Poľnohospodársku biomasu využiteľnú na výrobu energie tvoria hlavne :

- rastliny pestované špeciálne na výrobu energie,
- zvyšky plodín pestovaných pre humánnu výživu a kŕmenie zvierat,
- drevný odpad z ovocných sádov a viníc,
- exkrementy hospodárskych zvierat (výroba bioplynu).

<<http://www.agroporadenstvo.sk/rv/ostatne/fytopalivo.htm?start>> [cit. 2008-02-13]

Z dendromasy možno na energetické účely využiť tenčinu, vetvy, hrubinu z korunových častí stromov, odpad vznikajúci pri manipulácii na odvozných miestach, pne, prerezávky a palivové drevo. Lesné štiepky vznikajú drvením alebo sekaním týchto lesných odpadov. Okrem dreva obsahujú kôru, lístie, ihličie a nečistoty. Majú pomerne vysoký obsah vody. Ich spaľovanie vyžaduje špeciálne kotly.

V poľnohospodárstve je zdrojom biomasy hlavne slama (zvlášť vhodná je slama repková), kukuričné kôrovie, zvyšky technických plodín a pod. Z hľadiska produkcie poľnohospodárskej energetickej biomasy sa za perspektívny považuje láskavec (*Amaranthus*), ozdobnica - "slonia tráva" (*Miscanthus*), cirok cukrový (*Sorghum dochna*) a iné. Briketovanú biomasu (lesnú i poľnohospodársku) môžeme spaľovať v kotloch na spaľovanie uhlia. Spaľovaním biomasy možno dosiahnuť významné zníženie exhalátov (až o 60 %), hlavne pri väčších zariadeniach (nad 1 MW), ktoré sú konštruované špeciálne na spaľovanie lesnej alebo poľnohospodárskej biomasy.

### **1.1.3 Biomasa v kontexte EÚ**

Rastúce ceny fosílnych palív, globálne otepľovanie, vyčerpávajúce sa energetické zdroje, 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).

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. Aby došlo k naplneniu európskych cieľov a záväzkov týkajúcich sa využívania OZE, tento podiel by sa do roku 2010 mal viac než zdvojnásobiť a do roku 2030 strojnásobiť.

Podľa návrhu Programu vyššieho využívania biomasy a slnečnej energie v domácnostiach 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, 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. (Sluka et al., 2007) <[http://www.zmz.sk/doc/PD-biomasa\\_sk\\_final.pdf](http://www.zmz.sk/doc/PD-biomasa_sk_final.pdf)> [cit. 2008-05-06]

#### **1.1.3.1 Legislatívne zabezpečenie v SR**

MP SR pripravilo koncepciu využívania biomasy na energetické účely. V zmysle Nariadenia vlády SR č. 158/2007 sú plodiny pestované na energetické účely podporené sumou 45 eur na ha. Požiadavkou je minimálna plocha 0,3 ha a uzatvorená zmluva s prvým spracovateľom EP. Platby sa poskytujú aj na výmeru dvojročných a viacročných EP. Teda z plošného hľadiska rozsahu zmien pestovaných plodín najväčší priestor v SR dáva pestovanie na energetické účely.

Poľnohospodárska biomasa sa v „Koncepcii“ podľa v súčasnosti dostupných zdrojov rozdeľuje do troch skupín:

- biomasa vhodná na výrobu tepla,
- biomasa vhodná na výrobu bioplynu
- biomasa vhodná na výrobu tekutých biopalív (MERO- metylester rastlinného oleja) a na výrobu bioetanolu).

<<http://www.nasepole.sk/pole07/clanok.asp?ArticleID=21>> [cit. 2008-05-01]

### **1.1.3.2 Trhový potenciál biomasy**

V koncepcii využívania OZE na [www.economy.gov.sk](http://www.economy.gov.sk) [cit. 2008-05-13] sa uvádza :

Predpokladá sa nasledovné využitie rôznych druhov biomasy:

- Priemysel/služby: lesná biomasa a poľnohospodárska biomasa, odpad z drevárskeho priemyslu,
- Domácnosť: lesná a poľnohospodárska biomasa,
- Verejné inštitúcie: lesná a poľnohospodárska biomasa, kaly z ČOV, domáci odpad,
- Technické služby: kombinovaná výroba elektriny a tepla využívajúca lesnú a poľnohospodársku biomasu

## **1.2 Alternatívne plodiny na nepotravinárske využívanie**

Pre účely nepotravinárskej produkcie sa okrem bežne pestovaných poľnohospodárskych plodín skúma celý rad už dávnejšie pestovaných plodín alebo sa overujú úplne nové rastliny, ktoré by sa mohli priemyselne alebo energeticky zhodnotiť (Šimon, Stražil, 2000). Využívanie rastlín na nepotravinárske účely nie je v histórii ľudskej spoločnosti novou záležitosťou. Existujú poznatky o tom, že už pred 9000 rokmi bola vytvorená textilná látka z ľanu v Indii. (Laptev, 1980). Ešte pred menej ako 100 rokmi náš vidiek nepotreboval (okrem petroleja) nakupovať energiu. Už okolo roku 1900 boli v Nemecku na trhu automobily na liehový pohon. V Brazílii sa už od roku 1931 pridával etanol do benzínu. Využívanie plodín na energetické a priemyselné účely samozrejme nemožno preceňovať, ale ani podceňovať. Základnou úlohou je racionálne alternatívne

využívanie dostupných ekologicky vhodných a najmä obnoviteľných zdrojov (Jamriška, 2001).

### 1.3 Pestovanie energetických plodín

Plantáže energetických rastlín sú kultúry pestované za účelom produkcie biomasy, ktorá slúži prevažne na spaľovanie alebo výrobu pohonných hmôt. ( studie VTR, 1986).

Plantáže energetických plodín sa nesmú zakladať v chránených územiach (2. – 5. stupeň ochrany ) a na lesnej pôde. Možno ich zakladať iba na plochách, ktoré už boli v minulosti poľnohospodársky využívané a obrábané a vtedy, ak výrazne nenarušia krajinný ráz. Plantáže energetických plodín nesmú mať, samozrejme, negatívny vplyv na biodiverzitu územia. Pri pestovaní energetických plodín sa nesmú používať umelé a chemické hnojivá, ale napríklad kaly z čističiek odpadových vôd. Preto je z hygienických a zdravotných dôvodov dôležité sledovať kvalitu a samotné narábanie so splaškovými kalmi. Pri zakladaní plantáží by zároveň mali byť prijaté opatrenia, ktoré umožnia predchádzať a minimalizovať premnoženie škodcov, chorôb, riziko požiarov a zavlečenie invázných rastlín. Vylúčené musí byť aj používanie pesticídov a uprednostnená integrovaná ochrana pred škodcami založená na prevencii a biologických metódach. Je potrebné uprednostňovať zmiešané porasty pred monokultúrnymi plantážami. 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, napríklad obilnín. Z pestovania by mali byť vylúčené geneticky modifikované plodiny ako aj invázne a environmentálne nevhodné nepôvodné druhy. Uprednostňované by naopak mali byť pôvodné druhy a druhy vhodné pre danú oblasť <<http://www.noveslovo.sk/clanok.asp?id=15483>> [cit. 2008-05-15]

Žiadne druhy energetických plodín by nemali byť pestované vo veľkom rozsahu, pokiaľ testovanie alebo skúsenosti nepreukážu, že sú tieto druhy ekologicky dobre adaptované na miestne pomery, nie sú invázne a nemajú významne negatívny ekologický dopad na okolité ekosystémy. (Sluka et al., 2007) <[http://www.zmz.sk/doc/PD-biomasa\\_sk\\_final.pdf](http://www.zmz.sk/doc/PD-biomasa_sk_final.pdf)> [cit. 2008-05-06]

### 1.3.1 Výhody a prednosti pestovania plodín na energetické využívanie

- Využitie prírodných zdrojov a vegetačných faktorov (vody, tepla, pôdy a živín) k produkcii rastlinnej biomasy ( Šimon, Stražil, 2000)
- Ich pestovanie predstavuje racionálnu alternatívu opatreniam na vynútený útlm výroby, ktorá je z ekonomických aspektov výhodnejšia ako úhorovanie pôdy alebo plošná extenzifikácia. Tlak na rast produktivity spojený s rastom hektárových úrod vyvolaný konkurenciou bude zrejme pokračovať a úspešná rastlinná výroba na základe extenzívnej výroby bude v našich podmienkach málo pravdepodobná.
- Vytváranie nových pracovných príležitostí môže prispieť k znižovaniu vyludňovania vidieka, zvlášť v marginálnych oblastiach, čo je nezanedbateľný príspevok k obmedzovaniu celkovej devastácie vidieka a krajiny vôbec.
- Významné ekologické prínosy vyplývajú zo skutočnosti, že časť energie a priemyselných surovín sa získava z obnoviteľných zdrojov. Pritom sa produkuje podstatne menej emisií, spaľovanie fytohmoty prispieva k zlepšovaniu bilancie CO<sub>2</sub>. používanie bionafty, biomazadiel a bioolejov znižuje riziko znečistenia prostredia. Obaly, nádoby, priemyselné textilie takto vyrobené umožňujú recykláciu a environmentálne podstatne menej problémovú biodegradáciu. Nižšie nároky na intenzifikačné faktory, najmä hnojivá a pesticídy, to všetko spolu s predchádzajúcimi účinkami môže výrazne prispieť k znižovaniu nepriaznivých vplyvov na prostredie, ktoré toho času kvalifikujeme ako skleníkový efekt.
- Ďalší ekologický prínos z pestovania energetických plodín spočíva aj v tom, že ich možno pestovať na pôdach kontaminovaných ťažkými kovmi a naopak i v oblastiach, kde je legislatívne obmedzovaná úroveň aplikácie agrochemikálií. Schopnosť čerpať z pôdy značné množstvá popolovín možno za určitých podmienok využiť na biologickú asanáciu pôd kontaminovaných napríklad ťažkými kovmi.
- Určitý ekologický prínos z pestovania energetických plodín treba vidieť aj v tom, že zväčšujú počet druhov v osevnom postupe, zvyšujú biodiverzitu, biologickou i technologickou pestrosťou prispievajú k podpore tendencií trvalo udržateľného poľnohospodárstva i k tvorbe prijateľného rázu poľnohospodársky využívanej krajiny. (Jamriška, 2001)



- Stabilizácia krajinného priestoru s priaznivými ekologickými dopadmi na ekosystémy

### 1.3.2 Nevýhody alebo problémy pri pestovaní plodín na energetické využívanie

Väčšina problémov vyplýva z určitého rozporu medzi regionálne podmienenými nákladmi, úspešnosťou a potrebou národného i globálneho riešenia.

Ide najmä o tieto problémy:

- chýba dostatok informácií o pestovaní, spracovaní a možnostiach odbytu, najmä pri nových plodinách a netradičných spôsoboch využívania.
- odbytové problémy vyplývajúce najmä z toho, že ide o nové plodiny a nové komodity, ktoré sú zintenzívňované bariérami konzervatizmu. Bez vyriešenia odbytu – finalizácie nemožno v trhových podmienkach začínať s pestovaním energetických plodín.
- v našich podmienkach nemalé úskalia spočívajú v oblasti tvorby cien, daní a legislatívy. Od náležitého riešenia týchto záležitostí do veľkej miery závisí konkurenčná schopnosť alternatívnych plodín oproti bežným plodinám.
- najvýraznejším problémom zrejme sú a budú nároky na investície a technické zariadenia (výrobne bionafty, liehu, spaľovacie pece a pod.), ktoré vo väčšine prípadov treba vybudovať. Nezanedbateľnou záležitosťou pritom je účelná alokácia takýchto zariadení.
- najmä pri nových plodinách chýbajú skúsenosti s pestovaním v konkrétnych podmienkach.
- väčšina nových plodín využívaných na tieto účely je väčšinou na nízkej úrovni vyšľachtenia. Pri využívaní bežne pestovaných plodín zase pôvodný smer šľachtenia môže byť vo väčšom alebo menšom rozpore s požiadavkami na alternatívne využívanie.
- v prípade nových druhov plodín treba rátať s možnosťou určitých environmentálnych rizík (zaburinenosť, nové choroby, noví škodcovia a pod.) (Jamriška, 2006)

### 1.3.3 Kde by sa mali pestovať plodiny na energetické využívanie

- v marginálnych oblastiach
- v emisne zaťažených oblastiach a na kontaminovaných pôdach, kde je výroba potravín a krmovín zo zdravotných dôvodov riziková a pôdu možno poľnohospodársky využívať (150 – 450 tisíc ha)
- v pásmach hygienickej ochrany vodných zdrojov, kde je podstatne obmedzené používanie hnojív a ostatných agrochemikálií
- v enklávach prírodných rezervácií a národných parkov, kde sú podobné obmedzenia (352 tisíc ha poľnohospodárskej pôdy)
- v najúrodnejších oblastiach pôjde predovšetkým o alternatívne využívanie nadprodukcie tradičných plodín na nepotravinárske účely (obilie – lieh, spaľovanie; repka - najmä MERO; kukurica- bioplyn, lieh; slama – vykurovanie a pod.). V rámci úhorenia budú zrejme aj tu pestované plodiny s vysokým ekonomickým efektom. Najväčšie uplatnenie v týchto oblastiach však budú mať v okrajovej vegetácii, pri obmedzovaní veternej erózie popr. ozelenení výsypiek, asanácii kontaminovaných lokalít a pod.  
<[http://www.agroporadenstvo.sk/oze/plodiny/pestovanie\\_plodin.htm?start](http://www.agroporadenstvo.sk/oze/plodiny/pestovanie_plodin.htm?start) >  
[cit. 2008- 03-19]

### 1.3.4 Zvláštnosti, ktoré treba zohľadňovať v pestovaní energeticky využívaných plodín na Slovensku

Prvou je obmedzená výmera ornej a poľnohospodárskej pôdy, ktorá má zreteľnú tendenciu klesania. Ďalšie obmedzenia vyplývajú zo skutočnosti, že 23 % územia sa nachádza v chránených oblastiach, vrátane ich ochranných pásem. Z čoho 352 296 ha tvorí poľnohospodárska pôda. Vodnou eróziou je ohrozovaných takmer 600 000 ha, veternou eróziou 390 000 ha, asi 700 000 ha vykazuje príznaky utlačenia pôdy, takmer 450 000 ha poľnohospodárskej pôdy je vystavených účinku emisií s rozličnou intenzitou, z nich asi 150 000 ha vykazuje vysokú úroveň kontaminácie, 30 000 ha z toho s nadlimitnou úrovňou (Bielek, Šurina, 1995)

Napriek malej rozlohe je podnebie miestne výrazne ovplyvňované členitosťou, najmä nadmorskou výškou a typom reliéfu. Agroekologickú rozmanitosť v tomto smere znásobuje rôznorodosť pôdnych substrátov. V porovnaní s ČR, Poľskom a Maďarskom má

Slovensko nižšie percento úrodných popr. vysokoúrodných pôd a naopak viac ako tretina patrí do kategórií menej produkčných až nevhodných. Variabilita v príkone slnečnej radiácie predstavuje 1 324 až 1 151 Kw (h .m<sup>2</sup>)-<sup>-1</sup>. Hraničné hodnoty sumy teplôt  $t \geq 5 \text{ }^\circ\text{C}$  predstavujú 2080 – 3250  $^\circ\text{C}$  a pri  $t \geq 10 \text{ }^\circ\text{C}$  (s dĺžkou vegetačnej doby 123 – 185 dní). Úrody sušiny fytomasy našich rozhodujúcich plodín klesá s poklesom  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  sumy teplôt  $\geq 10 \text{ }^\circ\text{C}$  o 0,11 t.ha<sup>-1</sup>, s prírastkom nadmorskej výšky 100 m o 0,2 t.ha<sup>-1</sup>, so sklonom svahu  $1^\circ$  o 0,12 t.ha<sup>-1</sup>, s denným oneskorením začiatku vegetačného obdobia o 0,06 t.ha<sup>-1</sup>, s posunom  $1^\circ$  zemepisnej dĺžky na východ o 0,28 t.ha<sup>-1</sup> a s posunom  $1^\circ$  zemepisnej šírky na sever o 0,73 t.ha<sup>-1</sup> (Hraško, Bedrna, 1998).

Na rozdiel od západnej Európy, v našich podmienkach došlo k prerušeniu nadväznosti prvovýroby na liehovary popr. iné priemyselné aktivity. Na Slovensku na rozdiel od EÚ došlo k nárastu podnikateľov v prvovýrobe.

Cena energie bude stúpať úmerne s poklesom jej zásob. Existujú pritom reálne predpoklady (Kára, 1992), že potreba energie v našom poľnohospodárstve by mohla byť aj prispením energetických plodín prakticky pokrytá energiou z obnoviteľných zdrojov.

### **1.3.5 Základné požiadavky na energetické plodiny**

- **kvalita fytomasy ako suroviny na spracovanie**

Pri využívaní fytomasy na spaľovanie je to najmä obsah sušiny, výhrevnosť, alebo spalné teplo, spaliteľnosť (podmienená aj fyzikálnou štruktúrou) a minimálny obsah škodlivín vznikajúcich pri spaľovaní (N, S a pod.).

Rozhodujúcimi horľavinami sú uhlík, asi 44 % zo sušiny a vodík so 6 %, ktoré sú však už čiastočne okysličené kyslíkom, lebo rastliny obsahujú v nadzemnej fytomase aj asi 36 % kyslíka. To je základnou príčinou určitého zníženia výhrevnosti fytomasy (18 MJ.kg<sup>-1</sup> sušiny) oproti fosilným palivám. Stebelnaté rastliny majú vyšší obsah popolovín (okolo 8 %) ako dreviny (do 1 %). Pri obsahu vody v stebelnatých rastlinách 15 – 12 % a drevinách 20 – 30 % sa výhrevnosť pohybuje od 12 – 15 MJ.kg<sup>-1</sup>, čo približne zodpovedá hnedému uhliu.

- **Nízke náklady na pestovanie, pokiaľ možno minimálne problémy v pestovateľskej technológii**

Všeobecne sa za výhodnejšie považujú najmä pri pestovaní na využívanie fytomasy trváce ako jednorôčné druhy. Trvácnosť výrazne znižuje náklady na jednotku úrody. S prihliadnutím na špecifiká druhov, ich využívania a konkrétnych podmienok to však nemusí vždy platiť.

- **Odolnosť voči nepriaznivým činiteľom**

Aby nedochádzalo k výraznému znižovaniu úrod sa okrem odolnosti voči chorobám, škodcom a burinám, požaduje aby plodiny neumožňovali rozvoj významným chorobám a škodcom ostatných plodín pestovaných v danej oblasti. Ďalej môže byť miestne požadovaná odolnosť voči suchu, kyslej alebo zásaditej pôdnej reakcii, poprípade odolnosť voči polutantom.

- **Efektívnosť konverzie slnečnej energie do fytomasy alebo využívania produktu**

Okrem šľachtenia môže k lepšiemu využívaniu slnečnej energie prispieť synchronizácia maximálneho výkonu fotosyntetického aparátu, s vysokým príkonom radiácie a predĺženie činnosti tohto aparátu. Ide najmä o udržanie maximálnej listovej pokrývnosti čo najdlhšiu dobu. Možno to dosiahnuť obmedzením účinkov sucha, chorôb, popr. škodcov, ktorí podstatne znižujú plochu asimilačného aparátu. Za určitých podmienok môže efektívnosť využívania slnečnej energie zvýšiť pestovanie druhov s C4 typom fotosyntézy.

- **Účinnosť využívania vody a živín (najmä N)**

Ide o využívanie živín z ornice a najmä z podorničia a z ťažšie prístupných foriem. Nepriamo to indukuje nižšie nároky na intenzifikačné vstupy a nižšie požiadavky na prácu. Predovšetkým z hľadiska využívania vody sú v lepšom svetle opäť rastliny typu C4.

- **Vysoké úrody, dobré využívanie úrodového potenciálu, dostatočná stabilita úrod s minimálnou variabilitou**

V anglicku pre plodiny s C4 typom fotosyntézy počítajú na tento účel s úrodami blízko teoretického maxima úrodového potenciálu 55 t.ha<sup>-1</sup> sušiny a pri plodinách s typom fotosyntézy C3 s 33 t.ha<sup>-1</sup> sušiny (Speller, 1993).

### **1.3.6 Sociálne a sociologické aspekty pestovania energetických plodín**

- znižovanie závislosti hospodárenia na výkyvoch počasia a trhu
- energetické využívanie plodín prispieva k stabilizácii ich plôch
- odbyt produktov, ktoré by sa inak nedali uplatniť
- stabilizácia a rozvoj cukrovarníckeho a liehovarníckeho priemyslu, oblastných teplární prispeje k stabilizácii pracovných síl v regiónoch
- platby za energiu a suroviny na konto podnikov môžu pomôcť udržiavať poľnohospodársku činnosť v marginálnych oblastiach
- posilnenie potravinovej bezpečnosti
- zníženie závislosti na dovoze ropy.

## **1.4 Plodiny na energetické využívanie podľa tradície pestovania**

### **1.4.1 Bežne pestované plodiny**

Patria sem obilniny, okopaniny, olejninny, krmoviny a strukoviny, popr. ostatné plodiny.

Ich výhodami sú:

- známe a zvládnuté pestovateľské technológie s dostatočným strojovým vybavením
- možnosti väčšieho využívania extenzívnych druhov a tým aj zvýšenie biodiverzity
- možnosti viacstranného využívania úrody, čo môže prispieť k flexibilita a vyššej stabilite hospodárenia

Za určitú nevýhodu možno považovať konkurenciu v požiadavkách na pracovné sily alebo operácie v rovnakom čase, poprípade zvýšenie rizika z rozširovania špecifických burín, chorôb a škodcov (pri ich zvýšenom zastúpení v osevnom postupe). Husto siate obilniny majú v tomto smere kľúčové postavenie, vyplývajúce najmä z mnohostranných možností využívania úrody. Napríklad z jednej tony zrna pšenice môžeme získať 200 l etanolu, 250 kg škrobu, 150 kg CO<sub>2</sub> a 400 kg jadrového krmiva pre hovädzí dobytok s 30 % obsahom dusíkatých látok (Dunn, 1987).

**Obilniny** poskytujú alternatívne možnosti:

- pestovanie na výrobu škrobu alebo etanolu so širokým uplatnením týchto surovín v priemysle.
- pestovanie na spaľovanie nadzemnej fytomasy alebo slamy na výrobu energie.
- využívanie fytomasy alebo len slamy popr. plevíc na výrobu papiera, obalových stavebných materiálov, priemyselných alebo ekologických textílií, resp. na výrobu najrozličnejších úžitkových predmetov.

Výhody alternatívneho využívania obilnín vyplývajú z minimálnej problémovosti pestovateľských technológií a vysokej produktivity práce; z ich dobrej ekologickej prispôsobivosti vďaka ktorej sa hustosiate obilniny môžu u nás pestovať prakticky všade, majú relatívne stabilné úrody a z dobrej skladovateľnosti zrna aj slamy.

Nevýhody spočívajú najmä v tom, že požiadavky na kvalitu zrna a zberový index sú obyčajne v rozpore s trendmi šľachtenia na tradičné využívanie. V krajinách EÚ napr. Nemecko pri pestovaní obilnín na nepotravinárske využitie poľnohospodárom nevyplácajú prémie za úhorovanie pôdy.

**Okopaniny** majú v alternatívnom využívaní obmedzenejšie využitie ako obilniny. Možno ich pestovať najmä na výrobu škrobu a etanolu.

K výhodám možno prirátat' vysoký produkčný potenciál, pri cukrovej repe i vysokú efektívnosť využívania slnečnej energie a aj trendy šľachtenia vhodné na alternatívne využívanie. Majú veľmi dobrú predplodinovú hodnotu.

K nedostatkom patria najmä nároky na intenzifikačné vstupy, nedostatočná ochrana pôdy pred eróziou, relatívne vyššia variabilita úrod (20 – 30 %), ktorá je výrazne podmienená úspešnosťou pestovania.

**Olejníny** majú relatívne širšie možnosti využívania ako okopaniny. Semená možno využívať na výrobu olejov a tie na výrobu biomazadiel, pohonných látok, fermeží a pod. Nadzemnú fytomasu možno spaľovať alebo použiť na výrobu najrozličnejších predmetov. Väčšinou sú veľmi dobrými predplodinami. Nevýhodami sú značné nároky na pesticídy popr. hnojivá.

**Z ostatných plodín** prichádzajú do úvahy na alternatívne využívanie predovšetkým priadne rastliny, krmoviny, popr. strukoviny. Priadne rastliny možno využívať na

spaľovanie, na výrobu priemyselných textílií, papiera a rôznych úžitkových predmetov. Krmoviny, najmä trávy poskytujú alternatívu spaľovania fytomasy, strukoviny okrem fytomasy možno využívať na výrobu škrobu.

#### **1.4.2 Menej známe plodiny**

Patria sem plodiny, ktoré sa už v našich podmienkach pestovali vo väčšom alebo menšom rozsahu. Z obilnín sú to napríklad pšenica špalda, cirok cukrový, metlový i sudánsky. Z okopanín topinambury, čakanka, z priadnych rastlín ľan, konope, z olejníh horčica, ľaničník, mak a požlt farbiarsky.

Určitou výhodou sú relatívne známe pestovateľské technológie i známe požiadavky plodín na prostredie a všeobecne nižšie nároky na intenzifikačné vstupy. Nevýhodami môžu byť chýbajúce mechanizačné vybavenie, prerušená kontinuita v semenárstve i v šľachtení.

#### **1.4.3 Nové energetické a priemyslové plodiny**

Ide o plodiny, ktoré sa u nás doteraz nepestovali, alebo neboli využívané cieľavedome. Pestovanie nových plodín prichádza do úvahy pri využívaní na výrobu olejov napr. katran habešský (*Crambe abyssinica* L., *Hochst.*), popr. nechtík lekársky (*Calendula officinalis* L.) a výhľadove snáď aj nejaké druhy z pryštecovitých (*Euphorbiaceae* L.). Rozhodujúca väčšina nových druhov bude zrejme pestovaná na získanie fytomasy, s využitím na spálenie alebo na výrobu celulózy, textílií na rôzne účely a pod. (Jamriška, 2001)

### **1.5 Plodiny na energetické účely podľa spôsobu využívania**

#### **1.5.1 Pestovanie rastlín na výrobu etanolu**

Výroba liehu z poľnohospodárskych plodín nie je novou záležitosťou. Pred 45 – 50 rokmi boli liehovary takmer v každom okrese. Základnou surovinou bolo obilie, po začiatku 19. storočia sa liehovarníckou surovinou stali zemiaky a od polovice minulého storočia aj cukrová repa. Konverzia škrobu, cukru, popr. iného polysacharidu (celulóza,

inulin a pod.) z poľnohospodárskych plodín na alkohol vytvára pre farmára alternatívu zhodnotenia časti úrody, ktorá sa v naturálnej forme stala nepredajnou.

Takto získaný „bioetanol“ možno pridávať do motorového benzínu ako náhradu za antidetonačné činidlo, ktorým bolo doteraz olovo, alebo niektoré aromatické uhľovodíky. Produkty spaľovania uhľovodíkov i samotné olovo vo výfukových plynch sú škodlivé a ekologicky nežiaduce. Etanol možno pridávať do benzínu čistý do 5 % objemu paliva alebo ho využiť k výrobe etyl-tercetyl-éteru (ETBE) ako náhrady za súčasne používaný metyl-tercetyl-éter (MTBE). Rozdiel medzi ETBE a MTBE je v účinnej látke (v prvom prípade etanol, v druhom metanol). Jedným z dôvodov prečo sa doteraz využíva MTBE je hlavne neporovnateľne nižšia cena a ľahšia dostupnosť metanolu vyrábaného z fosílnych zdrojov. V súčasnej dobe však dochádza k jeho postupnému zdražovaniu, čím sa myšlienka využívania etanolu stáva ekonomicky reálnejšou. Okrem toho má ETBE oproti MTBE priaznivejšie technické vlastnosti a najmä ekologické prednosti. Zo všetkých oxigenátov má najvyššie oktánové číslo, má menšie korozívne účinky na súčasti motorov, rovnako ako MTBE viaže vodu, ale miešateľnosť s benzínom tým klesá. Produkty spaľovania ETBE sú menej agresívne, obsahujú o tretinu menej oxidov dusíka a neobsahujú síru. Po spálení ETBE navyše vzniká relatívne neškodný acetaldehyd, zatiaľ čo po spálení MTBE vzniká karcinogénny formaldehyd. (Jamriška, 2001)

Bionaftu na Slovensku vyrába Agrifop Stakčín, EKO IPS Zohor, PD Horné Obdokovce, PD Šalgovce, Bioplus Spišská nová ves, Palma Tumys Šenkvice a Zentiva Hlohovec. Bioetanol vyrába vyrába BGV Stará Ľubovňa a IRAF Prietrž, v Slovnafte Bratislava sa vyrába ETBE. ( Demo, 2007)

**Tabuľka 1: Reálne možnosti plodín pestovaných na výrobu cukru, škrobu a etanolu (Jamriška, 2001)**

Plodina	Reálny potenciál priemer úrody 1995 - 1997 produkt	Reálny potenciál priemer úrody 1995 - 1997		obsah škrobu, cukru v úrode (OH) <sup>1</sup>		Úroda etanolu l.ha <sup>-1</sup> (90 % výt'aznosť)
		t.ha <sup>-1</sup>	Obsah sušiny pri zbere %	Úroda cukru, škrobu t.ha <sup>-1</sup>	%	
Repa cukrová	bulvy	36,9	26	16	5,9	3 601
Repa krmná	bulvy	43,11	17	8,2	3,53	2156
Zemiak	hl'uzy	15,21	26	17,8	2,71	1732
topinambur	hl'uzy	22	20	15	3,3	1914
čakanka	korene	16,95	27	16	2,71	1572
kukurica	zrno	5,55	85	65 - 70	3,65	2336



pšenica ozimná	zrno	4,4	85	62 - 67	2,84	1818
raž ozimná	zrno	2,74	85	55 - 58	1,55	1014
Tritikale	zrno	3,35	85	65	2,18	1394
Jačmeň jarný	zrno	3,37	85	58	1,95	1251
jačmeň ozimný	zrno	3,57	85	59,5	2,12	1359
proso siate	zrno	2,5	85	68	1,7	1088
Cirok cukrový	nadzemná fytomasa	55	25	10	5,5	3608
				26	0,58	371
hrach siaty	zrno	2,24	85	( 80 ) <sup>2</sup>	(1,98) <sup>2</sup>	(1217) <sup>2</sup>

- 1) – pôvodná hmota pri zbere
- 2) – hrach s vysokým obsahom škrobu

### 1.5.2 Plodiny pestované na energetické využívanie fytomasy

Fytomasu celých rastlín možno premieňať na energiu:

1. **Priamym spaľovaním v špeciálnych peciach.** Výhrevnosť slamy a celých rastlín obilnín je len o málo nižšia ako pri dreve, rašelini a hnedom uhlí. Rozhodujúcimi horľavinami fytomasy sú uhlík a vodík, ktoré sú už čiastočne okysličené. Táto skutočnosť do určitej miery znižuje výhrevnosť fytopalív v porovnaní s fosilnými. Na obmedzenie emisie oxidov N sa vyžaduje, aby fytomasa mala nižší obsah dusíka v sušine ako 1,5 %. Pomer C : N by mal byť väčší ako 30 – 33.
2. **Pyrolýzou alebo splyňovaním.** Pyrolýza je rozklad látok obsahujúcich vodík teplom bez prístupu vzduchu. Pyrolýzový olej obsahuje niektoré látky, ktoré pri jeho spaľovaní poškadzujú životné prostredie. Technológia splyňovania je využívaná v chemickom priemysle na získavanie syntézneho plynu. Okrem tohto produktu je tu možnosť získavať energiu z procesného tepla.
3. **Výroba bioplynu.** V anaeróbných podmienkach mikroorganizmy fermentujú biomasu rastlín na bioplyn (bioplyn obsahuje najmä 40 – 80 objemových % metánu 24 – 44 % CO<sub>2</sub>, ďalej 0,1 – 0,6 % sírovodíku, 0,1 – 3 % vodíku, amoniak a iné prímiesy .) a hodnotné organické hnojivo. Fytomasa rastlín alebo organický odpad je zhromažďovaný vo fermentovacej nádobe bez prístupu vzduchu a svetla.

Na energetické účely možno využívať naše tradičné staršie i nové plodiny, jednoročné a najmä viacročné byliny i dreviny.

Biomasa rastlín obsahuje aj pre spaľovanie neželateľné látky predovšetkým sú to dusík, draslík a chlór. Obsah chloridov ale i dusíka možno podstatne znížiť ponechaním slamy dlhšie na poli. Výrazne k tomu môže prispieť napríklad i jeden dážď. Každá manipulácia (obracanie, sušenie) so slamou, alebo celými rastlinami je však spojená s väčšími nákladmi.

V roku 2005 na boli na Slovensku v prevádzke bioplynové stanice v PD Kapušany, Agrobán Bátka, Stifi Hurbanovo a vo vysokoškolskom poľnohospodárskom podniku SPU Nitra v Kolíňanoch. Okrem toho funguje 24 bioplynových staníc pri čistiarnach odpadových vôd. Vzhľadom na dostatočnú veľkosť fariem je veľký potenciál na veľkovýrobu a pestovanie energetických plodín na výrobu bioplynu, s následným využitím na výrobu tepla a elektriny, alebo po jeho úprave na dodávky do rozvodných sietí plynu, prípadne ako motorové plynové palivo. (Demo et al., 2007)

## **1.6 Charakteristika vybraných druhov : Cirok cukrový, Ozdobnica čínska, Ricín obyčajný a Ligurček lekársky**

### **1.6.1 Cirok cukrový (*Sorghum dochna*)**

Cirok cukrový (obr.1) je teplomilná rastlina, odolná proti vysychaniu pôdy a vzduchu. Patrí medzi rastliny s  $C_4$  – typom fotosyntézy. Má bohato rozvetvený a hlboko prenikajúci koreňový systém. Vytvára bohato olistené početné stebľa, vysoké i viac ako 3 m. stebľa sú vyplnené šťavnatým stržňom. Kvetenstvo je metlina s jednokvetými kláskami. Cirok je cudzoopelivý, ale dobre sa opeluje aj vlastným peľom v rámci metliny ba i v rámci klásku. Kvitnutie metliny trvá 7 – 10 dní, celého porastu i mesiac. Po kvitnutí nastáva dosť skoro i mliečna zrelosť, ale dozrievanie trvá dlho.

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 ílovité pôdy.

Na predplodiny nemá vysoké nároky, možno ho zaradiť po obilninách, krmovinách, a hnojených okopaninách ako druhú plodinu po ozimných miešankách. Ciroky samotné nie sú dobrými predplodinami pretože vysušujú pôdu a odčerpávajú dosť

veľké množstvo živín. Úrodou 1 tony sušiny odčerpávajú 20,1 kg N, 2,3 kg P, 6,5 kg K, 4,3 kg Ca a 1,5 kg Mg.

Na transpiráciu nepotrebujú viacej vlahy než proso, ktoré má z obilnín najmenší transpiračný koeficient. Pre charakteristiku autor E. Špaldon (1954 ) uvádza tabuľku :

**Tabuľka 2 : Charakteristika výdajových zložiek vodného režimu**

	<b>Transpiračný koeficient</b>	<b>Produktivita transpirácie</b>
<b>Pšenica</b>	513	1,92
<b>Kukurica</b>	368	2,72
<b>Cirok</b>	322	3,11

Pre úspešný vývin potrebuje cirok vyššie dávky živín. Celková spotreba živín podľa Schleusera je:

N.....141,2 kg = 706 kg síranu amónneho

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.....56,6 kg = 283 kg superfosfátu

K<sub>2</sub>O.....149,5 kg = 374 kg 40 % draselnej soli.

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 napríklad kukurica.

Cirok obsahuje 2/3 cukru v sacharóze a zvyšok vo forme glukózy a fruktózy, ku koncu vegetácie narastá obsah sacharózy i škrobu. Skladba cukrov zvýhodňuje výrobu liehu a robila by naopak problém pri výrobe kryštalového cukru. Produkčný potenciál ciroku na výrobu liehu je veľký. Z jednej tony zberanej fytomasy možno získať 80 – 100 kg cukru a z toho 43 – 54 litrov etanolu, pričom vychádzame z reálnej úrody 55 t.ha<sup>-1</sup> fytomasy, úrodový potenciál je však vyšší (80 – 100 t.ha<sup>-1</sup>).

Cirok cukrový sa používa na výrobu cirokového sirupu, ktorý sa môže priamo konzumovať alebo sa môžu z neho vyrábať napríklad destiláty. Okrem toho cirok cukrový je z cirokov najdôležitejšia krmná rastlina. Používa sa na zelené kŕmenie a predovšetkým na siláž. Pri skrmovaní v čerstvom stave sa využíva vysoký obsah cukru, hoci je tu široký pomer medzi uhl'ohydrátmi a bielkovinami. Nepriaznivejšie pomery vo využití cukru sú pri použití cukrového ciroku na siláž, lebo tu sa stráca veľa sušiny. Pri silážovaní

prebiehajú rozličné kvasné procesy, najmä mliečne kvasenie. Kyselina mliečna, ktorá vzniká v množstve 1 – 2 % z váhy krmiva, konzervuje rastlinnú hmotu a chráni ju pred rozkladnými hnilobnými procesmi a stratou cenných bielkovín pri nadbytku cukru však vzniká pri silážovaní aj alkoholické kvasenie a iné rozkladné procesy, čím sa stráca značná časť cukru. Podľa praktických skúseností sa pri silážovaní stráca okolo 30 % (niekedy aj viac) cukru. Preto je výhodnejšie silážovať cirok s inými rastlinami, ktoré obsahujú viacej bielkovín, aby sa upravil pomer medzi cukrom a bielkovinami. Z hospodárskeho hľadiska je účelnejšie cirok lisovať a šťavu použiť na výrobu sirupu a silážovať len zvyšky po vylisovaní.

Výrobou jedlého cirokového sirupu by sa mohlo umožniť zníženie spotreby cukru v domácnostiach ako aj v potravinárskom priemysle a uvoľnilo by sa väčšie množstvo cukru na vývoz. Pri spracovaní na alkohol môže zrno ciroku cukrového nahradiť jačmeň a kukuricu, prípadne sa môže tiež použiť ako náhradná surovina pri výrobe piva. (Špaldon, 1954)

**Tabuľka 3: Vplyv spôsobu zberu na skladovateľnosť fytomasy (Bludau, Stehler, 1992)**

<b>Spracovanie pri zbere</b>	<b>obsah cukru pri zbere (výhodiskový) v % sušiny</b>	<b>pokles obsahu cukru za deň v % sušiny</b>	<b>dobu skladovateľnosti - pokles obsahu cukru v sušine max. do 10 %</b>
rezanka ako pri silážnej kukurici	36,5	5,42	16 hod.
stonky porezané na kusy 100 mm	46,5	0,38	12 dní
250 mm	46,5	0,24	19 dní
400 mm	46,5	0,24	19 dní
Neporezané	46,5	0,17	28 dní

Prednosťou ciroku je jeho kratšia vegetačná doba, odolnosť proti suchu (pôdnemu aj vzdušnému) a pomerná nenáročnosť na pôdy (znáša aj určité zasolenie aj zamokrenie). Pre jeho širšie pestovanie, hlavne na využitie na etanol bude nutné, aby boli vyšľachtené nové odrody, ktoré sa budú vyznačovať okrem vyššieho obsahu cukru aj mrazuvzdornosťou. Vývoj pestovateľskej technológie sa bude opierať o poznatky z pestovania kukurice. Ďalej bude nutné spracovať optimálne zberové postupy a technológie výroby sirupu až na etanol. Pestovný areál ciroku cukrového by sa mohol rozšíriť na menej úrodné pôdy v teplejších oblastiach. (Šimon, Stražil, 2000).

Obr.1 : Cirok cukrový



<<http://www.finagro.sk/katalog.htm>> [cit. 2008-04-06]

### 1.6.2 Ozdobnica čínska (*Miscanthus sinensis Anderss*)

Ozdobnica (obr.2) je trváca rastlina z čeľade lipnicovitých (*Poaceae*), s  $C_4$  – typom fotosyntézy, bohato olistené stebľá dosahujú výšku viac ako 3 m. Kvetenstvom je široká okolíkato poschodovitá metlina. Je vysokého vzrastu. Pestuje sa prevažne v predzáhradkách. V poľných pokusoch sa pri výške 4 m na vhodných stanovištiach dosahujú výnosy medzi 20 – 30 t suchej hmoty na hektár (Zimová, 1991).

Má výraznejšie požiadavky na klímu ako na pôdu. Vyhovujúca suma teplôt je 2 500 – 3000 °C za vegetačné obdobie. Cez zimu ju môžu poškodiť silnejšie mrazy (pod – 15°C). Nepriaznivo na ňu pôsobí i veterné počasie. Vysoké úrody nemožno dosahovať bez dostatočných 500 – 800 mm zrážok. Vystríhať sa treba extrémne kyslým, zásaditým pôdam, aj zaburineným, najmä trvácimi burinami (pýr, štiavec). Vyhovujú jej skôr ľahšie štruktúrne pôdy. V našich podmienkach možno označiť za potenciálne vhodný pestovateľský areál oblasť pestovania kukurice na zrno, popr. na siláž. Mohli by sa pri tom využívať aj pôdy kontaminované ťažkými kovmi a inými polutantmi.

Výber predplodiny vyplýva z požiadavky na trvácnosť porastu minimálne 12 – 15, najlepšie 20 rokov. Na úrodných pôdach sa obíde v prvých rokoch i bez hnojenia. Úrodou 1 tony sušiny biomasy odčerpá 22,2 kg N, 1,3 kg P, 11 kg K, 8,5 kg Ca a 1,4 kg Mg. Príprava pôdy je zameraná na vytvorenie kyprého sadivového lôžka a mechanické odburiňovanie.

V druhom roku vegetácie už môže poskytnúť 7 -15 t.ha<sup>-1</sup> , v treťom a ďalších rokoch 25 - 30 t.ha<sup>-1</sup> zberanej fytomasy s obsahom sušiny 58 resp. 70 %. V decembri – januári obsahuje fytomasa najviac vlákniny, asi 40 %, 2/3 sušiny je v stebloch, 1/3 v listoch. Úroda sušiny býva najvyššia v októbri a novembri, potom klesá opadom listov. Spalné teplo celých rastlín činí asi 19, 06 kJ/g.

Okrem spaľovania možno fytomasu využiť na výrobu buničiny (vysoký obsah celulózy okolo 40%), stavebných materiálov (drevovláknité dosky, rohože a pod.), ľahko likvidovateľných obalových materiálov alebo na kŕmenie dobytka. (Jamriška, 2001)

### **Chemická analýza ozdobnice čínskej pre stanovenie výhrevnosti :**

(podľa údajov laboratória Štátneho geologického ústavu D. Štúra , Spišská Nová Ves):

- obsah sušiny v intervale: 57,7 - 62 %,
- obsah prchavých látok: 74,7 – 81,1 %,
- relatívna vlhkosť: 18,0 – 23,8 %,
- obsah popola (na báze sušiny): 6,5 %.

Charakteristika popola - obsah minerálov: N (0,56 – 0,58 %); P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0,11 – 0,14 %); K<sub>2</sub>O (0,82 – 0,86 %); CaO (0,22 – 0,29 %); MgO (0,13 – 0,15 %); SiO<sub>2</sub> (3,58 – 4,40 %); Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (71 – 122 ppm).

### **Ekonomické parametre pestovania ozdobnice čínskej vo vzťahu k fosílnym palivám**

V ekonomike pestovania plodiny ozdobnice čínskej je väčší prínos ako u obilnín, navyše v krajinách EÚ je možné počítať s finančným príspevkom pre pestovanie nepotravinárskej plodiny. Pestovanie energetických plodín je v EÚ preferované ako spôsob vyňatia pôdy z produkcie. Nárok na dotáciu vzniká pri vyradení 5 % max. 10 % celkovej výmery ornej pôdy v danom hospodárstve. Výška podpory dosahuje 63 eur.t<sup>-1</sup> potenciálneho výnosu obilnín na vyňatej pôde, čo znamená v prepočte 13 000 - 14 000 Sk.ha<sup>-1</sup>.

Vysoké náklady na pestovanie ozdobnice čínskej sú podmienené vegetatívnym spôsobom množenia podzemkov na výsadbu a ich vysokou cenou. Pre naštartovanie pestovania ozdobnice čínskej v ČR, podobne aj na Slovensku, je potrebné podľa

odborníkov pre začiatkové obdobie (2 – 3 roky) poskytnutie dotácií minimálne na úrovni rýchlorastúcich drevín a založenia tzv. škôlok, slúžiacich k produkcii vlastnej sadby na rozšírenie tejto perspektívnej plodiny. Výnosový potenciál ozdobnice čínskej prevyšuje možnosti domácich druhov pestovaných u nás, vrátane rýchlorastúcich drevín. Rastlinu je možné považovať za významný zdroj surovín (využitie v stavebníctve), pre priemyselné a energetické využitie. <<http://www.cbks.cz/sborn%C3%ADk06/prispevky/Porvaz.pdf>> [cit. 2008- 01-19]

### Technológia a nákladovosť pestovania ozdobnice čínskej

V prvom roku pestovania sa ozdobnica nezberá na produkciu. Pozberaná a rozdrvená hmota sa používa ako mulč k rastlinám proti poškodeniu mrazmi. Na produkciu sa zberá až počnúc druhým rokom.

Najvyššie náklady sú v 1. roku pestovania ozdobnice, čo súvisí s vysokými jednorázovými nákladmi na založenie porastu a prípravu pozemku, aplikáciu herbicídov a plečkovanie. Výsadba porastu predstavuje až 89 % celkových nákladov v 1. roku pestovania a spolu s ďalšími potrebnými jednorázovými nákladmi predstavuje celkom 98 %. Pri úrode sušiny ozdobnice 30 t.ha<sup>-1</sup>, a cene z nej vyrobeného paliva 1, 092 Sk.kg<sup>-1</sup> je návratnosť nákladov na založenie porastu, resp. nákladov 1. roku pestovania, až v 6. roku pestovania ozdobnice (po 5,4 roku).

V Vysokej nad Uhom bol realizovaný pokus s ozdobnicou čínskou. Ozdobnica čínska sa založila výsadbou do sponu 0,5 m x 1 m bez hnojenia na experimentálnom pracovisku OVÚA Michalovce v roku 2003. Lokalita sa nachádza 20 km južne od Michaloviec, v nadmorskej výške 105 m a reprezentuje centrálnu časť Východoslovenskej nížiny, oblasť s kontinentálnym rázom podnebia. <<http://www.cbks.cz/sborn%C3%ADk06/prispevky/Porvaz.pdf>> [cit. 2008- 01-19]

**Tabuľka 4 : Dosiahnuté úrody sušiny ozdobnice čínskej od založenia pokusu v roku 2003 do 2005. (Povraz, 2006)**

Rok	Opakovanie	Počet odnoží [ks]	Výška rastliny [m]	Úroda sušiny [t.ha <sup>-1</sup> ]
2003	I.	11	1,8	8,4
	II.	7	1,65	6,83
	III.	18	1,8	7,8
	IV.	9	1,2	4,2
	<b>priemer</b>	<b>11</b>	<b>1,61</b>	<b>6,81</b>

2004	I.	19	2,4	40
	II.	21	2,34	35,7
	III	21	3	41,43
	IV.	18	2,8	30
	<b>priemer</b>	<b>20</b>	<b>2,6</b>	<b>36,8</b>
2005	I.	38	4,00	34,10
	II.	42	4,10	35,60
	III	40	3,95	33,60
	IV.	37	3,80	33,00
	<b>priemer</b>	<b>39</b>	<b>3,96</b>	<b>34,00</b>

Obr.2 Ozdobnica čínska



<<http://www.bluestem.ca/miscanthus-blutenwunder.htm>> [cit. 2008-05-13]

### 1.6.3 Ricín Obyčajný (*Ricinus communis*)

Ricín obyčajný (obr. 3 a 4) patrí do čeľade mliečnikovitých (Euphorbiaceae). Byť je hrubá, plochá a rozvetvená, má pozdĺžne ryhy a je rozlične sfarbená. Listy sú veľké, dlaňovito delené. Kvety sú v strapcovitom kvetenstve., strapce sú na konci hlavnej byle a na bočných vetvičkách. Semeno obsahuje ricín, ktorý je prudko jedovatý. Smrteľná dávka jedu je už v 2-10 semenách ricínu. Spôsobuje vážne hnačky doprevádzané krvácaním, dehydratáciou, kŕčmi a poškodením pečene a obličiek.

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. V nárokoch na pôdu nie je veľmi vyberavý. Najlepšie sa mu darí na hlbokých a živinami dobre zásobených pôdach, vyhovujú mu hlinité pôdy a piesočnaté černoze.



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.

Suché semeno ricínu obsahuje 8 – 12 % vody. Priemerná produkcia semien je 900-1000 kg.ha<sup>-1</sup>, ale v podmienkach závlah bola produkcia novošľachtených odrôd omnoho vyššia až 5000 kg. ha<sup>-1</sup> (Duke 1983)

Národohospodársky význam ricínu je všeobecne známy. U nás je najrozšírenejšie použitie jeho oleja, lisovaného za studena, v medicíne známeho ako laxatívneho prostriedku. Jeho použitie je rozsiahle. Používa sa v kozmetike na vlasy, v kožiarskom priemysle, v textilnom priemysle ako „alizarínový olej“, na výrobu mydla, vo farbiarstve, na výrobu linolea, v kovoobrábacom priemysle a pod. Široké použitie ricínového oleja vyplýva z jeho cenných technických vlastností.

Ricínový olej je nevysýchavý, pomerne hustý, málo podlieha vplyvom tepla, je dobrým mazacím olejom tam, kde ide o jemné mechanizmy s vysokými obrátkami, napríklad v letectve. V krajine s najrozšírenejším pestovaním ricínu, v Indii, olej používajú na svietenie, lebo dáva pekné, jednotné biele svetlo a nečadí na rozdiel od iných olejov (to je dôsledok vyššieho obsahu oxykyselín, teda vyššieho obsahu kyslíka a nižšieho obsahu uhlíka). V Afrike a v Indii ho miestami používajú na úpravu jedál.

Vedľajší produkt pri výrobe oleja sú pokrutiny. Hoci majú vysokú krmnu hodnotu, nemôžu sa používať na kŕmenie dobytky, kvôli alkaloidu (ricín), ktorý obsahujú. Tento alkaloid spôsobuje zrážanie črevných krviniek. Preto sa väčšinou používajú ako hnojivo pre svoj pomerne vysoký obsah dusíka (4 – 5 %) a popolovín (5 – 6 %).

Lístie ricínu možno zužitkovať v chove osobitných druhov hodvábnika. V byli ricínu je lyková vrstva, z ktorej možno vyrábať hrubšie vlákna použiteľné na výrobu špagátov a povrazov. Na jeseň byľ ricínu silno zdrevnatie, preto sa zužitkováva najmä na kúrenie. (Špaldon, 1954)

Obr. 3 a 4: Ricín obyčajný



<<http://caliban.mpiz-koeln.mpg.de/~stueber/koehler/RICINUS.jpg>> [cit. 2008-05-13]



<<http://www.banana-tree.com/catalog%20images/image647.jpg>> [cit. 2008-05-13]

#### 1.6.4 Ligurček lekársky (*Levisticum officinale*)

Ligurček lekársky (obr.5) patrí do čeľade mrkvovité (*Apiaceae*). Je to mohutná trváca bylina, pochádza z Južnej Európy. Oblubuje stanovištia so širokou škálou ožiarenosti, od výslnných po tienisté a vlhšie podnebie. Na pôdu nie je náročný. Vyhovuje mu mierne vlhká, stredne ťažká, dobre skyprená pôda, s dobre preležaným kompostom alebo maštal'ným hnojom až v druhom slede po okopaninách. Neznáša priamy kontakt s čerstvým maštal'ným hnojom. Pre klíčenie potrebuje dostatok vlahy. Je náročný na dostatok vápna. Prostrediu sa dobre prispôsobuje.

Pri konci vegetačného obdobia odumiera celá nadzemná časť a rastlina prežíva pomocou dormantných prezimujúcich koreňov. Tieto je možné použiť pre vegetatívne rozmnožovanie.

Generatívne sa rozmnožuje semenami, ktoré majú najlepšiu klíčivosť u 3-4 roky starých jedincov. Pre klíčenie potrebuje dostatok vlahy. Pri pestovaní ligurčeka pre koreninová

drogu sa duté kvetné lodyhy v druhom vegetačnom roku nízko pri koreni odrezávajú. Ligurček je odolný voči mrazom, dobre prezimuje.

Ligurček pestovaný pre koreň sa po odstránení vňate na jeseň vykope (september – október) a to v druhom ale hlavnom treťom roku vegetácie. Silné korene použijeme na drogu, slabšie s pukmi na ďalšie rozmnožovanie. Všetky časti ligurčeka majú typickú sladkú, neskôr horkú vôňu i chuť. Obsahuje éterické oleje, cukry, gumu a kyselinu archangelikovú.

< <http://www.agroporadenstvo.sk/rv/liecivky/ligurcek.htm> > [cit. 2008-05-17]

Obr. 5: Ligurček lekársky



<<http://www.bylinky.sk/?/Atlas/Ligurcek>> [cit. 2008-05-16]

## 2. Cieľ práce

Cieľom záverečnej bakalárskej práce je zhromaždiť dostupné údaje z literatúry o vlastnostiach vybraných bylín pestovaných na nepotravinárske účely a využiteľných ako zdroja obnoviteľnej energie. Získať a hodnotiť výsledky o potenciálnej produkčnej výkonnosti ciroku- Hyso (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanese*) a ricínu obyčajného (*Ricinus comunis*) pestovaných v podmienkach južného Slovenska

### 3. Metodika práce

Objektom skúmania boli ricín obyčajný (*Ricinus comunis L*) a cirok – hyso (*Sorghum bicolor L .x Sorghum sudanese*) pestované na maloparcelových pokusoch na výskumnej báze Výskumného ústavu zeleninárskeho, s.r.o v Nových Zámkoch , podľa ktorých sme zisťovali vplyv počtu jedincov na tvorbu biomasy a objemovú hmotnosť týchto dvoch druhov. Pokusy boli organizované podľa nasledovnej tabuľky :

**Tabuľka 5: Schéma organizácie pokusov v roku 2007**

Druh	Variant	Spon výsevu (m)	Veľkosť parcely (m)	Dĺžka vegetačnej doby (deň)
<b>Ricín obyčajný</b> ( <i>Ricinus comunis L</i> )	A	0,6 x 0,6	3 x 1,8	145
	B	0,8 x 0,8	3,2 x 2,4	
	C	1 x 1	3 x 3	
	D	1,2 x 1,2	3,6 x 1,8	
<b>Cirok-Hyso</b> ( <i>Sorghum bicolor L.x Sorghum sudanese</i> )	A	0,25 x 0,05	0,45 x 0,75	97
	B	0,25 x 0,1	0,5 x 0,75	
	C	0,25 x 0,15	0,6 x 0,75	
	D	1,2 x 0,2	0,6 x 0,75	

Pokusy boli založené na pôde klasifikovanej ako ľahká hlinito piesočnatá pôda s vysokým obsahom P (185 mg.kg<sup>-1</sup>) a stredným obsahom K (150 mg.kg<sup>-1</sup>). Minerálne živiny, ani závlaha aplikované neboli. Územie je považované za typ územia s nížinnou klímou. V mesiacoch apríl - september bola evidovaná priemerná teplota vzduchu 18,6<sup>0</sup>C. Najvyššie priemerné teploty vzduchu boli v mesiaci júl (23,1<sup>0</sup>C), najnižšie v mesiaci apríl(13,0<sup>0</sup>C). Priemerný úhrn zrážok vo vegetačnom období bol 313 mm. Koncom leta, najmä v auguste a septembri došlo k väčšiemu deficitu vlahy. Trvanie slnečného svitu

bolo 1638 hod. Klimatické ukazovatele vykazovali nasledovné odchýlky od normálu: priemerná teplota +2,0 °C, zrážky -99 mm, slnečný svit +334 hod. (Jureková, Marišová, 2008)

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 m<sup>2</sup>) gravimetricky po vysušení v elektrickej sušičke pri 90°C .

Z hmotnosti suchej biomasy a celkového obsahu vody bola vypočítaná merná (objemová) hmotnosť biomasy (Ust'ak 2006).

#### 4. Výsledky práce

Produkcia biomasy ako dynamického procesu hromadenia organickej hmoty na základe denných prírastkov je závislá na veľkom počte procesov, (rýchlosť fotosyntézy, dĺžka fotoperiody, architektúra rastliny, dĺžka aktívnej činnosti listov a vegetačnej doby) a faktorov (odolnosť proti škodcom a chorobám, tolerancia k abiotickým stresom, schopnosť hospodáriť s minerálnymi živinami a vodou, schopnosť využiť slnečné žiarenie.) Slnečné žiarenie, jeho množstvo a kvalita je jedným z limitujúcich faktorov tvorby biomasy. Je známe (Raguaskas et al. 2006) že z celkovej fotosynteticky aktívnej radiácie využívajú rastliny menej ako 2%. Pritom zvýšenie koeficientu využitia žiarenia, ktorý má priamy vplyv na zvýšenie produkcie asimilátov a v konečnom dôsledku na zvýšenie výslednej produkcie suchej hmoty je možné regulovať organizáciou štruktúry porastu. Distribúcia žiarenia v porastoch je závislá na ich hustote (počte jedincov na jednotke plochy) a ekofyziologických vlastnostiach druhov (Jureková, Marišová 2008).

Z výsledkov pokusov (tab.10) je vidieť medzidruhové rozdiely v množstve vytvorenej biomasy v závislosti na počte rastlín pestovaných na jednotke plochy.

**Tabuľka 6: Biomasa ( $t \cdot ha^{-1}$ ) potenciálnych energetických rastlín pestovaných vo vegetačných podmienkach roku 2007**

Variant	Počet rastlín na $m^2$	Hmotnosť biomasy ( $kg \cdot m^{-2}$ )		% obsah vody	Úroda biomasy ( $t \cdot ha^{-1}$ )	Ø hodnota objemovej hmotnosti ( $kg \cdot m^{-3}$ suchej hmoty)
		Čerstvá hmotnosť	Suchá hmotnosť			
<b>Ricín obyčajný (<i>Ricinus comunis</i> L.)</b>						
A	25	3,593	0,796	22,16	7,960	167,28
B	12	2,9458	0,687	23,32	6,870	

C	9	2,614	0,640	24,49	6,400	
D	5	4,660	1,154	24,76	11,540	
<b>Cirok (<i>Sorghum bicolor</i> L. x <i>Sorghum sudanese</i>, odroda Hyso-2)</b>						
A	25	6,026	1,771	29,39	17,710	
B	15	4,447	1,123	25,25	11,230	334,10
C	12	4,176	1,006	24,09	10,060	
D	10	2,420	0,725	26,79	7,250	

### Ricín obyčajný

Z výsledkov pokusov môžeme konštatovať, že ricín obyčajný vo variante A s počtom rastlín 25 na m<sup>2</sup>, dosiahol čerstvú hmotnosť biomasy 3, 593 kg.m<sup>-2</sup> a suchú hmotnosť biomasy 0,796 kg.m<sup>-2</sup>, obsah vody bol pri tom 22,16 % , úroda biomasy 7, 960 t.ha<sup>-1</sup>. Vo variante B s počtom rastlín 12 na m<sup>2</sup> dosiahol čerstvú hmotnosť biomasy 2,9458 kg.m<sup>-2</sup> a suchú hmotnosť biomasy 0,687 kg.m<sup>-2</sup>, obsah vody bol 23,32 % a úroda biomasy 6,870 t.ha<sup>-1</sup>. Vo variante C s počtom rastlín 9 na m<sup>2</sup> bola hmotnosť čerstvej biomasy 2,614 a suchá hmotnosť 0,640, pričom obsah vody bol 24,49 % a úroda biomasy 6,400 t.ha<sup>-1</sup>. Vo variante D s počtom rastlín 5 na m<sup>2</sup> bola čerstvá hmotnosť biomasy 4,660 kg.m<sup>-2</sup> a suchá hmotnosť biomasy 1,154 kg.m<sup>-2</sup>, obsah vody 24,76 % a úroda biomasy 11,540. Priemerná hodnota objemovej hmotnosti bola 167,28 kg.m<sup>-3</sup> suchej hmoty.

Z pokusov vyplýva, že výška produkcie biomasy je závislá na počte jedincov na jednotke plochy. Najvyššia hmotnosť nadzemnej biomasy 11, 540 t.ha<sup>-1</sup> bola vo variante D ( 5 rastlín. m<sup>-2</sup>) . Väčší počet znižoval výslednú produkciu, aj hmotnosť individuálnych rastlín. (Jureková, Marišová, 2008)

### Cirok –hybrid Hyso



Z výsledkov je vidieť, že cirok – hyso vo variante A s počtom rastlín 25 na  $m^2$  dosiahol čerstvú hmotnosť biomasy  $6,026 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$  a suchú hmotnosť biomasy  $1,771 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ , obsah vody bol 29,39 % a úroda biomasy  $17,710 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Vo variante B bol počet rastlín na  $m^2$  15 a čerstvá hmotnosť biomasy mala hodnotu  $4,447 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ , suchá hmotnosť biomasy mala hodnotu  $1,123 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ , obsah vody bol 25,25 % a úroda biomasy mala hodnotu  $11,230 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Vo variante C bol počet rastlín na  $m^2$  12 a čerstvá hmotnosť biomasy mala hodnotu 4,176, suchá hmotnosť biomasy mala hodnotu 1,006, obsah vody bol 24,09 % a úroda biomasy mala hodnotu  $10,060 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Vo variante D bol počet rastlín na  $m^2$  10 a čerstvá hmotnosť biomasy mala hodnotu  $2,420 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ , suchá hmotnosť biomasy mala hodnotu  $0,725 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ , obsah vody bol 26,79 % a úroda biomasy mala hodnotu  $7,250 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Priemerná hodnota objemovej hmotnosti bola  $334,10 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  suchej hmoty.

Z hľadiska produkcie a distribúcie hmoty sa ako optimálna potvrdzuje štruktúra porastu zodpovedajúca variantu A. (Jureková, Marišová, 2008)

## 5. Záver

V bakalárskej práci sme sa zaoberali zhromaždením údajov o vlastnostiach tzv. energetických rastlín pestovaných na nepotravinárske účely a využiteľných ako obnoviteľné zdroje energie. Súčasťou bakalárskej práce bolo aj určiť produkčnú výkonnosť vybraných druhov v agroekologických podmienkach južného Slovenska.

V experimentálnej práci, ktorá bola realizovaná na Katedre ekológie, ako súčasť vedeckého projektu VEGA bol sledovaný vplyv hustoty porastu dvoch druhov plodín ciroku – Hyso a ricínu obyčajného na tvorbu biomasy v podmienkach vegetačného roka 2007.

Z dosiahnutých výsledkov môžeme uzatvárať, že tvorba biomasy je dynamický proces hromadenia organickej hmoty, závislý na množstve faktorov, medziiným aj počte jedincov na jednotku plochy. Produkcia biomasy bola ovplyvnená hustotou porastu (počtom rastlín na jednotku plochy), pričom pri ricíne obyčajnom bola najvyššia produkcia  $11,54 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  vo variante s hustotou 5 rastlín na  $m^2$ . So zvyšujúcou sa hustotou rastlín úmerne klesala hmotnosť biomasy. Najvyšší obsah vody mali rastliny vo variante s najmenšou hustotou. Pri ciroku – hyso bola najvyššia produkcia biomasy vo variante s hustotou 25 rastlín na  $m^2$ . So zvyšujúcou sa hustotou rastlín hmotnosť biomasy stúpala. Obsah vody bol najvyšší taktiež vo variante s hustotou rastlín 25 na  $m^2$ .

Z experimentálnych výsledkov, ktoré boli dosiahnuté v roku 2007 môžeme uzatvárať, že v danom vegetačnom roku boli podmienky južného Slovenska vyhovujúce pre rast a tvorbu biomasy vybraných energetických rastlín a tieto dosiahli vysokú produkciu.

Z predstavených výsledkov môžeme uzatvárať, že vybrané byliny majú v podmienkach južného Slovenska vysokú produkčnú výkonnosť pri optimálnej štruktúre porastu. Majú vhodné vlastnosti pre pestovanie na energetické využitie.

Výsledky si budú vyžadovať ďalšie overenie, keďže na Slovensku niet dostatok skúseností s pestovaním potenciálnych energetických rastlín v konkrétnych agroklimatických podmienkach

## 6. Použitá literatúra

1. APALOVIC, Rudolf. 1996. Biomasa – obnoviteľný zdroj energie. *Životné prostredie* [online]. 1996. , vol. 30, no. 2 [cit. 2008-04-28] Dostupné na internete: <<http://www.seps.sk/zp/casopisy/zp/1996/2/apalovic.htm>>. ISSN 0044 – 4863
2. BIELEK P – ŠURINA, B. 1995. Agricultural soils, Facts about Slovak republic. Bratislava : Výskumný ústav pôdnej úrodnosti Bratislava, 1995. 32 s.
3. BLUDAU, D. – STREHLER, A. 1992. Zuckerhirse, Bereitstellung und Nutzung als Energiepflanze. *Landtechnik* 47, s. 559 – 562
4. DEMO, M. – HRONEC, O. – TÓTHOVÁ, M. et al. 2007. Udržateľný rozvoj – život v medziach únosnej kapacity biosféry. SPU: Nitra, 2007. 440 s. ISBN 978-80-8069-826-3
5. DUKE, J. 1983. Handbook of Energy Crops. University of Purdue, Center for New Crops and Plant Products. Available online:

[http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke\\_energy/Ricinus\\_communis.html#Yields%20and%20Economics](http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Ricinus_communis.html#Yields%20and%20Economics)

6. DUNN, N. 1987. More grain from surplus grain. *The Furrow* 92, s 21
7. Fytopalivo z ornej pôdy [online]. [cit. 2008-02-13] Dostupné na internete: <http://www.agroporadenstvo.sk/rv/ostatne/fytopalivo.htm?start>
8. HRAŠKO, J. – BEDRNA, Z. 1988. Aplikované pôdoznanectvo. Bratislava : Príroda, 1988. 474 s
9. JAMRIŠKA, Pavel. 2001. Rastliny na nepotravinárske využívanie. 1. vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2001. 70 s. ISBN 80-7137-877-1
10. JAMRIŠKA, Pavel. 2006. Pestovanie plodín na energetické účely [online]. [cit. 2008-03-19] Dostupné na internete: [http://www.agroporadenstvo.sk/oze/plodiny/pestovanie\\_plodin.htm?start](http://www.agroporadenstvo.sk/oze/plodiny/pestovanie_plodin.htm?start)
11. JUREKOVÁ Z.- MARIŠOVÁ, E. 2008 Ekologické limity a legislatívne aspekty pestovania energetických rastlín. *Acta regionalia et environmentalica* [v tlači]
12. KÁRA, J. 1992. Možnosti využitia obnoviteľných zdrojů energie v zemědělství . *EKOS* 92. Symopóziium s medzinár. účast'ou. Nitra dom techniky, VTS, 1992 s. 116 – 123
13. Konceptia využívania OZE [online]. [cit. 2008-05-13] Dostupné na internete: [www.economy.gov.sk/pk/3668-2002-010/ma.doc](http://www.economy.gov.sk/pk/3668-2002-010/ma.doc)
14. KOVÁČ, Karol. 2007. Zmeny v sortimente a rozsahu pestovania plodín na o.p. Slovenska. *Naše pole* [online]. 2007. no. 7 [cit. 2008-05-01] Dostupné na internete: <http://www.nasepole.sk/pole07/clanok.asp?ArticleID=21>. ISSN 1336-2666
15. LAPTEV, J.P. 1980. V mire izčezajuščich rastenij. Moskva : Kolos, 1980. 128 s
16. Ligurček lekársky [online]. [cit. 2008-05-17] Dostupné na internete: <http://www.agroporadenstvo.sk/rv/liecivky/ligurcek.htm>

17. POVRAZ, P. 2006. Produkčné parametre Miscanthus sinensis A v podmienkach VSN [online]. 4s [cit. 2008-01-19] Dostupné na internete: <<http://www.cbks.cz/sborn%C3%ADk06/prispevky/Porvaz.pdf>>
18. RAGUASKAS et al. 2006. The Path Forward for Biofuels and Biomaterials. Science 311, 484-489
19. SLUKA, Ľudovít et. al. 2007. Účelné a efektívne využívanie biomasy na slovensku [online] 8 s. [cit. 2008-05-06] Dostupné na internete: <[http://www.zmz.sk/doc/PD-biomasa\\_sk\\_final.pdf](http://www.zmz.sk/doc/PD-biomasa_sk_final.pdf)>
20. SPELLER, C.S. 1991 . The Potential for Growing Biomass Crop for Fuel on Surplus Land in the UK. UK: Outlook of Agricultural, 1991. s. 23 – 29
21. Šanca pre životné prostredie i ekonomiku 2007. [online ]. 2007 no.29 [cit. 2008-05-15] Dostupné na internete: <<http://www.noveslovo.sk/clanok.asp?id=15483> > ISSN 1336-2984
22. ŠIMON, Z. – STRAŠIL, J., 2000. Perspektívy pěstování plodin pro nepotravinářské účely (Studijní zpráva). Praha : Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2000. 50 s. ISBN 80-271-047-8
23. ŠPALDON, E. et al. 1954. Teplomilné a špeciálne rastliny. Bratislava : Štátne pôdohospodárke nakladateľstvo, 1954. 321 s.
24. USŤAK, S. 2006. Biomasa-obnoviteľný zdroj energie New Energy, magazín stratégie, trendů a politiky s.48-50
25. Využití biomasy k energetickým účelům (Studie VTR), Praha : Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, 1986. 68 s.
26. ZIMOVÁ, D. 1991. Energetické plodiny (Studie VTR). Praha: Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, 1991. 43 s