



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV PROCESNÍHO A EKOLOGICKÉHO  
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF PROCESS AND ENVIRONMENTAL  
ENGINEERING

## ENERGETICKÉ VYUŽITÍ OZDOBNICE ČÍNSKÉ

UTILIZATION OF MISCANTHUS FOR ENERGY PURPOSES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

ANDREJ KRIŽAN

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. VÍTĚZSLAV MÁŠA, Ph.D.

BRNO 2012



Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav procesního a ekologického  
inženýrství Akademický rok: 2011/2012

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

student(ka): Andrej Križan

který/která studuje v **bakalářském studijním**

**programu** obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

### **Energetické využití ozdobnice čínské**

v anglickém jazyce:

### **Utilization of Miscanthus for Energy Purposes**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Práce se zaměřuje na méně známou energetickou plodinu Miscanthus (ozdobnice čínská), která se jeví jako perspektivní zdroj biomasy pěstované ve středoevropském podnebí. Hlavním záměrem práce je zhodnotit ekonomiku pěstování ozdobnice čínské v našich podmínkách a posoudit její využitelnost jako biomasové palivo.

Cíle bakalářské práce:

Cílem bakalářské práce je představení ozdobnice čínské jako energetické plodiny. Dalším cílem je popis použitelnosti této plodiny jako biomasového paliva se zaměřením na její energetické parametry (zejména výhřevnost a chemické složení). Celkovým výsledkem by mělo být zhodnocení potenciálu této plodiny ve středoevropských klimatických podmínkách.

Seznam odborné literatury:

STAMPFL P.: Miscanthus Bioenergy: A Geospatial Analysis for Quantifying Potential Biomass Productivities Across Europe, 2008, VDM Verlag, 92 s., ISBN 3836493314

WALSH M.: Miscanthus for energy and fibre, 2001, Earthscan, 192 s., ISBN 1902916077

ODCHODEK T., KOLONIČNÝ J., JANÁSEK P.: Potenciál biomasy, druhy, bilance a vlastnosti paliv z biomasy, 2007, VŠB - Technická univerzita Ostrava, ke stažení: <<http://www.biomasa-info.cz/cs/doc/prirucka1.pdf>>

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Vítězslav Máša, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/2012.

V Brně, dne 9.11.2011

L.S.

---

Ředitel ústavu

---

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.  
Děkan fakulty



## **ABSTRAKT**

Predložená práca sa zaoberá predstavením ozdobnice čínskej ako energetickej plodiny. Hlavný dôraz je kladený na zhodnotenie energetických parametrov s následným využitím ako biomasové palivo. Výsledkom práce je posúdenie ekonomického potenciálu produkcie tejto plodiny na energetické účely v stredoeurópskych klimatických podmienkach.

**Kľúčové slova:** biomasové palivo, energetické plodiny, Ozdobnica čínska

## **ABSTRAKT**

This bachelor's thesis introduces Miscanthus as an energy crop. The main goal is to evaluate its energy parameters and further use as a biomass fuel. The result of this thesis is to evaluate the economical potential for production of this crop for energy purposes in the climate conditions of Central Europe.

**Keywords:** biomass fuel, energy crops, Miscanthus

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA**

KRIŽAN, A. *Energetické využití ozdobnice čínské*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2012. 31 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Vítězslav Máša, Ph.D..

## ČESTNÉ PREHLÁSENIE

Čestne prehlasujem, že na bakalárskej práci som pracoval samostatne na základe vlastných teoretických a praktických poznatkov, konzultácií a štúdia odbornej literatúry, ktorej úplný prehľad je uvedený v zozname použitej literatúry.

V Brne dňa 22.5.2012

.....  
**Andrej Križan**

## **POĎAKOVANIE**

Týmto ďakujem pánu Ing. Vítězslavu Mášovi, Ph.D., za cenné pripomienky a rady týkajúce sa spracovania bakalárskej práce.

# OBSAH

1. ÚVOD.....	10
2. ZAKLADNÉ DELENIE A VLASTNOSTI ENERGETICKÝCH PLODÍN.....	11
2.1 Vlastnosti energetických plodín.....	11
2.2 Rozdelenie energetických plodín.....	12
2.2.1 Ligno-celulóзовé plodiny .....	12
2.2.2 Olejniny.....	13
2.2.3 Škrobno-cukornaté plodiny .....	13
2.3 Spôsob využitia energetických plodín .....	13
2.4 Požiadavky na energetické plodiny .....	15
3. POSTAVENIE ENERGETICKÝCH PLODÍN A PODPORA ICH VYUŽÍVANIA NA SLOVENSKU .....	16
3.1 Aktuálne využitie a potenciál biomasy na Slovensku .....	16
3.2 Podpora využívania energetických plodín.....	17
4. PÔVOD A VLASTNOSTI OZDOBNICE ČÍNSKEJ.....	18
4.1 Tepelné vlastnosti .....	19
4.2 Emisné vlastnosti .....	21
5. SPRACOVANIE A ENERGETICKÉ VYUŽITIE OZDOBNICE ČÍNSKEJ.....	22
5.1 Spracovanie pôdy a sadenie ozdobnice čínskej .....	22
5.2 Zber ozdobnice čínskej .....	23
5.3 Produkcia ozdobnice čínskej .....	24
5.4 Spracovanie ozdobnice čínskej.....	24
5.4.1 Peletovanie .....	25
5.4.2 Briketovanie .....	26
5.4 Využitie ozdobnice čínskej.....	27
5.5 Ekonomické parametre .....	28
6. ZÁVER.....	29
7. POUŽITÁ LITERATÚRA.....	30

# 1. ÚVOD

V dôsledku rastu ceny fosílnych palív a politickej nestabilite regiónov, v ktorých sú kľúčové ložiská fosílnych palív, sa Európska Únia rozhodla prehodnotiť svoju energetickú politiku. Jej zameranie sa presúva na bezpečnejšie a čistejšie technológie. V decembri 2005 vydala Európska komisia *Aktivačný plán o biomase*, v ktorom vyzýva k aktívnejšiemu prístupu využívania biomasy. Biomasa je definovaná ako hmota organického pôvodu, ktorá zahŕňa rastlinné a živočíšne organizmy. Prvkové zloženie charakterizujúce biomasu sa skladá z 50 % C, 43 % O a 6 % H.[1]

Na energetické účely je využívaná najčastejšie rastlinná biomasa. Hlavným rozdielom biomasy od fosílnych palív je ten, že biomasa je obnoviteľným zdrojom energie a môžeme ju cielene pestovať vo forme energetických plodín. Jednou z energetických plodín je aj *Ozdobnica čínska* (*Miscanthus*), ktorá bola privezená z Ázie ako okrasná rastlina. Ozdobnica je trvácna rastlina, ktorá pri priaznivých klimatických a výživových podmienkach môže vyprodukovať až 30 t/ha biomasy.[2]

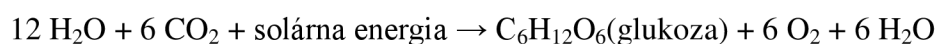
Cieľom tejto práce je uviesť súhrn informácií o možnostiach pestovania ozdobnice čínskej, spôsoboch jej mechanického zušľachtovania a následné využitie na energetické účely.

## 2. ZAKLADNÉ DELENIE A VLASTNOSTI ENERGETICKÝCH PLODÍN

Každá rastlina obsahuje určité množstvo chemickej energie, ktorú môžeme premeniť na tepelnú. Pod pojmom energetické plodiny rozumieme zámerne pestované plodiny primárne využívané na výrobu energetických výrobkov, ktoré sú biopalivá, elektrická a tepelná energia.

### 2.1 Vlastnosti energetických plodín

Možnosť získavania energie z energetických plodín nám zabezpečuje proces fotosyntézy, ktorej chemická rovnica je :



Fotosyntéza prebieha počas dvoch za sebou nasledujúcich fázach. V závislosti od časti dňa sa tieto fázy rozdeľujú na svetlú (fotochemickú) a tmavú (syntetickú). Počas oboch prebiehajú v rastline iné chemické procesy. Svetlá fáza sa uskutočňuje výhradne v chloroplastoch. Je to proces zachytávania slnečnej energie vo forme fotónov a ich následné posúvanie do ďalších reakcií vo forme energie. Tmavá fáza prebieha v tme a nie je na ňu potrebné slnečné žiarenie. Je to vlastne proces zabudovávania oxidu uhličitého až do vzniku konečnej organickej látky- cukru. Tento proces sa nazýva Calvinov cyklus. Rastliny ktoré na výrobu glukózy využívajú len Calvinov cyklus sa volajú C3 rastliny.[3]

U niektorých rastlín tropického a subtropického pôvodu, nazývaných C4 rastliny existuje komplikovanejšia tmavá fáza fotosyntézy. Počas tmavej fázy majú tieto rastliny prieduchy zatvorené, tým pádom u nich neprebíha dýchanie. Tieto rastliny si preto musia zabezpečiť prísun oxidu uhličitého ešte počas svetlej fázy, keď sú ich prieduchy otvorené. Keďže u týchto rastlín neprebíha počas tmavej fázy dýchanie, vzniknutá glukóza sa hneď nespotrebováva a energetický efekt takejto fotosyntézy je vyšší. Ušetrená glukóza je u C4 rastlín zabudovávaná do nových buniek ako biologicky materiál, čím sa u nich vytvára väčšie množstvo biomasy.[4]

Prednosťou C4 rastlín je oveľa vyššia produktivita ako pri C3 rastlinách, no na druhú stranu je aj ich energetická náročnosť vyššia. Medzi C4 rastliny patria napríklad cukrová trstina, kukurica, proso, ozdobnica čínska.[3]

Jedným zo základných parametrov energetických plodín je vlhkosť. Pohybuje sa v intervale 10 % až 70 %. Vlhkosť ma veľký vplyv na následné využitie energetických plodín, lebo ovplyvňuje druh procesu ich spracovania vid' (kap. 2.3). S rastúcim obsahom vody klesá výhrevnosť. Ďalšími vlastnosťami energetických plodín, ktoré ich predurčujú na energetické účely sú: rýchly rast a tým pádom vysoká produkcia biomasy, nenáročnosť na pestovateľské podmienky a vysoká odolnosť voči chorobám a škodcom.[5]

## 2.2 Rozdelenie energetických plodín

V súlade s literatúrou [6] môžeme energetické plodiny rozdeliť podľa chemického zloženia na:

- **Ligno-celulóзовé plodiny**
- **Olejniny**
- **Škrobno-cukornaté plodiny**

### 2.2.1 Ligno-celulóзовé plodiny

Ligno-celulóзовé plodiny obsahujú lignín, hemicelulóзу a celulóзу. Tieto tri základné zložky sú pevne spojené do komplexne rigidnej matrice. V malom množstve sa v týchto plodinách vyskytujú aj proteíny, pektíny, minerálne látky, taníny a tuky. [6]

Tieto plodiny sú plodiny druhej generácie, čo znamená že sú určené primárne na výrobu energetických produktov. Delíme ich na *jednoročné rastliny*, *viacročné rastliny* a *rýchlorastúce dreviny*. [6]

#### **Jednoročné rastliny**

Jednoročné rastliny sú nenáročné plodiny, ktoré nepredstavujú väčšiu investíciu, pretože ich pestovanie nevyžaduje žiadnu špeciálnu techniku. Po pestovaní zostáva pôda v dobrom stave.

K jednoročným rastlinám môžeme zaradiť napr. Láskavec (*Amaranthus*), , Tritikale (*Triticosecale Wittm.*), Raž siata (*Secale cereale L.*), Pšenica letná (*Triticum aestivum L.*), Cirok sudánsky (*Sorghum sudanense*), Konope siate (*Cannabis sativa*), Slez praslenovitý (*Malva verticillata*), Katran habešský (*Crambe abyssinica*), Požlt' farbiarsky (*Carthamus tinctorius*), Ľaničník siaty (*Camelina sativaa iné*). [7]

#### **Viacročné rastliny**

Tieto rastliny sú viacročné alebo trvácne. Sú výhodnejšie ako jednoročné rastliny, nakoľko nie je potrebná ich každoročná kultivácia.

K viacročným rastlinám patrí napr. Štiav krmny (*Uteuša*), Papuľka dvojročná (*Oenothera biennis*), Komonica biela (*Melilotus alba*), Jastrabina východná (*Galega orientalis*), Ježibaba guľatohlavá (*Echinops sphaerocephalus*), Farbovník obyčajný (*Isatis tinctoria*), Ranostaj pestrý (*Coronilla vania*), Topoľovka ružová (*Alcea rosea*), Ozdobnica čínska (*Miscanthus sinensis*) a pod. [7]

#### **Rýchlorastúce dreviny**

Výhodou rýchlorastúcich drevín je kratšia doba medzi výsadbou a ťažbou ako u bežných lesov. Táto doba sa pohybuje medzi 2 až 6 rokmi. Náklady na pestovanie rýchlorastúcich drevín sú vyššie ako u jednoročných a viacročných rastlín, lebo vyžadujú špeciálnu techniku pri zbere a náklady na založenie plantáže sú vysoké.

Medzi rýchlorastúce dreviny patrí napr. Topoľ (*Populus L.*), Vŕba (*Salix*), Jelša (*Alnus*), Agát biely (*Robinia pseudoacacia*). [7]



## 2.2.2 Olejniny

Olejninny sú charakteristické väčším obsahom oleja ako svojou zásobnou látkou. Preto sa využívajú na výrobu biopalív a olejov. Patria k najrozšírenejším pestovaným energetickým plodinám. Ich pestovanie nie je finančne náročné.

Medzi olejniny patrí Repka olejná (*Brassica napus L. var. Napus*), Slničnica ročná (*Helianthus annuus L.*), Ľan siaty (*Linum usitatissimum*). [7]

## 2.2.3 Škrobno-cukornaté plodiny

Tieto plodiny obsahujú väčšie množstvo sacharidov a škrobu. Sú vhodné na výrobu bioetanolu a bioplynu pomocou fermentácie. Vysoké náklady na vybudovanie liehovarov obmedzujú využívanie týchto plodín na energetické účely, preto sa v dnešnej dobe využívajú väčšinou iba v potravinárstve.

Ku škrobno-cukornatým plodinám patrí napr. Ľuľok zemiakový (*Solanum tuberosum*), Cukrová repa (*Beta vulgaris var. altissima*), Topinambur (*Helianthus tuberosus*), Cukrová trstina (*Saccharum officinarum*), Kukurica (*Zea Linné*), Kapusta sitinová (*Brassica juncea*).[7]

## 2.3 Spôsob využitia energetických plodín

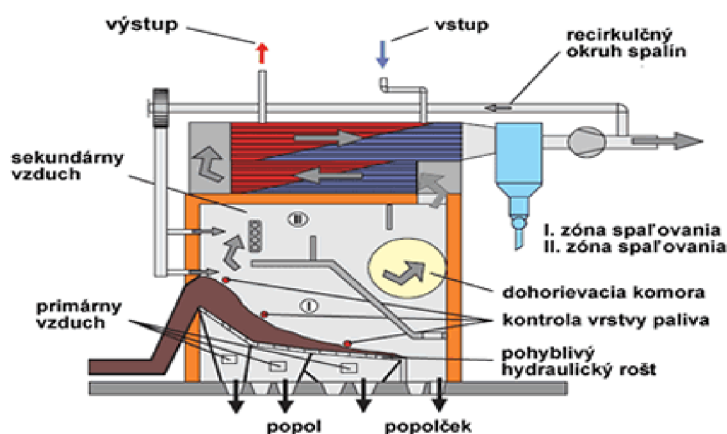
Cieľom pestovania energetických plodín je možnosť získania energie. Túto energiu získavame rôznymi spôsobmi, ktoré sú podmienené fyzikálnymi a chemickými vlastnosťami danej plodiny. Hranica 50 %-nej vlhkosti nám rozdeľuje spôsoby spracovania na suché a mokré procesy. Suché procesy sú určené termo-chemickou premenou, ktorú tvorí *pyrolýza*, *spalovanie* a *splynovanie*. Mokré procesy sú charakterizované bio-chemickou premenou a rozdeľujeme ich na *fermentáciu*, *alkoholové kvasenie* a *metánové kvasenie*. Energetické plodiny môžeme zušľachtovať mechanickými procesmi, ako je lisovanie olejov, esterifikácia, štiepanie, briketovanie, peletovanie a mletie. Týmto spôsobom získame kvalitnejšie palivo, ktoré sa následne využíva na získavanie energie.[6]

### **Pyrolýza**

Pri tomto procese biomasa prechádza zušľachtovaním na kvalitnejšie palivo v podobe drevného uhlia. Tento proces patrí k najjednoduchším a najstarším spôsobom ako získať kvalitné palivo. Daná surovina sa zohreje na 300-500 °C pri neprítomnosti vzduchu, až kým sa prchavé látky nevyparia. Vznikne drevné uhlie, ktoré má dvojnásobnú energetickú hodnotu ako vstupná surovina. Najpoužívanejšou surovinou je drevo, ale dajú sa využívať aj iné suroviny ako slama z obilnín, ozdobnica a slama z repky. Pyrolýza je vhodná technológia, lebo prebieha pri relatívne nízkych teplotách a znižuje úroveň škodlivých emisií.[6]

## Spaľovanie

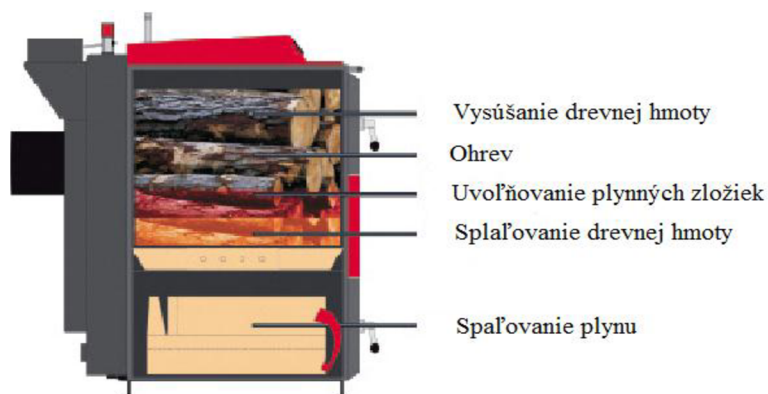
Spaľovanie je chemický proces rýchlej oxidácie pri ktorom sa uvoľňuje teplo. Patrí medzi najstaršiu a najpoužívanejšiu formu transformácie organických palív na teplo. Najpoužívanejšie palivo na spaľovanie je drevo. Na obrázku 2.1 je základná schéma kotla na spaľovanie drevnej štiepky. Drevo a hnedé uhlie má približne rovnakú výhrevnosť 15,1 MJ/Kg. Najvhodnejšie drevo na spaľovanie má vlhkosť 30 %, pričom vlhkosť čerstvého dreva sa pohybuje okolo 60 %. V dnešnej dobe však už prichádzajú do módy nové alternatívne palivá z rôznych druhov energetických plodín. Vhodné plodiny sú napríklad ozdobnica čínska, repka olejná, kukurica a slama s obilnín. Základným kritériom pri spaľovaní je výhrevnosť. Je to množstvo tepla získané spálením 1 kg paliva.[2]



Obr. 2.1 Schéma kotla na spaľovanie drevnej štiepky [8]

## Splyňovanie

Splyňovanie je termochemický proces, pri ktorom dochádza k výrobe plynných palív z palív pevných. Vznikajú horľavé plyny ako  $H_2$ ,  $CO$  a  $CH_4$ . Tento proces prebieha pri nedokonalom horení a ohrievaní biomasy teplom, ktoré vzniká pri horení. Vzniknuté plyny sa využívajú ako palivo. Zloženie plynov pri splyňovaní je  $H_2$ : 18 – 20 %,  $CO$ : 18–20 %,  $CH_4$ : 2–3 %,  $CO_2$ : 8-10 %,  $N_2$ : 47 – 54 %. Na splyňovanie sa využívajú splyňovacie kotle. Na obrázku 2.1 je základná schéma takéhoto kotla. Tieto kotle majú plynulo regulovateľný výkon od 40 % do 100 %. Splyňovať môžeme drevo, drevnú štiepku, brikety alebo pelety.[2]



Obr. 2.2 Splyňovací kotol [9]

## *Fermentácia*

Je to spôsob získavania energie z biomasy biochemickým procesom, pri ktorom sa cukry menia pomocou mikroorganizmov na alkohol, etanol alebo metanol. Fermentácia je anaeróbny biologický proces, pri ktorom sa musí dodávať veľké množstvo tepla. Teplo sa zvyčajne dodáva spaľovaním biomasy. Na fermentáciu sa môžu využiť rôzne plodiny ako obilie, cukrová trstina, cukrová repa, kukurica, zemiaky a iné. Najvhodnejšia je cukrová trstina. Na fermentáciu cukrov je možné použiť aj celulózu z dreva, avšak tento proces je náročnejší. Pomletá celulóza sa pomieša s horúcou kyselinou. V tejto zmesi sa po 30 hodinách nachádza približne 6-10% alkoholu, ktorý sa následne získa destiláciou. Pri premene sa nevyužije celková surovina na výrobu biopaliva, preto vznikajú vedľajšie produkty, ktoré sú vhodné ako bielkovinové krmivá.[2]

V Brazílii sa ročne vyrobí 12 miliárd litrov etanolu z cukrovej trstiny. Tento etanol je využívaný v 5 miliónoch automobilov jazdiacich na čistý etanol a 9 miliónoch automobilov, ktoré jazdia na zmes 20-22 % alkoholu a 80 % benzínu.[2].

## 2.4 Požiadavky na energetické plodiny

Aby bola plodina považovaná za energetickú, mala by spĺňať najmä nasledujúce kritériá.

- Nízke nároky na kvalitu pôdy a možnosť pestovania na pôdach nevhodných na pestovanie potravinárskych plodín alebo iných zamorených a znehodnotených pôdach.
- Znížená náchylnosť na zmeny v klimatických podmienkach a vysoká schopnosť prežitia zimného obdobia. Nižšie teploty by nemali mať vplyv na rast.
- Nízka spotreba vody a odolnosť voči suchu.
- Odolnosť proti chorobám, škodcom a burine.
- Výnosnosť by nemala klesnúť pod 10 t/ha sušiny a zisk energie by sa mal rovnať minimálne desaťnásobku energie vlozenej pri pestovaní.
- Trvácnosť rastliny, aby sa nemuselo financovať pravidelné siatie.
- Vysoká výhrevnosť
- Rastliny by nemali byť invazívne, nemali by ohrozovať domácu flóru a ich rast by mal byť ľahko kontrolovateľný

### 3. POSTAVENIE ENERGETICKÝCH PLODÍN A PODPORA ICH VYUŽÍVANIA NA SLOVENSKU

Táto kapitola sa zameriava na zhodnotenie aktuálneho využitia biomasy na Slovensku a jej možného potenciálu. Taktiež rozoberá financovanie energetických plodín a porovnáva postoj EÚ k financovaniu energetických plodín za posledných desať rokov.

#### 3.1 Aktuálne využitie a potenciál biomasy na Slovensku

Kapitola porovnáva aktuálne využitie energetických plodín na Slovensku a ukazuje možnosti ďalšieho rozvoja. Celková odhadovaná spotreba energie na Slovensku je 800 PJ ročne. Priemysel patrí k najväčšiemu spotrebiteľovi energie s 38 % celkovej spotreby. Domácnosti spotrebujú 25 % celkovej energie, ďalšie sú služby, obchod a doprava. Obnoviteľné zdroje energie produkujú 4,2 % celkovej energie čo je približne 33,6 PJ. Z celkových obnoviteľných zdrojov energie má najväčšie zastúpenie biomasa a to 42 %.[1]

Celkový technický potenciál biomasy je 147 PJ, čo predstavuje 18,5 % celkovej spotreby energie. Pri aktuálnej priemernej cene za rok 2012, ktorá je 29,34 eur za GJ tepla, predstavuje potenciál biomasy hodnotu 4,3 miliárd eur, čo je tiež 3,5 milióna ton ropného ekvivalentu, 4,5 miliárd m<sup>3</sup> zemného plynu a 8 miliónov ton uhlia. Jedná sa teda o veľmi nádejný zdroj energie.[10]

V tabuľke 3.1 je zobrazený celkový energetický potenciál jednotlivých druhov biomasy na Slovensku.

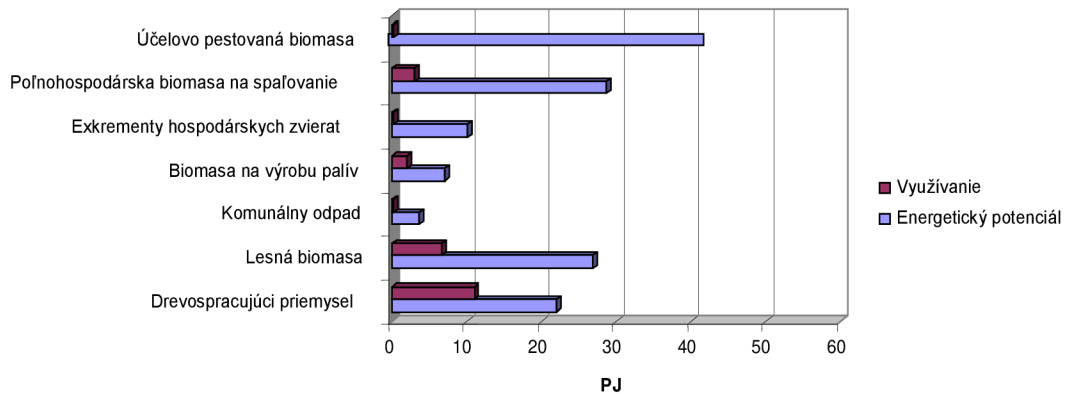
Druh biomasy	Množstvo [t]	Energetický potenciál [PJ]
Poľnohospodárska biomasa na spaľovanie	2 031 000	28,6
Lesná dendromasa	2 432 000	26,8
Drevospracujúci priemysel	1 835 000	22,0
Biomasa na výrobu biopalív	200 000	7,0
Komunálny drevný odpad	300 000	3,6
Výlisky a výpalky pri výrobe biopalív	400 000	8,4
Exkrementy hospodárskych zvierat	13 700 000	10,0
Účelovo pestovaná biomasa	4 050 000	40,6
<b>Spolu</b>	<b>24 948 000</b>	<b>147,0</b>

**Tab. 3.1** Energetický potenciál hlavných druhov biomasy [1]

*Poľnohospodárska biomasa* vhodná na spaľovanie je tvorená odpadom pri hlavnej výrobe. *Lesná dendromasa* je na Slovensku produkovaná lesným hospodárstvom. Najčastejšie sa využíva vo forme palivového dreva. Využívajú sa aj zvyšky pri ťažbe. *Drevospracujúci priemysel* je významným zdrojom biomasy, ktorý vyprodukuje ročne približne 1 835 tis. t odpadu vo forme pilín, odrezkov a čierneho výluhu. *Exkrementy hospodárskych zvierat* sa spracúvajú anaeróbnou fermentáciou a následne vzniknutý bioplyn sa využíva na energetické účely. *Účelovo pestovaná biomasa* na výrobu energie zahŕňa všetky energetické plodiny. Na Slovensku bola v roku 2007 výmera energetických plodín približne 80 770 ha. Toto číslo je ale skresľujúce, pretože samotná repka olejka a kukurica z neho predstavujú 79 600 ha. To znamená, že ostatné energetické plodiny zaberajú iba 1155 ha. Na pestovanie energetických plodín je možné na Slovensku využiť

teoreticky až 300 000 ha poľnohospodárskej pôdy. Za predpokladu že by sa celá táto plocha využila na pestovanie energetických plodín, by ročná produkcia bola 4 050 000 t biomasy a jej energetický potenciál by bol 40,6 PJ. Účelovo pestovaná biomasa je najväčším zdrojom biomasy. Najvhodnejšie oblasti sa nachádzajú na západnej a juhovýchodnej časti Slovenska.[1]

V grafe 3.1 je zobrazený odhad technického potenciálu biomasy a jeho využitie na Slovensku v roku 2006.



**Graf 3.1** Technický potenciál a využitie biomasy [1]

Z grafu môžeme vidieť, že biomasa sa využíva len na 17 % z jej celkového technického potenciálu. Najviac sa využíva odpad z drevospracujúceho priemyslu a využitie účelovo pestovanej biomasy v podobe energetických plodín je takmer nulové. Využitie energetických plodín je nedostatočné, ich potenciál tvorí 2 % celkovej spotreby energie. Pri využití energetických plodín by bolo možné zdvojnásobiť využitie biomasy ako obnoviteľného zdroja energie a ušetriť 1,2 miliárd eur, 1 milión ton ropného ekvivalentu, 1 270 miliónov m<sup>3</sup> zemného plynu alebo 2,3 milión ton uhlia. Podľa Akčného plánu chce Slovensko v roku 2020 využívať namiesto 4,2 až 15 % energie z obnoviteľných zdrojov energie, ktoré zahŕňajú aj biomasu. Na toto množstvo už odpadová biomasa nebude stačiť, preto je na mieste uvažovať o zvýšení podielu pestovanej biomasy.[1]

### 3.2 Podpora využívania energetických plodín

Ministerstvo hospodárstva Slovenskej Republiky sa v roku 2007 snažilo stimulovať poľnohospodárov na využívanie biomasy a pestovanie energetických plodín. Priama celoeurópska podpora pestovania energetických plodín bola zabezpečená pomocou *Uhlíkového kreditu* alebo tiež nazývanej *C-Kredit*. Táto podpora bola vo výške 45 eur/ha za rok, na plochách kde sú zasadené energetické plodiny a nepresahujú maximálnu veľkosť plochy 2 000 000 ha v rámci celej EÚ. Táto podpora bola zrušená v roku 2010. Po osobnej konzultácii s Ing. Miklošom, pracovníkom pôdohospodárskej platobnej agentúry dňa 20. marca 2012 sme zistili, že: „dôvodom zrušenia dotácie bol nedostatočný záujem a to, že pri podávaní žiadostí o dotáciu na energetické plodiny bola administratíva veľmi náročná. Žiadatelia museli predložiť nie len doklad o kúpe a predaji danej energetickej plodiny, ale aj kompletný technologický postup spracovania.“

Momentálna európska podpora na rok 2012 na energetické plodiny neexistuje. Pri žiadostiach na dotácie sa energetické plodiny radia do rovnakej skupiny ako ostatné poľnohospodárske plodiny a dokonca finančná hodnota dotácie na ne nie je rozdielna.



## 4. PÔVOD A VLASTNOSTI OZDOBNICE ČÍNSKEJ

Táto kapitola bola vypracovaná na základe literatúry [11,12,13,14], viď zoznam použité literatúry.

Domovom ozdobnice čínskej (lat. *Miscanthus sinensis*) je južná Ázia a Afrika. Je to trvácna tráva, dorastajúca do vysokých rozmerov. Botanicky sa radí do čeľade lipnicovitých (Poaceae), trieda fúzovité (Andropogoneae). Podzemok je drevnatý čuprinatý, listy sú čiarkovité jemne zúbkované, dosahujú dĺžku 70 až 85 cm so šírkou 2 cm. Listy majú silné stredné rebro. Majú charakteristické hladké steblo, širokú, okolíkato poschodovitú metlinu a odstavajúce vetvičky s nepravým klasom dlhým 20 až 30 cm.



**Obr. 4.1** *Ozdobnica čínska* [15]

V našich klimatických podmienkach semeno ozdobnice nedozreje, preto je možné ozdobnicu rozmnožovať len pomocou podzemkov. Podzemky sa ročne rozmnožia na 10 až 20 nových kusov. Na obrázku 4.2 sú znázornené dva takéto podzemky.



**Obr. 4.2** *Podzemky*

Ozdobnica je v prvom roku pestovania náchylná na vymrzanie a zaburinenie. Na druhú stranu je ale pre ňu charakteristická veľmi dobrá odolnosť voči chorobám a škodcom. Pre zvýšenie mrazuvzdornosti sa vyšľachtil hybrid *Miscanthus giganteus*. Je to kríženec divoko rastúcich foriem *Miscanthus sacchariflorus* a *Miscanthus sinensis*.

V Európe sa ozdobnica objavila začiatkom 30-tých rokov 20. storočia ako ozdobná rastlina. V roku 1989 sa začali pokusy využitia ozdobnice ako obnoviteľného zdroja energie a tiež ako materiálu na priemyselné spracovanie. V rámci Európy je najrozšírenejšia v Nemecku a Rakúsku, kde prebieha najviac experimentov na pestovanie a rozmnožovanie.

## 4.1 Tepelné vlastnosti

Ozdobnica čínska má vhodné chemické zloženie na spaľovanie. Obsah minerálnych látok v ozdobnici je nižší ako pri pšeničnej slame, ale vyšší ako obsah minerálnych látok vo vrbe. Chemické zloženie ozdobnice pri zbere je: 0.2-0.6 % N; 0.5-1.3 % K; 0.1-0.5 % Cl.[9]

Základnými látkami dôležitými pri horení sú uhlík a vodík. Obsah uhlíka v ozdobnici je 44 % a vodíka 6 %. Tieto látky sú čiastočne oksyložené, pretože v ozdobnici sa nachádza 36 % chemicky viazaného kyslíka. Obsah kyslíka má pozitívny vplyv na výhrevnosť. Ďalším veľkým vplyvom na výhrevnosť je vlhkosť. Optimálna vlhkosť pre spaľovanie je 15-20 %. V palive je potrebné určité množstvo vody, pretože úplne vysušený organický prach sa správa ako výbušnina. Výhrevnosti jednotlivých druhov palív sú zobrazené v tabuľke 4.1. Ozdobnica sa javí ako vhodné palivo nakoľko má väčšiu výhrevnosť ako hnedé uhlie a palivové drevo.[9]

Druh paliva	Výhrevnosť [MJ/kg]
Zemný plyn	33,5
Hnedé uhlie	15
Čierne uhlie	26
Koks	27,5
Palivové drevo	14,2
Petrolej	43,97
Slama repky	16
Lněné stonky	16,9
Svätojánske žito	17,64
Topinambur	16,42
Ozdobnica čínska	17,44

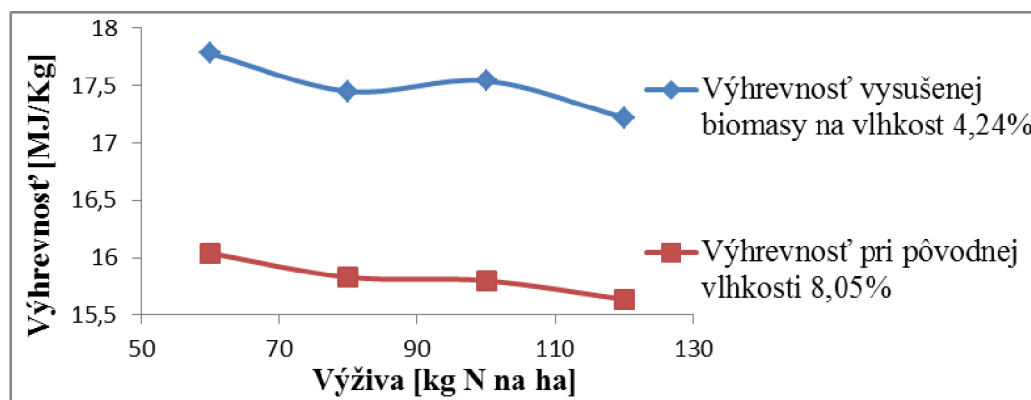
**Tab. 4.1** Výhrevnosť jednotlivých druhov palív.[9]

Zaujímavé informácie o tepelných vlastnostiach ozdobnice poskytol Ústav Agroekologie v Michalovciach. V roku 2006 uskutočnil pokus s ozdobnicou pre stanovenie termických parametrov v závislosti na výžive dusíkom. Pokus bol zrealizovaný na piatich plochách s rozmermi 1,0 x 1,0 m. Na prvej ploche bola realizovaná výživa 60 kg N na ha, na druhej ploche 80 kg N na ha, na tretej 100 kg N na ha, na štvrtej 120 kg N na ha a piata plocha bola kontrolná bez výživy. Termické parametre stanovené pomocou pokusu sú v tabuľke 4.2.

Meraná veličina	Merná jednotka	Testovaná plocha 1 m <sup>2</sup>					Priemer
		1.	2.	3.	4.	5.	
Spalné teplo	MJ/kg	18,99	18,67	18,76	18,42	18,41	18,65
Výhrevnosť sušiny pri 105 °C	MJ/kg	17,78	17,45	17,54	17,22	17,21	17,44
Výhrevnosť pri pôvodnej vlhkosti	MJ/kg	16,04	15,83	15,80	15,64	15,89	15,84
Vlhkosť pôvodnej sušiny	%	8,63	8,16	8,71	8	6,75	8,05
Vlhkosť v sušine pri 105 °C	%	4,25	4,19	3,88	4,52	4,35	4,24

**Tab. 4.2** Termické parametre ozdobnice čínskej [9]

Výhrevnosť biomasy z ozdobnice dosiahla pri pôvodnej vlhkosti úroveň v priemere 15,84 MJ/kg. Priemerná výhrevnosť vysušenej biomasy dosiahla úroveň v priemere 17,44 MJ/kg. Z daného pokusu sa zistilo, že rôzne hladiny výživy dusíkom významne neovplyvnili termické parametre. Najlepšiu výhrevnosť dosiahla pri výžive 60 kg N na ha. Dokonca so zvyšujúcou sa hodnotou výživy dusíkom klesá výhrevnosť čo je zobrazené v grafe 4.1.[9]



**Graf 4.1** Vplyv výživy na výhrevnosť [9]

Nepriaznivou vlastnosťou ozdobnice čínskej pri spaľovaní je nízka teplota tavenia popola. Pri presiahnutí teploty tavenia dochádza ku spekaniu popola. Tento jav je spôsobený vyšším obsahom kremíka, draslíka a železa. V tabuľke 4.3 sú zobrazené teplotné hranice pri spaľovaní drevnej štiepky, ozdobnice a slamy obilnín.

Plodina	Teplota mäknutia[°C]	Teplota lepenia[°C]	Teplota tavenia [°C]
Drevná štiepka	1437	1463	1473
Ozdobnica	1020	1090	1120
Slama obilnín	950	1050	1150

**Tab. 4.3** Teplotné medze popola [16]

Údaje z tabuľky 4.3 možno využiť na reguláciu spaľovacích procesov a na konštrukčné riešenia spaľovacích komôr v kotloch na biomasu.[17]



## 4.2 Emisné vlastnosti

Pri spaľovaní ozdobjnice tvorí obsah popola 2-3 % z celkovej hmotnosti. Obsah popola je nižší v porovnaní s fosílnymi palivami. Hnedé uhlie ma 15 až 30 % popola. Prvková analýza produktov spaľovania ozdobjnice a obilnej slamy je zobrazená v tabuľke 4.4.

Plodina	Výhrevnosť [MJ/kg]	Obsah popola [%]	Prchavé zložky [%]	Síra [%]	Uhlík [%]	Vodík [%]	Dusík [%]
Ozdobjnica	17,5-15,8	2,6	69,7	0,11	41,5	5,4	0,5
Slama obilnín	18,4-15,2	4,0	70,0	0,16	42,0	5,0	0,4

**Tab. 4.4.** Prvková analýza produktov spaľovania ozdobjnice a obilnej slamy [10]

Z analýzy ozdobjnice sa zistilo že má menší obsah popola, síry a draslíka ako slama obilnín. Pre spaľovanie je najlepší nižší obsah N, ktorý vytvára škodlivé zlúčeniny NO<sub>x</sub>. Nízky obsah S a Cl znižuje náchylnosť spaľovacích zariadení ku korózii.

Emisie pevných látok v spalinách ozdobjnice tvoria 240 mg/m<sup>3</sup> (10 % O<sub>2</sub>), pričom obsah pevných látok v slame je viac ako dvojnásobný 550 mg/m<sup>3</sup> (10 % O<sub>2</sub>). Spaľovanie ozdobjnice je priaznivejšie a čistejšie ako spaľovanie obilnej slamy.[10]

Popol ozdobjnice je možné využiť na hnojenie poľa. Je dobrým zdrojom draslíka a fosforu. Obsahuje 2 až 3 krát viac živín a 3 až 10 krát menej ťažkých kovov ako popol z drevnej štiepky.[10]

## 5. SPRACOVANIE A ENERGETICKÉ VYUŽITIE OZDOBNICE ČÍNSKEJ

Rovnako ako iné energetické plodiny, ozdobnica musí prejsť procesmi sadenia, pestovania, mechanickej úpravy a dodávky k cieľovému zariadeniu, ktoré využije jej energetický potenciál.

V roku 2011 sme založili projekt na výsadbu ozdobnice čínskej na ploche o rozlohe 5 ha v katastri Čiliská Radvaň v okrese Dunajská Streda. Táto plocha vyhovovala požiadavkám na pestovanie ozdobnice, viac v kapitole 5.1. Pri výbere dodávateľa sme sa zamerali na kvalitu podzemkov a garanciu ich uchytenia. V dôsledku dobrej kvality podzemkov a priaznivej cene sme sa rozhodli pre spoločnosť SWHG s.r.o.. Sadenie prebehlo koncom apríla v roku 2012. Osobné skúsenosti so sadením sú v kapitole 5.1. Nakoľko je projekt v začiatočnom štádiu je mechanická úprava a dodávka k cieľovému zariadeniu v štádiu rozpracovania.

### 5.1 Spracovanie pôdy a sadenie ozdobnice čínskej

Na pestovanie ozdobnice čínskej je najvhodnejšia pôda ľahšej štruktúry, v oblastiach s vyššou priemernou teplotou a väčším množstvom zrážok. Priaznivé sú humózne pieskovité pôdy s vysokou hladinou podzemnej vody. Hĺbka podzemnej vody by nemala byť väčšia ako 60 cm. Pri väčšej hĺbke podzemnej vody alebo nižšom množstve zrážok je potrebné zavlažovanie. Transpiračný koeficient ozdobnice čínskej je 250 l/kg sušiny. Tento koeficient určuje množstvo vody v litroch, ktoré je potrebné na rast jedného kg sušiny za vegetačné obdobie. PH pôdy by malo byť medzi 5,5 až 6,5. V kyslejších pôdach, ktoré majú pH nad 7,0 sa ozdobnici čínskej darí horšie a znižuje sa jej výnosnosť.[7]

Pôdu je nutné pred následnou výsadbou ozdobnice najprv upraviť. Pri veľmi zamorenej pôde burinou je nevyhnutné použiť herbicídnu úpravu. Najpoužívanejším herbicídom je Roundup. Po herbicídnej úprave sa uskutoční hlboká orba. Následne po orbe sa daná plocha smykuje a bráni. Týmito procesmi sa drobí a kyprí vrchná časť pôdy a tiež vyrovnáva povrch.

Sadiť je možné v dobe, keď teplota pôdy neklesá pod 10 °C, čo je od polovice mája do polovice júla. Podzemky sa sadia do 10 cm hĺbky, v počte jeden podzemok na 1 m<sup>2</sup>, čo predstavuje 10 000 ks/ha. Pred sadením musia byť podzemky navlhčené. Na sadenie sa dajú využiť modifikované sadzače na cibuľu alebo stroje na výsadbu lesných stromčekov, ale pri využívaní týchto strojov sa môžu vyskytnúť rôzne problémy.[13]

Pri sadení sme chceli využiť upravený sadzač na zeleninu, ktorý je na obrázku 5.1. Podzemky mali rôznu veľkosť, obsahovali viacero korienkov a boli znečistené od pôdy, preto sa v podávači sadzača zasekávali. Preto sme daný podávač museli odmontovať a podzemky ručne vkladať medzi pluhy ktoré orali pôdu. Interval nám zobrazovala značka na kolese, ktoré spravilo jednu otáčku za meter. Sadenie bolo málo efektívne a dosť náročné. Jeden podzemok sa dal zasadiť v priemere za 2,5 sekúnd. Čo pri dvojriadkovom nepretržitom sadení znamenalo približne 3,5 hod/ha. Je výhodnejšie využiť sadzače výhradne na sadenie podzemkov ozdobnice čínskej. Takýto prístroj je možné si zhotoviť po konzultácii s osobami, ktoré majú skúsenosti so sadením ozdobnice čínskej.

Po sadení je vhodné danú plochu zavalcovať. Prvý rok po sadení je možné mechanické ničenie burín pomocou prútových brán alebo aplikovanie vhodných

herbicídov. Skúsenosti pestovateľov ukázali, že nasledujúce roky ničenie buriny nie je nevyhnutné, nakoľko opadávajúca listová hmota vytvára vrstvu mulču, ktorá bráni rastu burín.



Obr. 5.1 Sadzač

## 5.2 Zber ozdobjnice čínskej

Prvý rok po sadení sa ozdobjnica nezbera, prebieha mulčovanie, pričom zmulčovaná hmota ostáva na ploche a vytvára ochranu voči vymúčeniu podzemkov. Zber ozdobjnice prebieha po zime v mesiacoch február a marec. K zberu musí dôjsť skôr ako vyrastú nové výhonky aby nedošlo k ich porušeniu. Počas zimy sušina stráca vlhkosť, a tým pádom nie je potrebné biomasu dosušovať, no treba počítať so stratami celkovej biomasy až o 30-40 %, z dôvodu opadávanie listov.[13]

Na zber ozdobjnice je možné využiť pojazdnú samohodnú rezačku, ktorá sa používa na zber kukurice. Taktiež je možné použiť stiepkovače, ktoré sa používajú na zber rýchlorastúcich drevín. Po zbere týmito strojmi vzniká narezaná slama.[11]

### 5.3 Produkcia ozdobnice čínskej

Ozdobnica sa v prvom roku nezbera, v druhom roku produkcia biomasy tvorí do 10 t/ha sušiny, v treťom a v ďalších rokoch je produkcia biomasy 15 až 20 t/ha sušiny. Pri priaznivých podmienkach môže produkcia dosiahnuť až 30 a viac t/ha sušiny. Počas prvých troch, štyroch rokov produkcia stúpa. Potom sa produkcia ustáli.[11]

Veľký vplyv na produkciu má výživa dusíkom. Týmto vplyvom sa zaoberal Ústav Agroekológie v Michalovciach. V rokoch 2003 až 2007 vytvoril experiment na produkciu. Experiment bol realizovaný vo Vysokom nad Uhom. Výsledok experimentu je zobrazený v tabuľke 5.1.

Rok	Variant výživy			Priemer za varianty výživy
	V1	V2	V3	
2003	7,93	8,65	6,60	7,73
2004	37,65	41,03	32,88	37,18
2005	40,70	40,83	34,00	38,51
2006	34,63	45,90	27,60	36,04
2007	33,43	43,78	26,08	34,43
Priemer za roky 2004-2007	36,60	42,88	30,14	36,54

**Tab. 5.1** Vplyv výživy na produkciu ozdobnice [9]

V roku 2003 prebehla výsadba ozdobnice. V1 je varianta s výživou 40 kg N na ha. V2 je varianta s výživou 60 kg N na ha. V3 je kontrolná varianta bez výživy dusíkom. Z výsledku experimentu je jasné, že výživa dusíkom má pozitívny vplyv na produkciu. Pri výžive 60 kg N na ha bol nárast produkcie o 40 % väčší ako na ploche bez výživy.[12]

### 5.4 Spracovanie ozdobnice čínskej

Objemová hmotnosť zozbieranej slamy ozdobnice čínskej je 80 kg/m<sup>3</sup>. Pre zjednodušenie prepravy a skladovanie je potrebné ďalšie spracovanie ako *peletovanie* alebo *briketovanie*. Kapitola sa zaoberá opisom technológií a možnosťou využitia špecifických produktov pre daný proces.[11]

### 5.4.1 Peletovanie

Peletovanie je progresívna technológia, pri ktorej dochádza k zhutňovaniu podrvenej hmoty pretláčaním cez lisovaciu matricu. Počas lisovania vzniká v rovnakom čase viacero výliskov (peliet). Hneď po lisovaní sú pelety horúce a plastické. Po vychladnutí nadobudnú tvrdosť a mechanickú odolnosť.

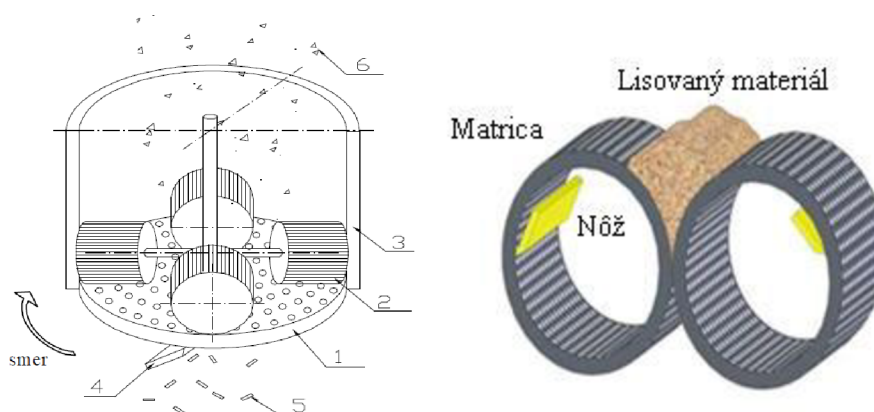
Pelety sú valcovitého tvaru s priemerom 6 až 10 mm, v niektorých prípadoch až 25 mm. Ich dĺžka je od 10 do 50 mm. Pelety z ozdobnice čínskej v porovnaní s peletami z repkovej slamy a drevné pelety sú zobrazené na obrázku 5.4.



**Obr. 5.4** Pelety z ozdobnice čínskej, z repkovej slamy a drevné pelety

Ich merná hustota je približne  $650 \text{ kg/m}^3$ . V dôsledku vyššej mernej hustoty peliet zo zozbieranej slamy je možné ich skladovať v menších priestoroch a ich preprava je menej náročná.

Výroba peliet prebieha v špeciálnych lisoch. Existuje viacero druhov lisov, ktoré sa konštrukčne líšia. Najčastejším rozdielom je tvar matrice, ktorá je buď valcová alebo plochá. Lisovanie v týchto strojoch prebieha pomocou lisovacích nástrojov, ktoré sú kladky valcové, kužeľové alebo závitovka. Na obrázku 5.5 sú zobrazené základné druhy peletovacích strojov.[11]



*Schéma vertikálneho peletovacieho stroja s valcovými kladkami a plochou matricou*

*EcoTre System*

**Obr. 5.5** Schémy peletovacích lisov [11]

Spoločnosť Haimer vyvinula špeciálny stroj Biotruck 2 000 na zber ozdobnice. Tento stroj dokáže ozdobnicu pokosiť, nasekať a speletovať pri jednej operácii priamo na poli. Výsledný produkt sú pelety s dĺžkou 30 až 100 mm a objemovej hustote  $850\text{-}1000 \text{ kg/m}^3$ . Stroj dokáže vyprodukovať 3 až 8 t za hodinu peliet.[11]

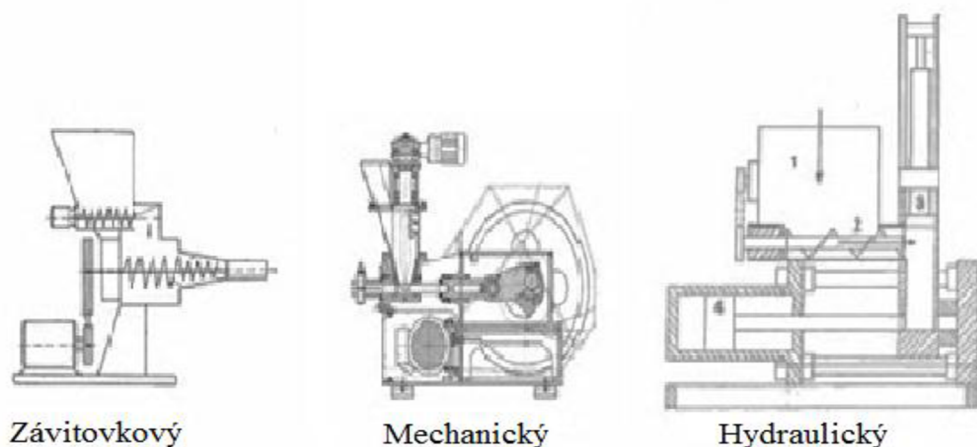


„Pelety sú v porovnaní s briketami malé a majú niektoré vlastnosti voľne sypaných materiálov. Prakticky jedinou a najväčšou výhodou pelety je, že ju môžeme bezproblémovo dopravovať pneumaticky a v závitkových dopravníkoch relatívne malých priemerov. Tým sú predurčené pre dopravu pri automatizovanom riadení procesu spaľovania v relatívne malých domácich kotloch.“[18]

## 5.4.2 Briketovanie

Najznámejšou a najrozšírenejšou technológiou zhutňovania je briketovanie. Pri tejto technológii sa využívajú mechanické a chemické vlastnosti materiálu. Pôsobením vysokého tlaku 80-150 MPa a teploty 120 °C sa daný materiál zhutňuje do výliskov (brikiet), bez použitia spojiva. Brikety rozdeľujeme podľa tvaru a veľkosti. V závislosti na použitej technológii výroby ich rozdeľujeme do troch skupín a to valcové, kvádrové a n-uholníkové. Brikety môžu byť s dierou alebo bez diery. S dierou sú väčšinou brikety väčších rozmerov. Výhoda brikiet je ich možnosť spaľovania bez úprav vo všetkých otvorených systémoch spaľovania a ich merná objemová hmotnosť až 1200 kg/m<sup>3</sup>. [18]

Podľa konštrukcie briketovacích strojov ich rozdeľujeme do troch základných skupín *závitkový*, *mechanický* a *hydraulický* lis. Ich základná konštrukcia je zobrazená na obrázku 5.6.



**Obr. 5.6** Základné konštrukcie briketovacích lisov [11]

### **Závitkový lis**

Závitkový briketovací lis vytvára najčastejšie n-uholníkovú alebo valcovú nekonečnú briketu. Ich kvalita je veľmi vysoká nakoľko ich výroba prebieha rovnomerne. Povrch je špecifický tmavou karbonizovanou vrstvou. Tieto brikety sú odolné voči vlhkosti a veľmi trvanlivé. Briketovanie pomocou tohoto stroja je tiché a pokojné, ale vplyvom vysokého trenia nástroja a spracovávaného materiálu dochádza k rýchlemu opotrebeniu závitovky a ložísk. Častejšia výmena závitovky a náklady na údržbu zvyšujú cenu prevádzky závitkového stroja. [11]

### **Mechanický lis**

Pri tomto type stroja nástroj vykonáva priamočiary vratný pohyb. Brikety majú najčastejšie valcový rozmer s priemerom 50-55 mm. Ich kvalita je dobrá. [11]

## **Hydraulický lis**

Tento typ stroja vytvára najčastejšie valcovú alebo kvádrovú briketu. Nedostatkom hydraulických lisov je nedostatočná hustota vyrobených brikiet, čo má za následok ich rozpadanie sa pri manipulácii. Takto vyrobené brikety ľahko pohlcujú vlhkosť a pri spaľovaní sa rozpadajú, tým pádom majú kratšiu dobu horenia. Hydraulický lis je tichý a má jednoduchú konštrukciu, ale vysoké tlaky výrazne znižujú životnosť hydrauliky. [11]

## **5.4 Využitie ozdobnice čínskej**

Najčastejšie využitie ozdobnice na energetické účely je na výrobu tepla priamym spaľovaním alebo splyňovaním. Najčastejšie sa spaľuje štiepka, pelety alebo brikety. Štiepku a pelety ozdobnice je možné spaľovať pomocou peletových kotlov určených na spaľovanie peliet zo slamy (agropeliet). Výrobcom kotlov pre domácnosti, ktoré dokážu spaľovať iné pelety ako drevné je málo. Rozdielom týchto kotlov je konštrukcia horáka. Jedným z použiteľných kotlov je napríklad BENEKOV R 15 od firmy BENEKOVterm s.r.o., ktorý je na obrázku 5.7.



**Obr. 5.7** Kotol na pelety[19]

Spaľovanie v týchto kotloch nie je veľmi náročné, pretože sú plne automatické. Vďaka dostatočne veľkému zásobníku a odvodu popola nie je nutná každodenná obsluha.

Využitie brikiet z ozdobnice je možné v splyňovacích kotloch, v kuchynských šporákoch, v kachliach a v krboch. Splyňovacie kotly sú charakteristické vysokou účinnosťou a sú úspornejšie na spotrebu paliva. Dlhá doba horenia je u brikiet výhodou, lebo vďaka tomu ich stačí prikladať len 1-2 krát denne. [18]

Významným využitím ozdobnice je možnosť primiešania do uhlia, s ktorým sa môže spaľovať v elektrárňach. Týmto sa nahrádza časť uhlia a tým sa znižujú emisie CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> a SO<sub>x</sub>, nakoľko ozdobnica obsahuje menšie množstvo dusíka a síry ako uhlie. Môže však nastať problém s nižšou účinnosťou zariadenia, ktoré nie je optimalizované na spaľovanie biomasy.

Pomocou fermentácie je možné z ozdobnice vyrobiť bioetanol, ktorý môže slúžiť ako čiastočná náhrada benzínu. Na výrobu 5 800 litrov postačí jeden hektár ozdobnice.[15]

Ďalším možným využitím ozdobnice je výroba buničiny. Jej obsah celulózy je 40 %, preto je ozdobnica potenciálna náhrada bežne používaných drevín na výrobu buničiny. [18]

## 5.5 Ekonomické parametre

Vzhľadom na začínajúci projekt (viď úvod ku kap. 5) a nedostatok informácií od ostatných pestovateľov je celková ekonomická stránka projektu odhadová na základe získaných informácií z osobných konzultácií a dostupnej literatúry. V tabuľke 5.2 sú zobrazené náklady na pestovanie ozdobnice v priebehu prvých dvoch rokov.

1. rok	Eur/ha
Hlboká orba	50
Smykovanie a bránenie	12
Nákup sadeníc	2200
Prenájom sadzača	20
Pracovná sila na sadenie	56
Valcovanie	8
Mulčovanie	25
Náklady za 1. rok	2371
2. rok	
Náklady na hnojenie (90 kg NPK+ 60 kg Močovina)	60
Zber	63
Náklady za 2. rok	123

**Tab. 5.2** Náklady na pestovanie [20]

Po druhom roku sa náklady na pestovanie nemenia. Celkové náklady na pestovanie ozdobnice za štyri roky sú 2740 eur/ha.

V prvom roku sa neočakáva žiadny zisk, nakoľko sa úroda nezberá. V druhom roku je predpokladaná produkcia 15 t/ha sušiny. V treťom roku je predpokladaná produkcia 25 t/ha sušiny. V nasledujúcich rokoch sa teoretický zisk nemení, pretože produkcia ozdobnice sa ustáli. Predpokladaná životnosť celého poľa je 15 rokov. Cena porovnateľných agropeliet je 120-150 eur/t.[21] Náklady na spracovanie a výrobu peliet sú 70 eur/t. Pri predpokladanej najnižšej predajnej cene 120 eur/t a nákladoch na výrobu 70 eur/t je možný zisk 50 eur/t. Pri zisku 50 eur/t je teoretický zisk po štyroch rokoch 3 250 eur/ha.

Nevýhodou pestovania ozdobnice je vysoká cena sadeníc, ktorá tvorí výhradnú časť celkových nákladov. Predpokladaný návrat celkovej investície je do 4 rokov.

Ústav Agroekológie v Michalovciach pri hodnotení návratnosti investície na založenie porastu ozdobnice udáva podobné výsledky a to návratnosť investície za 4 roky.[12]



## 6. ZÁVER

Ozdobnica čínska je nový produkt na trhu energetických plodín. Skúsenosti zo zahraničia naznačujú jej značný potenciál. Ako rastlina typu C<sub>4</sub> dokáže lepšie využívať živiny a vodu ako ostatné plodiny. Splňuje všetky požiadavky na energetické plodiny. Nevýhodou ozdobnice čínskej je náchylnosť na vymíranie v prvom roku po sadení.

Význam pri zhodnocovaní energetických plodín je energetická bilancia, ktorá porovnáva vstupné energetické náklady a výstupnú energiu. Výskumy dokazujú, že energetický vklad ozdobnice na spracovanie je 10,94 GJ/ha. rok. Teoretická dosiahnuteľná produkcia energie je 232,50 GJ/ha.rok, čo znamená že možný zisk energie je 221,56 GJ/ha.rok. Taktiež vďaka týmto energetickým výsledkom je pestovanie ozdobnice perspektívne.[13] Ozdobnica čínska sa javí ako vhodná plodina na pestovanie pre energetické účely v klimatických pásmach Slovenskej Republiky.

Veľmi zaujímavo vyzerá ekonomika pestovania, ktorá ukazuje návratnosť investície do 4 rokov. Ekonomickú a finančnú stránku pestovania je potrebné ešte overiť, čo dáva priestor ďalšiemu výskumu tejto perspektívnej energetickej plodiny.

Vzhľadom na vyššie uvedené body môžeme konštatovať, že práca splnila všetky ciele vytýčené v jej zadani.

## 7. POUŽITÁ LITERATÚRA

- [1] MP SR. 2008. *Akčný plán využívania biomasy na roky 2008-2013*. [online]. 2012-04-02, Dostupné z: <[www.land.gov.sk/sk/index.php?navID=2&navID2=2&sID=26&sID2=27&id=1214](http://www.land.gov.sk/sk/index.php?navID=2&navID2=2&sID=26&sID2=27&id=1214)> [cit. 2009-12-06], 21 s.
- [2] *Biomasa*, [online]. 2012-05-16, Dostupné z: <[www.inforse.dk/europe/fae/OEZ/biomasa/biomasa.html](http://www.inforse.dk/europe/fae/OEZ/biomasa/biomasa.html)>
- [3] MODRÁNSZKY, P.: *Fotosyntéza*, [online]. 2012-05-10, Dostupné z: <[www.ta3k.sk/bio/index.php?option=com\\_content&view=article&id=100:fotosynteza&catid=52:fyziologia-rastlin&Itemid=69](http://www.ta3k.sk/bio/index.php?option=com_content&view=article&id=100:fotosynteza&catid=52:fyziologia-rastlin&Itemid=69)>
- [4] *Temná fáza fotosyntézy*, [online]. 2012-05-02, Dostupné z: <[www.fotosynteza.host.sk/temna\\_faza.html](http://www.fotosynteza.host.sk/temna_faza.html)>
- [5] ODCHODEK T., KOLONIČNÝ J., JANÁSEK P.: *Potenciál biomasy, druhy, bilance a vlastnosti palív z biomasy*, 2007, VŠB - Technická univerzita Ostrava, Dostupné z: <<http://www.biomasa-info.cz/cs/doc/prirucka1.pdf>>
- [6] BERANOVSKÝ, J., KAŠPAROVÁ, M., MACHOLDA, F., SRDEČNÝ, K., a TRUXA, J. *Energie Biomasy*. 2007. [online]. 2012-04-11, Dostupné z: <[www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-biomasy](http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-biomasy)>
- [7] PROCHÁZKA S., MACHÁČKOVÁ I., KREKULE J., ŠEBÁNEK J.: *Fyziologie rostlin*, Academia Praha, 1998, ISBN 80-200-0586-2
- [8] Obr. 2.1 *Kotlové zariadenie KOHLBACH TYP K 8*. Dostupné z: <[www.stavimex.sk/view.php?nazovclanku=system-kohlbach-k8-kotol-na-spa%BEovanie-stiepy-drevneho-odpadu&cisloclanku=2008070009](http://www.stavimex.sk/view.php?nazovclanku=system-kohlbach-k8-kotol-na-spa%BEovanie-stiepy-drevneho-odpadu&cisloclanku=2008070009)>
- [9] Obr. 2.2 *Kotly na drevo - ATTACK DP*, Dostupné z: <[www.antar.sk/Stavajte/priloha26/clanok54.htm](http://www.antar.sk/Stavajte/priloha26/clanok54.htm)>
- [10] SPRAVBYT, 2012, *Ceny Tepla na Rok 2012*, [online]. 2012-05-11, z: <[www.spravbyt.sk/obsah/teplo\\_ceny.html](http://www.spravbyt.sk/obsah/teplo_ceny.html)>
- [11] JANDAČKA, J., NOSEK, R., KADUCHOVÁ, K., KOLKOVÁ, Z. 2011. *Využitie Rastlinnej Biomasy v Energetike*. [online]. 2012-04-26, Dostupné z: <[www.biomasa-info.sk/docs/Vyuzitie\\_rastlinnej\\_biomasy\\_v\\_energetike.pdf](http://www.biomasa-info.sk/docs/Vyuzitie_rastlinnej_biomasy_v_energetike.pdf)>
- [12] Slovenské Centrum Poľnohospodárskeho Výskumu, 2008 December, *Pestovanie ozdobnice čínskej (Miscanthus sinensis Anderss.) na energetické účely*, (Metodická príručka), Ústav Agroekológie: Michalovce, Dostupné z: <[www.cvrv.sk/fileadmin/CVRV/novinky/Ozdobnica\\_cinska\\_-\\_metodika.pdf](http://www.cvrv.sk/fileadmin/CVRV/novinky/Ozdobnica_cinska_-_metodika.pdf)>

- [13] STRAŠIL, Z., *Základy Pěstování a Možnosti Využití Ozdobnice*, Výzkumný Ústav Rostlinné Výroby, Praha, 2009
- [14] HOLUB, P.: *Miscanthus - energetická rostlina budoucnosti?*. Biom.cz [online]. 2007-04-18 [cit. 2012-04-16]. Dostupné z: <[biom.cz/cz/odborne-clanky/miscanthus-energeticka-rostlina-budoucnosti](http://biom.cz/cz/odborne-clanky/miscanthus-energeticka-rostlina-budoucnosti)>. ISSN: 1801-2655.
- [15] Energetické Plodiny, 2012, [online]. 2012-05-16, Dostupné z: <[www.energetickeplodiny.cz](http://www.energetickeplodiny.cz)>
- [16] SES Inspekt s.r.o., *Stanovenie tavitelnosti popola*, [online]. 2012-05-20, Dostupné z: <[www.stiepkovanie.sk/doc/stan\\_tavit\\_sitov.pdf](http://www.stiepkovanie.sk/doc/stan_tavit_sitov.pdf)>
- [17] PEPICH, Š., *Teploty tavitelnosti popola slamy*, [online]. 2012-05-20, Dostupné z: <[www.abe.sk/casopis/clanky/Teploty\\_tavitelnosti.pdf](http://www.abe.sk/casopis/clanky/Teploty_tavitelnosti.pdf)>
- [18] Agrobiomasa, 2010, [online]. 2012-04-22, Dostupné z: <[www.agrobiomasa.sk](http://www.agrobiomasa.sk)>
- [19] Obr. 5.7: kotol značky BENEKOV R15 od firmy BENEKOVtherm., Dostupné z: <[www.benekov.cz/cs/produkty/benekov-r-15](http://www.benekov.cz/cs/produkty/benekov-r-15)>
- [20] AGRO-KUSTRA, spol. s r.o., SKALICA, Dostupné z: <[www.akustra.sk/files/cennik-ak.xls](http://www.akustra.sk/files/cennik-ak.xls)>
- [21] *Výroba peliet*, [online]. 2012-05-19, Dostupné z: <[www.greenprojekt.sk/vyrobapeliet.html](http://www.greenprojekt.sk/vyrobapeliet.html)>