

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: **B4131 Zemědělství**

Studijní obor: **Agropodnikání**

Katedra: **Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií**

Vedoucí katedry: **prof. Ing. Jan Moudrý, CSc.**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE:

**Environmentální aspekty
pěstování energetických plodin**

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Jan Moudrý, CSc.**

Autor bakalářské práce: **Kelblerová Veronika**

České Budějovice 2014

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta zemědělská
Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Veronika KELBLEROVÁ
Osobní číslo: Z10465
Studijní program: B4131 Zemědělství
Studijní obor: Agropodnikání
Název tématu: Environmentální aspekty pěstování energetických plodin
Zadávací katedra: Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií

Zásady pro vypracování:

1. Vypracování úvodního shrnutí a literární rešerše na téma pěstování energetických plodin a jeho environmentální dopady.
2. Výběr sledovaných energetických plodin.
3. Stanovení hlavních environmentálních dopadů pěstování vybraných energetických plodin.
4. Zhodnocení výsledků a vytvoření přehledu hlavních environmentálních dopadů u výběrového souboru energetických plodin.
5. Vytvoření seznamu literatury v abecedním pořadí dle ČSN.

Rozsah grafických prací: tabulky, grafy, fotografická příloha

Rozsah pracovní zprávy: 40 stran textu vč. tabulek

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

Součková, H., Moudrý, J.: Využití fytohmoty pro energetické účely. JU ZF, České Budějovice, VÚZE, 2005, 123 s.

Pastorek, Z., Kára, J., Jevíč, P.: Biomasa - obnovitelný zdroj energie. FCC Public, 2004, 286 s.

Petrříková, V. a kol.: Energetické plodiny. Profpress Praha, 2006, 127 s.

Havlíčková, K. a kol. (2007): Zhodnocení ekonomických aspektů pěstování a využití energetických rostlin. Vědecký ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví Práhonice a JU ZF v ČB, 92.

Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan, st. Moudrý, CSc.

Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií

Konzultant bakalářské práce: Ing. Jan Moudrý, Ph.D.

Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií

Datum zadání bakalářské práce: 8. dubna 2014

Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2014

U. Z.
prof. Ing. Miroslav Bach, CSc., dr. h. c.
děkan

JHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta
zemědělská
Katedra aplikovaných
rostlinných biotechnologií
370 02 České Budějovice

prof. Ing. Jan, st. Moudrý, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 8. dubna 2014

Prohlášení o autorství:

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené Zemědělskou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 10. 4. 2014

.....

Kelblerová Veronika

Poděkování:

Chtěla bych na tomto místě poděkovat především vedoucímu mé bakalářské práce panu prof. Ing. Janu Moudrému, CSc., a to za ochotu, trpělivost a cenné rady při psaní této práce. Také bych chtěla poděkovat mé rodině a přátelům za podporu během studia.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá přehledem rostlin vhodných v podmínkách České republiky pro energetické využití. Z jednoletých druhů jsou to především pšenice či triticales a z víceletých či vytrvalých druhů např. ozdobnice čínská. Stěžejním tématem práce je seznámení s faktory ovlivňujícími životní prostředí při pěstování těchto rostlin. Je hodnocen vliv na půdu, vodu, ovzduší a biodiverzitu.

Klíčová slova: Fytomasa, energetické využití, energetické rostliny, environmentální aspekty

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with an overview of suitable plants in the Czech Republic for energy use. The annual species are mainly primarily wheat or triticale and perennial or species such as Miscanthus. The main topic of this work is to introduce the factors influencing the environment in the cultivation of these plants. It evaluated the effect on soil, water, air and biodiversity.

Keywords: phytomass, energy use, energy plants, environmental aspects

Obsah

1. Úvod.....	9
2. Literární přehled	11
2.1 Obnovitelné zdroje energie (OZE)	11
2.2 Biomasa	14
2.3 Způsoby získávání energie z biomasy.....	16
2.3.1 Spalování.....	16
2.3.2 Anaerobní fermentace (metanové kvašení).....	18
2.4 Energetické rostliny.....	20
2.4.1 Obilniny	22
2.4.1.1 Pšenice obecná (<i>Triticum aestivum L.</i>).....	23
2.4.1.2 Triticale (<i>Triticosecale</i>).....	24
2.4.1.3 Čirok.....	25
2.4.1.4 Kukuřice (<i>Zea mays L.</i>)	27
2.4.2 Řepka olejka (<i>Brassica napus</i>).....	30
2.4.3 Energetické trávy:	31
2.4.3.1 Ozdobnice čínská (<i>Miscanthus giganteus</i>).....	34
2.4.3.2 Ovsík vyvýšený (<i>Arrhenatherum elatius</i>).....	36
2.4.4 Krmný šťovík (<i>Rumex tianshanicus</i>)	38
2.4.5 Energetické dřeviny	40
2.4.5.1 Topoly	41
2.4.5.2 Vrby.....	42
2.5 Náklady na pěstování energetických plodin.....	44
2.6 Energetické rostliny a jejich vliv na životní prostředí.....	46
2.6.1 Využívání energie a změna klimatu	46
2.6.2 Energetické rostliny a půda.....	47
2.6.3 Vliv na vodu a mikroklima	49
2.6.4 Energetické plodiny a jejich vliv biodiverzitu	50
3. Závěr	52
4. Použitá literatura	54

1. Úvod

Obnovitelné zdroje energie jsou, na rozdíl od zdrojů fosilních či jaderných, takové zdroje využitelných forem energie, které jsou buď nevyčerpatelné, nebo se v krátkém časovém horizontu vlivem přírodních procesů obnovují. Český zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů dává tuto vyčerpávající definici: „Obnovitelnými zdroji se rozumí obnovitelné nefosilní přírodní zdroje energie, jimiž jsou větrná energie, sluneční energie, geotermální energie, energie vody, energie půdy, energie vzduchu a energie biomasy.“

Původ obnovitelných zdrojů je trojí formy využití a to buď ze slunečního záření, gravitační síly či geotermální energie Země. Je třeba poznamenat, že na naší planetě se jiné zásoby energie nenachází. Často používaný termín „obnovitelný zdroj energie“ vede spíše k nejasnostem z důvodu dvojího chápání pojmu „zdroj energie“. Chápeme-li zdroj energie jako určitou kvantitativní zásobu, pak ve své původní podobě nemůže být znovu obnoven. PASTOREK A KOL. (2004) tvrdí, že dochází k neustále se zvyšující potřebě energie vzhledem k růstu počtu obyvatel na Zemi. Počet obyvatel se od 17. století zvýšil až 12krát více a podle údajů WEC (World Energy Council) se za rok zvyšuje až o 80 mil. Růst počtu obyvatel a technický pokrok jsou, jak uvádí LIBRA, POULEK (2007), globálními problémy lidstva a kladou nám tak otázku, zda bude možné dále trvale udržitelný rozvoj rozvíjet. Obnovitelné zdroje energie člověk využívá už od pravěku a doufáme, že i nadále bude moci využívat. Jedná se o zdroje, které jsou nevyčerpatelné, a rozumíme tím tedy, že se jedná o přírodní energetické zdroje, které mají schopnost úplné nebo alespoň částečné obnovy. Energie z obnovitelných zdrojů je prozatím dražší, ale šetří nám životní prostředí (HAVLÍČKOVÁ A KOL., 2008). Pokud má být zachována naděje pro trvale udržitelný rozvoj, pak je nutností pozvolně přecházet na alternativní paliva a všemi dostupnými prostředky usilovat o úspory energie, např. používat veřejnou dopravu místo dopravy individuální, zateplování domů apod.

V našich podmínkách má mezi obnovitelnými zdroji energie významnou roli biomasa, a to jak odpadní, tak cíleně pěstovaná. Stále častěji je kladen důraz na tzv. netradiční rostliny (miscanthus, konopí, ale např. i krmný šťovík).

Cílem této bakalářské práce je zhodnotit využitelnost rostlin záměrně pěstovaných pro energetické účely v České republice a objasnit environmentální dopady jejich pěstování. Podle literárních údajů tak posoudit vhodnost pěstování za účelem energetického využití na základě vybraných produkčních schopností a energetických parametrů.

2. Literární přehled

2.1 Obnovitelné zdroje energie (OZE)

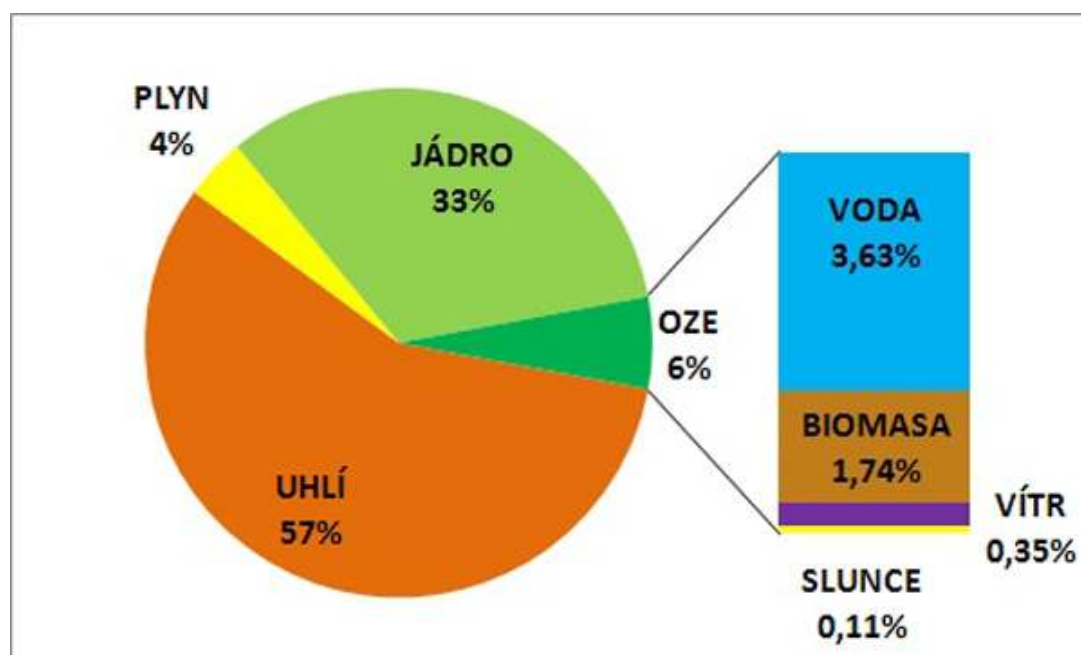
Definice obnovitelného zdroje podle českého zákona o životním prostředí je: „Obnovitelné přírodní zdroje mají schopnost se při postupném spotřebování částečně nebo úplně obnovovat a to samy nebo za přispění člověka“ (www.mvcr.cz).

Výhody OZE:

- domácí zdroje (odstraňují závislost na dovozu)
- podporují regionální zaměstnanost
- jsou bezpečné
- nepoškozují životní prostředí
- nepoškozují zdraví
- mají nulové či nejnižší externality
- chrání klima
- hi-tech

V zemích EU je nejvyšší produkce OZE zaznamenána např. ve Francii, Německu, Švédsku, ale i Rakousku (MAŘÍK, 2011).

Graf č. 1: Podíly jednotlivých zdrojů energie v České republice



Zdroj: ERU, 2010

Podíl energie z obnovitelných zdrojů na celkové spotřebě v Evropské unii v roce 2010 činil 12,4 procenta. Vůbec nejvýznamnějšími jsou alternativní zdroje ve Švédsku, kde tvořily zhruba 48 procent spotřeby. Na druhém místě je Lotyšsko (32,6 procenta), na třetím Finsko (32,2 procenta). Na opačném pólu figurují Malta (0,4 procenta), Lucembursko (2,8 procenta) a Británie (3,2 procenta). Česko je podle Eurostatu s 9,2 procentním podílem pod průměrem EU. V České republice představuje podíl současného využití obnovitelných zdrojů energie pouze 2,1% celkové potřeby energie. V současné době se začíná celosvětově hledat náhrada za využití fosilních paliv, u nichž se zásoby v posledních letech rapidně snižují. Nezbyvá tedy než najít způsob jak efektivně využívat spotřebovanou energii a zapojit tak do tohoto procesu zdroje, které jsou pro nás obnovitelné (FRYDRYCH A KOL., 2002).

Usnesením vlády ČR č. 1140/2001 Sb., byl schválen Státní program na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů pro rok 2002. Souběžně je však naplňován Národní program hospodárného nakládání s energií a využívání jak obnovitelných, tak druhotných zdrojů, který je vyhlašován na čtyřleté období.

Cílem tohoto programu je dosažení podílu obnovitelných zdrojů energie ve výši 2,9%, dále pak snížení růstu ekonomiky na dovážených energetických zdrojích a omezení její zranitelnosti s hlediska růstu cen paliv.

Evropa má omezenou plochu půdy, zaznamenává se, že spotřeba biopaliv má především radikální vliv na růst cen potravin. Důležitým směrem v této oblasti je vývoj paliv tzv. „druhé generace“, která se pomocí technologických postupů a vylepšení zabývá výrobou ze stonků a dřevnatých částí rostlin. Nyní se převážná většina vyrábí z živočišných zbytků, rostlinných škrobů a cukrů, ale tato výroba je spíše zatím jen ve zkušebním provozu a v různých fázích vývoje. Efektivnější tedy je stále přímá transformace přeměny biomasy na energii spalováním (VÁŇA, UŠŤAK, 2006). Evropská legislativa předepisuje povinnost přidávat od roku 2010 do motorových paliv biopaliva o hodnotě 5,75% a od roku 2020 je to už 10%. Dalším krokem bude zavedení biopaliv 2. generace po roce 2013, což jsou biopaliva vyráběná z odpadní biomasy nebo energetických rostlin.

V současnosti je povinností přimíchávat do motorových paliv líh, dle zákona o ochraně ovzduší. U benzínu se přídavek pohybuje kolem 3,5 % a u nafty je povinností přidávat alespoň 4,5 % bioložky a to už od roku 2009 (PASTOREK A KOL., 2004). V **tab. 1** je dle statistik MPO uvedena celková energie z biopaliv v ČR v roce 2004.

Tab. č. 1: Celková energie biopaliv v ČR

Druh obnovitelného zdroje energie (OZE)	Energie v palivu na výrobu		Energie z OZE celkem (TJ)	Podíl na PEZ ² (%)	Podíl na energii z OZE (%)
	Tepla (TJ ¹)	Elektriny (TJ)			
Biomasa (mimo domácnosti)	18 440	4 155	22 595	1,17	40,42
Biomasa (domácnosti)	19 500	--	19 500	1,01	34,88
Biomasa celkem	37 940	4 155	42 095	2,18	75,3
Tuhé komunální odpady	2 452	53	2 505	0,13	4,48
Bioplyn	1 288	814	2 102	0,11	3,76
Kapalná biopaliva	--	--	1 313	0,07	2,35
Biopaliva celkem	41 680	5 022	48 015	2,49	85,89

UŠTAK (2006)

Poznámky: ¹, 1 TJ = 10¹² J; ², PEZ – primární energetické zdroje, v ČR přibližně 1 700 PJ za rok (1PJ = 10¹⁵ J)

2.2 Biomasa

Druhy biomasy jsou rozděleny dle způsobu získání, a to buď záměrně či jako vznik biomasy odpadem, ať už ze zemědělské výroby přes lesní činnost až po odpad z průmyslových podniků (PASTOREK, KÁRA, JEVIČ, - 2004). Biomasa se k energetickým účelům využívá hlavně díky svým chemickým a fyzikálním vlastnostem, kde důležitou roli má vlhkost. V praxi najdeme mnoho takových způsobů využívání, přičemž převládá spalování biomasy jako druh suché cesty a výroba bioplynu anaerobní fermentací vlhké biomasy jako druh cesty mokré. Z ostatních způsobů stojí za zmínku výroba metylesteru kyselin bioolejů získaných v surovém stavu ze semen olejnatých rostlin, převážně z řepky olejky (MURTINGER, BERANOVSKÝ, 2006). Produkce bylinné biomasy v ČR dosáhla v roce 2007 přes 1800ha, zatímco plochy s rychle rostoucími rostlinami zaujímají pouze zhruba 100 ha produkčních plantáží (www.biom.cz)

Zdroje biomasy pro výrobu pevných paliv:

- **Obilná sláma** - je velmi výhodný energetický zdroj, její produkce sušiny činí za rok 2,5-5 t/ha, přičemž sláma obsahuje 80% prchavé hořlaviny, která se uvolní a spálí v zóně spalování
- **Odpadní dřevní hmota** - jedná se o surovinu, kterou je velmi těžké využít jinak než právě na spalování, používá se rozdrčená na štěpky nebo ve formě briket či pelet
- **Cíleně pěstovaná biomasa** - pěstování energetických rostlin v poměru pěstování s energetickými dřevinami je mnohem snazší. U jejich pěstování je možné využít obdobné pracovní technologie a postupy jako u plodin zemědělských.

V roce 2002 je uváděna spotřeba energetického využití přes 1,8 mil. t sušiny biomasy, největší podíl na tom má spalování dřevního odpadu a využití dříví pro energetické účely (FRYDRYCH A KOL., 2005). Celková rozloha orné půdy u nás činí cca 4,3 mil. ha, což představuje zhruba 54% rozlohy celkového státu. K dosažení cíle by stačilo využít 250 tis. ha orné půdy právě k pěstování energetických rostlin.

Obr. č.1 : Potenciál biomasy k energetickému využití

Druh biomasy	Výhřevnost [MJ/kg(m ³)]	Současný stav (2006)		MPO		MŽP				AEBIOM	
		[tisíc tun]	[PJ]	Potenciál 2020		Potenciál 2020 - studie		Upravený potenciál 2020		Potenciál 2020	
				[tisíc tun]	[PJ]	[tisíc tun(m ³)]	[PJ]	[tisíc tun(m ³)]	[PJ]	[tisíc tun(m ³)]	[PJ]
Zbytková biomasa							41,5		28,4		33,5
Lesní biomasa	12	1 132	10,6	1 132	10,6	2 042	24,5	1 392	16,7	1 542	18,5
Bioplyn	22					773	17,0	530	11,7	682	15,0
Rostlinná biomasa						2 700	37,8	1 380	19,3	1 786	25,0
Sláma olejnin	14	84	1,2	100	1,4	1 200	16,8	630	8,8	714	10,0
Sláma obilnin	14					1 500	21,0	750	10,5	1 071	15,0
Celulózové výřehy	8	1 068	8,5	1 068	8,5	1 068	8,5	1 068	8,5	1 813	14,5
Zemědělská biomasa účelově pěstovaná							67,0		62,8		64,4
Energeticky využitelná	18	14	0,2	3 000	51,0	3 000	54,0	3 000	54,0	3 022	54,4
Bioplyn	22					560	13,0	400	8,8	455	10,0
Palivové dřevo	12	3 141	28,3	3 141	28,3	4 680	56,2	4 317	51,8	4 250	51,0
Celkem		5 439	48,8	8 441	99,8		211,0		170,8		188,4

zdroj: MŽP, dle Vlk, 2009

Fytomasou nazýváme veškerou organickou hmotu rostlinného původu, která byla získána na bázi fotosyntetické konverze sluneční energie. Je tedy logicky využívána k energetickým účelům, a to jak záměrně např. jako výsledek výrobní činnosti, tak i jako odpad z potravinářské, zemědělské či průmyslové výroby. Je důležité zmínit, že celý proces využití biomasy musí odpovídat platné právní i technické legislativě a to i lokálně platným opatřením (USŤAK, 2006).

Odhadovaná roční celosvětová produkce energeticky využitelné biomasy převyšuje až desetkrát svým energetickým potenciálem roční objem produkce ropy a zemního plynu (MOUDRÝ, STRAŠIL, 1996).

2.3 Způsoby získávání energie z biomasy

Způsobů máme několik, ale jako nejvhodnější se nám jeví způsob, který je určen hlavně fyzikálními a chemickými vlastnostmi použité biomasy. Jednou z nejvýznamnějších vlastností energetické biomasy je její vlhkost, což charakterizuje obsah sušiny v biomase. Je to rozhraní mezi mokřými a suchými procesy, které dosahuje cca 50% hmotnostního podílu. V praxi převládá spalování biomasy, a to jako forma suchých procesů a výroba plynu anaerobní fermentací vlhké biomasy, což je tedy způsob cesty mokré. V **Tab. 2.** dle SLADKÝ (1995) je uvedeno porovnání výhřevnosti vybraných paliv.

Tab. 2: Porovnání výhřevnosti některých paliv

Druh paliva	Výhřevnost (MJ.kg-1)
Motorová nafta	42,5
LTO	42,5
TTO	41,45
Uhlí černé (nejlepší světové kvality)	29,3
Uhlí hnědé (české)	10 – 16
Dřevo palivové při obsahu vody 20 %	14,23
Dřevo palivové při obsahu vody 50 %	8,1
Sláma obilovin (obsah vody 10 %)	15,5

(podle SLADKÝ, 1995)

2.3.1 Spalování

Spalování je nejjednodušší a nejrozšířenější metodou spalování biomasy (DAŇKOVÁ, 2002). Spalování jako celý proces probíhá při vysokých teplotách dosahujících až 660°C, kdy dojde k tomu, že se organický materiál rozloží na hořlavé plyny, destilační produkty a uhlí. Spalování slouží k výrobě tepla, páry nebo elektrické energie (MOUDRÝ, STRAŠIL, 1996). Přímé spalování probíhá v upravených topeništích, a to z toho důvodu, že biomasa se vyznačuje vysokou

těkavostí a spékavostí. Tohle je nejrozšířenější způsob spalování v České republice, což značí fakt, že v roce 2004 u nás bylo přes 50 tis. kotlů na spalování biomasy, jde tak o rostoucí zájem maloodběratelů.

Biomasa neobsahuje téměř žádnou síru, ve slámě najdeme asi jen 0, 1%, v seně je jí nejvíce, a to až 0, 5% a dřevo neobsahuje vůbec žádnou síru. Tvorbu oxidu dusičného můžeme kontrolovat udržováním optimální teploty plamene. Další plus je, že při spalování nevzniká více CO₂, než bylo předtím rostlinami přijato.

Co se týče negativních jevů, je to hlavně úlet drobného popílku. Ve spalovnách jsou však používány filtry a různé odlučovače, které tento úlet mají podstatně snížit. Pokud se spaluje biomasa vlhká vzniká kouř, který obsahuje aromatické uhlovodíky. Proto je logické, že by palivo mělo být suché. (MOUDRÝ, STRAŠIL, 1996). Optimální pro spalování je rozmezí teplot od 600 - 800°C.

Ke spalování se nejčastěji využívají:

- Energetické rostliny lignocelulózové – (dřevo, sláma, pícniny, obiloviny)
- Organický podíl komunálních odpadů
- Odpady z dřevařských provozoven
- Odpady z lesního hospodářství

Dostatečné množství kyslíku, vysoký obsah sušiny a provozní teplota nad hranicí zápalné teploty materiálu jsou důležitými předpoklady pro ekologicky přijatelné a efektivní spalování biomasy. Proto se setkáváme s mnoha typy kotlů, které se liší jak výrobci, tak i konstrukčním uspořádáním.

Při využití energetických rostlin jako nosiče energie je důležitá elementární neboli prvková analýza, která se zjišťuje procentuální hmotností podílu uhlíku, vodíku, kyslíku, síry, dusíku a veškeré vody v původním palivu (MALAŤÁK, 2004).

Stanovením hmotnostních toků, emisních faktorů a také charakteristiky tuhých částic lze co nejvhodněji upravit, navrhnout nebo zvolit spalovací zařízení pro ten daný druh energetických plodin.

Dalším druhem peletek jsou tzv. agropelety, název právě podle zdroje ze kterého vznikly, a to buď ze zemědělské výroby a jejich zbytků jako je sláma, seno i olejniny.

Takto vyrobené pelety jsou relativně vhodnou variantou k vytápění, ale také mohou být náhradou fosilních paliv, které životní prostředí zatěžují. Mají nízký obsah popela a vysokou výhřevnost cca 15 – 20 MJ/ kg. Kdo tyto pelety k vytápění používá, ví, že jsou k tomu zapotřebí speciální kotle, které poměrně usnadní práci s přikládáním jako je tomu u normálních typů kotlů. Pelety mají velké množství důvodů, proč s nimi vytápět, bohužel i pořizovací cena a cena speciálního kotle je stále poměrně vysoká.

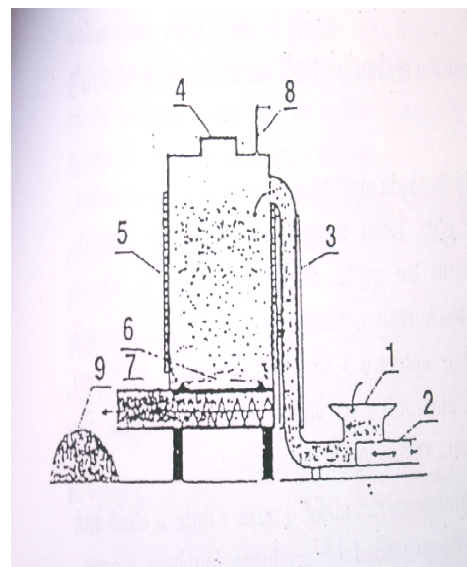
Proto je topení peletami v České republice na začátku oproti jiným zemím, jako je např. Švédsko, Německo či Itálie, kde je jejich vytápění poměrně rozšířené (SLAVÍK, 2006).

2.3.2 Anaerobní fermentace (metanové kvašení)

Jedná se o rozklad biomasy bez přístupu vzduchu s pomocí zvláštních bakterií, které uvolňují zplodinu metabolismu tzv. metan, který se používá ke sdružené výrobě elektrické energie a tepla (MOUDRÝ, SOUČKOVÁ, 2006). Tento proces probíhá už několik stovek let, a to samovolně v přírodě např. v mořích, řekách či jezerech, ale také v rašeliništích, hnojištích, jímkách s kejdou atd.

Obrázek č. 2: Zařízení pro zpracování travin na bioplyn

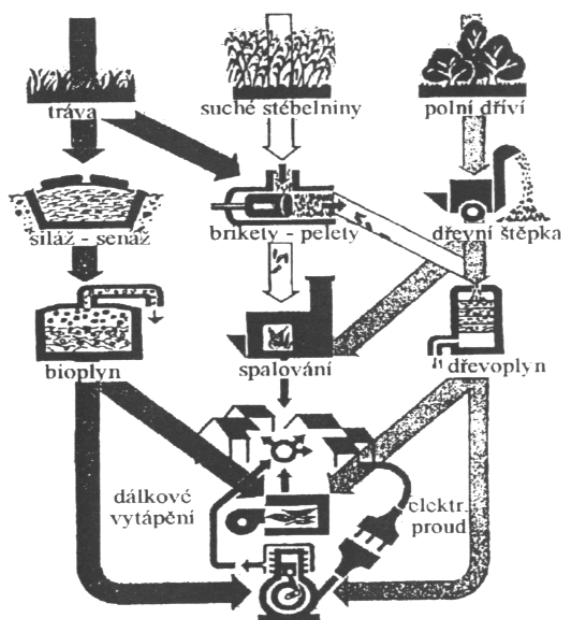
- 1) přijímací násypka řezané trávy
- 2) tlačná pístová dopravní soustava
- 3) výtlačné – ohříváné potrubí hmoty
- 4) reaktor tvorby bioplynu
- 5) tepelná izolace pláště reaktoru
- 6) spodní vybírač zpracované hmoty
- 7) vynášecí šnekový dopravník
- 8) výstup a odvod vzniklého bioplynu
- 9) výstup zpracované, kompostované hmoty



(MOUDRÝ, STRAŠIL, 1996)

Výhodou zpracování organických materiálů anaerobní fermentací s následným energetickým využitím bioplynu, dle ANDERT A KOL. (2006) je, že pro výrobu bioplynu může být využit v podstatě každý organický materiál s vysokým obsahem těkavých látek. To se týká tzv. mokré biomasy, především kejdy, hnoje a zemědělských odpadů (SRDEČNÝ, TRUXA, 2000). Dle MOUDRÝ, SOUČKOVÁ (2006), mohou být použity i rostliny s vyšším obsahem N, směs jetele a trav atd., které se dají pěstovat i na půdách ležících ladem. Je tedy vhodné pěstovat rostliny, které se dají sklízet na zelenou hmotu i vícekrát v roce tzv. objemová krmiva. Zelené rostliny se hodí pro výrobu bioplynu v jakémkoliv stavu, buď čerstvé, nebo silážované. Bioplyn lze vyrobit především z travní fyto-masy lučních porostů, ale i z trav na údržbu trávníků, hřišť atp. Tato fyto-masa se tedy jeví jako mnohem efektivnější než když bychom využívali zvířecích exkrementů, a to až o 50 či 70%. Podstatné je, že důležitý podíl dusíku zůstává v tuhém zbytku a neprochází atmosférou, jako se tomu děje například při známém spalování. Tím se tedy v podstatě dá snižovat plyn CO₂, který samozřejmě v biosféře není žádaný (PETŘÍKOVÁ, 1995).

Obr.č. 3.: Směry využití travní fyto-masy pro energetické účely



(KRAMOLIŠ, 2004)

2.4 Energetické rostliny

Nejdůležitější věcí, pro kterou se energetické plodiny pěstují je obnovitelnost tohoto zdroje, šetrnost vůči životnímu prostředí a pozitivní náhled do budoucnosti díky těmto rostlinám. Dalším prvkem, který stojí za zmínku je fakt, že energetické rostliny snižují riziko eroze, to z toho důvodu, že ornice se drží tam, kde má a není tak nutné pole či jiné pozemky zatravnňovat. Důležitostí je, aby tyto rostliny měly vysokou výhřevnost, což je pro obsah popela důležité jak z praktických, tak především ekologických důvodu.

V současné době je v České republice využíváno pouze několik málo ha k pěstování těchto energetických rostlin a je zapotřebí, aby v budoucnu tento stav o něco více vzrostl než doposud (LIBRA, POULEK, 2007). Cílené pěstování energetických rostlin v méně příznivé oblasti přispívá k žádoucí údržbě krajiny v kulturním stavu pěstování. V České republice je dosavadní podíl travní biomasy zhruba 3 – 5 t/ ha. U pastvin jsou výnosy suché píce logicky nižší, přibližně kolem 1,5 t/ha. Na výnosu záleží celá řada pracovních operací od zasetí přes efektivní aplikaci hnojiv až po bezchybnou sklizeň. Berme v úvahu i délku vegetačního období, vodní režim půdy a její úrodnost. Ne nadarmo se říká, že „louka je matka polí“(MOUDRÝ, STRAŠIL 1996).

Dle Petříkové (2006) uvádíme, že je v ČR v současné době největší zkušenost s pěstováním krmného šťovíku, ale zároveň i některých druhů trav. Ovšem většina zemědělců se „bojí“ začít s pěstováním rostlin, pro ně doposud neznámých, a to právě i proto, že na většinu tradičních běžně pěstovaných plodin mají od státu někdy i vyšší podporu i finanční efekt z jediného ha půdy. Z toho tedy vyplývá, že by bylo opravdu vhodné, aby se způsob získání dotací trochu obměnil, minimálně tak, aby pěstování energetických rostlin u našich zemědělců alespoň trochu stouplo. Od roku 2004 je poskytována dotace v rámci Ministerstva zemědělství v částce 2 000 Kč/ ha. Seznam rostlin, pro které je dotace platná jsou převážně rostliny víceleté, vytrvalé a energetické trávy. Důležité při tomto pěstování je, že pěstitel musí mít i spotřebitele. MOUDRÝ, STRAŠIL (1999) uvádí, že bez odbytových studií a předem vypracované produkční vertikály není možno zavádět plodinu do oběhu. To tedy znamená, že

pěstitel si musí vyhledat zpracovatele biomasy a s ním na základě smluv uzavřít dohodu o užívání tohoto odpadu, tedy biomasy.

Energetická rostlina musí být v daném roce pěstována jako plodina hlavní.

Od 1. 4. 2005 jsou podmínky pěstování energetických rostlin upraveny tak, aby se zájem podnikatelů výrazně zvýšil. Tyto projekty je možno dotovat až do výše 40 – 46% celkových uznatelných nákladů.

Záměrně pěstované plodiny lze rozdělit na energetické byliny a rychle rostoucí dřeviny. Energetické byliny pak dále rozdělujeme na jednoleté a vytrvalé. Kdy do jednoletých řadíme obiloviny, konopí seté, řepku olejku atd. Naopak do vytrvalých bylin spadají např. šťovík krmný, chrastice či rákos. Cílené pěstování energetických rostlin v méně příznivé oblasti přispívá k žádoucí údržbě krajiny v kulturním stavu pěstování.

Dále je tedy můžeme rozdělit ještě do skupin:

- jednoleté
- víceleté a vytrvalé
- rychle rostoucí dřeviny

V současné době je u nás pěstování energetických rostlin v počátku a nalezneme v ČR pouze několik málo hektarů energetických plantáží s jednoletými nebo víceletými bylinami či rychle rostoucími dřevinami. Pro tyto plantáže je ovšem velice důležitá správná volba plodiny.

Polní plodiny pěstované záměrně pro energetické účely

Zemědělská půda tvořila 4 264 000 ha, z toho 56 758, 76 ha bylo oseto právě zmiňovanými energetickými plodinami, což značí asi 1,33 %. Nejvýznamnějšími plodinami jsou pšenice a řepka, proto se jimi budu zabývat podrobněji, protože právě tyto plodiny jsou pěstovány na 78% ploch osetých rostlinami pro energetické účely. V podmínkách ČR jsou však výnosy nad 12t vzácností. Vyšších výnosů lze dosáhnout jen při vhodných stanovištních podmínkách, na půdách dobře zásobených vodou a pomocí průmyslových hnojiv.

Faktory ovlivňující výnos

Teplotní optimum pro většinu energetických plodin je zhruba 20-25°C. Kukuřice a některé tropické druhy trav mají samozřejmě hodnotu teplot vyšší, jejich výhodou však je nižší spotřeba vody a vyšší účinnost fotosyntézy, a to proto, že spotřebují méně energie než vlastní metabolismus. U nás můžeme vhodné podmínky pro pěstování najít například v Polabské nížině či na jižní Moravě.

Termín sklizně hodně závisí na potřebném obsahu vlhkosti v biomase. Na konci jara rostliny dosahují největšího přírůstku to až 60-70% vlhkosti, taková biomasa je vhodná pro výrobu bioplynu. V době sklizně však většina energetických plodin obsahuje kolem 50% vlhkosti. Jestliže však ponecháme energetické rostliny na plantáži déle, než je stanoveno, obsah vlhkosti poklesne minimálně o 20-30%, zároveň však tedy poklesne i výnos o 25-40% (Kolektiv autorů, 2006).

2.4.1 Obilniny

V současné době jsou obiloviny ve fytoenergetice známé hlavně pro využívání slámy, jakožto vedlejšího produktu při produkci zrna. Obiloviny pěstované k energetickým účelům mají své přednosti v tom, že mohou produkovat biomasu bez větších investic na pořízení nové techniky. Využívá se technika vhodná i pro jiné klasické plodiny. Rozšíření pěstování obilovin je proto jednou z nejvýhodnějších variant pro cílené pěstování k energetickým a průmyslovým účelům. U obilovin je nutné zohlednit hnojivou hodnotu slámy. Podle většiny odborníků je bez negativního vlivu na úrodnost půdy možné "odebrat" z koloběhu živin 25-33 % každoročně sklizené slámy a použít ji pro průmyslové a energetické účely.

Pěstování těchto druhů obilovin má proti jiným plodinám velký význam, protože co se týče péče o tyto plodiny, jsou již zemědělcům známé a nevyžadují žádné nové poznatky. Mohou tedy produkovat biomasu pro energetické účely bez větších investic, protože obvykle vlastní potřebnou techniku, nevznikají časové prostoje a energetická bilance je výrazně pozitivní. Ke sklizni těchto kultur, především tedy obilovin můžeme využívat hned několik různých postupů s užitím běžné techniky. Obvyklý postup sklizně spočívá v tom, že se u běžných sklízecích mlátiček oddělí zrna a sláma, to se poté zpracovává zvlášť.

Pokud chceme využít obiloviny na přímé tepelné využití, záleží zde na výnosu biomasy. Musí být tedy zachována určitá úroveň výnosu, ale nemusí se uskutečnit přihnojování a ušetří se zde i na ochraně rostlin. Pokud hodláme sklízet celou rostlinu, pak musíme využívat speciálních postupů, abychom docílili směsi slámy a zrna. Toho lze dosáhnout využitím žacích strojů, kdy se posečená hmota nechá na strništi dosušit a pak se sklídí pomocí sběracích vozů a lisů. U tohoto postupu však dochází minimálně k 10 % ztrátám.

2.4.1.1 Pšenice obecná (*Triticum aestivum* L.)

Nároky na stanoviště:

Během svého vegetačního období vyžaduje asi 200-240 mm srážek, ovšem ve fázi tvorby výhonků by rostliny měli dostat asi 30 % tohoto množství. Není citlivá na nízké teploty a dobře odolává i teplotám do - 20°C. Ozimé i letní odrůdy jsou dlouhodobní druhy. Pšenice má nejvyšší nároky na kvalitu půdy ze všech obilovin a měla by se vysazovat na půdách, kde bývá výnos vyšší a kde jsou rostliny méně závislé na klimatických podmínkách. Optimální pH půdy je cca 6,5. Pšenice bývá náchylná na nedostatek iontů vápníku a na přebytek iontů hliníku a manganu. Minerální hnojiva zlepšují možnost pěstovat pšenici i na chudších půdách. Nejlepší podmínky pro pěstování lze najít na půdách s hlubším profilem humusu, s dobrými fyzikálními vlastnostmi a vysokým obsahem živin (HAVLÍČKOVÁ A KOL., 2010). Nároky na stanoviště jsou u pšenice vysoké. Půda nesmí obsahovat zbytky z předchozí sklizně a nesmí být nakažená chorobami. Mezi nejlepší předplodiny můžeme zahrnout kořenové plodiny pěstované na hnoji a luskoviny. Nejhorší předplodinou bývají obiloviny. Pro ozimé odrůdy se běžně používají hnojiva N:P:K, kdy se doporučuje dávky dusíku rozdělit. Z toho by první dávka N měla obsahovat 60 - 70% z celkového množství. Druhá dávka pak činí kolem 40kg/ha a aplikace se provádí ve fázi třetího internodia. Fosforečná a draselná hnojiva se mohou aplikovat najednou. Základním ošetřením je aplikace hnojiva na osivo, což snižuje možnost dalšího používání fungicidů. Správným dodržováním osevního postupu a pracovních operací lze snížit výskyt chorob, škůdců i výrazně snížit zaplevelení pšenice.

Energetické využití:

Sklizeň probíhá klasickými žacími mlátičkami, kdy sláma zůstává v řádcích na poli, kde dosychá a následně je balíkována. Pro energetiku se pšeničná sláma zpracovává do formy balíků různého tvaru a hustoty. Pro velké kotle jsou vyráběny balíky o hmotnosti 800 kg, pro malé kotle jsou pak balíky menší ve formě pelet. Pšeničnou slámu lze považovat za poměrně kvalitní palivo. Výhřevnost slámy obilovin se pohybuje přibližně od 12 do 15 MJ/kg⁻¹ při obsahu sušiny 80-85 % hmotnosti. V poslední době se začíná využívat rovněž pro výrobu stavebních panelů.

Pšenice se jako energetická plodina může použít na výrobu bioethanolu, ale částečně již i pro výrobu bioplynu. Při výpočtech energetické bilance byly použity energetické ekvivalenty vstupů a u výstupů energetický obsah jedné tuny zrna (GJ) v absolutní sušině, které souhrnně uvádí MÍŠA (2000). Ten u energetických ekvivalentů vstupů použil údaje různých autorů. U výstupů byl energetický obsah 1t rostlinné produkce (GJ) v absolutní sušině převážně počítán podle PREININGERA (1987). Celková spotřeba pracovních hodin lidské práce na 1 ha pšenice ozimé a spotřeba nafty v l/ha.

2.4.1.2 Triticale (*Triticosecale*)

Nároky na stanoviště:

Požadavky na teplo se pohybují někde uprostřed mezi pšenicí a žitem. Odrůdy mají geneticky fixovaný výnosový potenciál a jsou tolerantnější k horším pěstitelským podmínkám. Zrno začíná klíčit při teplotách 2- 6 °C. Vývoj kultivace pokročil natolik, že zamrzání během zimy již není žádný problém. Nároky na vodu dosahují na podzim cca 80- 100 mm dešťových srážek zatímco na jaře po opětovném zahájení vegetace činí 190 - 200 mm. Nároky na půdu jsou nižší u pšenice nebo ječmene, ale vyšší než u ostatních obilovin. Efektivně se dá pěstovat na velmi úrodných půdách, ale i na půdách horších pro pěstování žita (HAVLÍČKOVÁ, 2010). Triticale se seje sečími stroji s rozestupy mezi řádky 10 - 15 cm, do hloubky 3-4 cm. Výběr vhodné hustoty závisí na požadavcích dané odrůdy, na vhodnosti

půdy a čase setby. Normy pro hustotu setby jsou různé a pohybují se od 120 do 270 kg/ha.

Energetické využití:

Lze posekat na řádky a po doschnutí celý objem hmoty sebrat a slisovat do balíků. Pro spalování slámy (i celých rostlin včetně zrna) jsou pro větší kotelny výhodnější hranaté balíky obřích rozměrů o hmotnosti 300 - 500 q. Pro menší kotelny lze tvarovat balíky menších rozměrů. Termín sklizně je třeba stanovit tak, aby nebylo obilí přezrálé. Při skladování je pak nutné zajistit ochranu proti hlodavcům. Celková produkce hmoty energetických obilovin (slámy + zrno) se pohybuje kolem 10- 12 t/ha, což je z hlediska ekonomických parametrů fytoenergetiky přijatelné množství. Výhřevnost slámy vysušené na 10% se pak pohybuje okolo 15 MJ/kg. V poslední době se opět využívá rovněž pro výstavbu stavebních panelů.

2.4.1.3 Čirok

Nároky na stanoviště

Tato plodina vytváří velmi mnoho forem, které se pěstují ve všech světadílech. Za vhodných podmínek je rostlina schopna vyprodukovat dostatek fytomasy, která se dá využít mimo jiné i k energetickému využití jako bioplyn či výrobu etanolu apod. Je vysoká přibližně 1-3 metry, ale při vhodných podmínkách může dosahovat i většího vzrůstu. Zrno je buď úplně pluchaté či částečně obnažené, případně i zcela nahé. Vyznačuje se pomalým počátečním růstem a je tedy řazena mezi rostliny typu C4. I nejméně náročné druhy čiroků, které se pěstují na zrno, vyžadují sumu teplot zhruba kolem 2500°C, přičemž při pěstování na hmotu mohou teploty o něco málo poklesnout. Je tedy málo náročný na půdu a může případně nahradit kukuřici na některých opravdu extrémních stanovištích. Nejlépe hodnoceným čirokem je typ „Hyso-2“, známý jako čirok zrnový. Nejméně vhodným byl zaznamenán čirok cukrový. Rostliny čiroku měly při sklizni vysoký podíl vody, který v průměru dosahoval na podzim hodnot 66% a na jaře 42%, zároveň zde jsou ale i vysoké ztráty fytomasy, které v zimním období dosahovaly až 37,5%.

Energetické využití

Zrno se může využít buď jako osivo nebo krmivo. Má stejnou výživovou hodnotu jako rýže a lze z něj získat škrob nebo líh. Stonky mají poměrně šťavnatou dřev, což je velmi přínosné právě pro produkci již zmíněného lihu, ale i bioplynu. Suché stonky se ve většině případů spalují. Čiroky dosahují velkých výnosů fytomasy, nemůže však konkurovat běžným palivům jako je zemní plyn či uhlí, neboť náklady na pěstování a posklizňovou úpravu jsou stále poměrně nákladné. Přímé náklady byly stanoveny na 10 030 Kč/ha, fixní na 3 280 Kč/ha. V ceně nejsou započteny náklady na dosoušení. Náklady na 1 t úsušku pro zimní období byly stanoveny na 1043 Kč, pro jarní termín na 498 Kč. Celkové náklady by tedy pro podzimní termín vycházeli na 1826 Kč a na jaře zhruba na 1829 Kč. Při těchto výpočtech se nepočítalo s žádnými dotacemi. Náklady a zisky závisejí také na dosahované velikosti výnosů.

Tab.č. 3.: Ekonomika pěstování čiroku pro energetické účely

náklady	jednotka	ukazatel
variabilní	Kč	10 030
fixní	Kč	3 280
celkem	Kč	13 310
výnos sušiny slámy	t/ha	15
náklady	Kč/t	887
obsah energie slámy	GJ/t	18
produkce energie	GJ/ha	268
cena	Kč/GJ	50

(Stražil, Moudrý, Kalinová, 2003)

Z ekonomického hlediska je tedy pěstování čiroku buď pouze na spalování značně nákladné, proto nesmíme po sklizni zapomenout započítat i potřebné dosoušení, ale i ztráty, které máme během zimního období.

2.4.1.4 Kukuřice (*Zea mays L.*)

Nároky na stanoviště:

Významnou energetickou plodinou je kukuřice. Plodina, která se i přes její původní tropický původ, vlivem šlechtění rozšířila také do rozmanitých klimatických podmínek. Dnes se používá výhradně jako hybridní osivo, což znamená, že pěstitel při intenzivním pěstování je plně závislý na specializovaných množitelích osiv. V podmínkách České republiky patří k plodinám s nejvyšším produkčním potenciálem celkové sušiny. Při využití k energetickým účelům lze sušinu přeměnit na energii využitím kukuřičné siláže na výrobu bioplynu nebo spalováním biomasy po úpravě sušiny. Kukuřice na výrobu bioplynu ze siláže musí být zdrojem levné energie (DIVIŠ, KAJAN, 2010). Využití kukuřice je velice široké neboť se užívá v krmivářství pro výkrm prasat a drůbeže, dále jako komponent pro krmné směsi, ale vzrůstá i jako potravina pro lidskou výživu.

Co se výskytu pěstování týče, tak je ČR již na pokraji pěstování, a to z toho důvodu, že má vysoké nároky na teplo a světlo. Je to především teplomilná rostlina a její hybridy začínají klíčit, až když teplota půdy dosahuje 7-8°C. Optimální teplotou pro klíčení je však 25-28°C. Teploty na hranici 10 °C, které přetrvávají, mohou rostlině zastavit růst, zežloutnou listy a rostliny jsou více náchylné k chorobám.

Nároky na půdu jsou závislé na dané oblasti pěstování. Nejvhodnější jsou pro ni jižní expozice. Dá se tedy pěstovat i v chladnějších oblastech, ale i bramborářské či řepařské výrobní oblasti, kde ovšem vyžaduje půdy bohaté na živiny, výhřevné s dostatkem humusu. Půdy kamenité, slévané či jílovité jsou nevhodné a nedoporučuje se pěstování na těchto typech půd. Důležité je, aby měla při pěstování dostatek vláhy neboť její transpirační koeficient je 256 a nedostatek vláhy se pak projeví na listech a může dojít k zakrnutí palic.

Kukuřice je nejvýznamnější jednoletá píce, která poskytuje vysokou produkci sušiny a energetických živin z jednotky plochy. Z 1 ha dává přibližně 6-8 tis. škrobových jednotek, ekonomicky je tedy o 50% levnější než cukrová řepa. K úspěšnému rozšíření ploch kukuřice přispěla mimo mechanizace a chemizace i tvorbou vysoce výkonného biologického materiálu. Jak bylo zmíněno je vysoce výkonnou pícinou a je nutno ji pěstovat na menších plochách, ale za to intenzivněji.

Další z možností pěstování kukuřice vedle pěstování na zeleno je zakládání podsevu jetelovin do kukuřice na siláž, tento způsob je pouze doplňkovým způsobem pěstování, a to především na plochách ohrožených erozí nebo k semenářským účelům. Do OP by měla být zařazena především po zlepšujících plodinách bohatých na N neboť její nároky na dusík jsou poměrně vysoké. Podíl kukuřice v osevním postupu by neměl překročit 10%.

Energetické využití:

Pěstitelské plochy kukuřice jsou sice při rozloze 2,5 mil. ha výrazně vyšší, mnohem větší část sklizně je však využívána jako krmivo pro zvířata. Tato krmná rostlina je považována za obzvláště výnosově silnou, proto také v roce 2011 posloužila k pokrytí nedostatku krmiv, který byl způsoben nižšími výnosy obilovin. Jako substrát pro bioplynové stanice zkoušejí zemědělci také další užitkové rostliny např. obiloviny, které jsou silážovány jako celé rostliny, širok obecný, cukrovku, slunečnici nebo vojtěšku.

Pro energetické účely lze využít kukuřičnou slámu při pěstování kukuřice na zrno. Sklizeň se provádí v době plné zralosti, kdy je již plodina dostatečně vyschlá. Slámu kukuřice lze pak rozřezat na hrubou řezanku a využívat ji k přímému spalování, obdobně jako dřevní štěpku.

Při hledání nových alternativních energií se nám kukuřice stále více nabízí. Nejen, že je to obnovitelný zdroj, ale je vhodná i pro produkci bioplynu. Aby však pěstitelům poskytovala kukuřice dobré výnosy, musejí pěstovat odrůdy odolné, dosahující vysoký výnos a být pokud možno co nejvíce odolné chorobám a škůdcům. Kukuřice se v našich zeměpisných šířkách používá převážně na krmení skotu a prasat, minimální využití nalezneme i v potravinářství a v posledních letech se posouváme s využitím kukuřice dál a to právě k výrobě bioplynu. Je to dáno tím, že nám známé bakterie mléčného kvašení uvedou jemně nařezané části rostliny (palice, listy, stonky) ve vzduchotěsné komoře do procesu kvašení. Takto získaná siláž se postupně dává do nádoby tzv. fermentoru bioplynové stanice. A za pomoci metanových bakterií se postupně vytváří bioplyn, jehož důležitou složkou je právě metan, který se jímá do zásobníku, poté se spaluje a mění se tak na elektrický proud.

Dle údajů firmy Kleinwanzelberger Saatucht (KWS) rostla v roce 2005 na německých polích kukuřice na výrobu bioplynu až na 70 000 ha. Tento prudký

rozvoj se musí odvodit ze Zákona o obnovitelných zdrojích energie. A ten již od roku 2004 zavazuje dodavatele energie, aby elektrický proud odebírali z bioplynu za pevné, ale i atraktivní ceny.

Od té doby se tedy valná většina zemědělců stala nejen zkušenými pěstiteli, ale i zemědělskými producenty energie. V rámci tohoto bioplynového šílenství se bioplynové stanice „Made in Germany,“ staly exportním hitem a v současné době je 9 z 10 stanic na výrobu bioplynu až v Japonsku a to právě od výrobců z Německa. V naší zemi najdeme zhruba kolem 4 stovek bioplynových stanic, pro které je potřeba kukuřičná siláž asi ze 40 tis. ha orné půdy. V roce 1990 se u nás kukuřice pěstovala na 420 tis. ha a v nynějších letech pouze na cca 330 tis. ha.

V minulém roce se konal 5. ročník konference s názvem „Energetické plodiny 2013“, tato akce probíhala na Vysočině, protože právě zde je největší koncentrace bioplynových stanic z celé ČR. Přes 200 návštěvníků z řad pěstitelů čiroku a kukuřice a jiní další odborníci se zabývali bioplynem z těchto rostlin ve Větrném Jeníkově, kde se mohli dozvědět smysluplné informace od společnosti, která celou akci pořádala KWS osiva, s.r.o., ale i dalších odborníků, ať už z Mendlovy univerzity v Brně, prezidenta agrární komory ČR a několika dalších.

V posledních letech se zvýšila i spotřeba kukuřice v lihovarnictví a to právě na výrobu biopaliv. Největší výrobce biolihu je Brazílie, ovšem produkt je z cukrové třtiny. Nutno zmínit USA, které sází na výrobu biolihu z kukuřice a roční výroba dosahuje pozoruhodných 82 mil. hl etanolu. V Evropě řadíme mezi největší producenty Francii, vyrábí především z cukrové řepy a pšenice.

Vysoký výnosový potenciál kukuřice vedl k tomu, že se začalo uvažovat nad jejím použitím při výrobě bioplynu. U kukuřice je dobrá silážovatelnost, která je důležitá pro kvalitní produkci metanu. V současnosti probíhá testování specializovaných hybridů kukuřice pro výrobu bioplynu s tolerancí vůči chladu (ALTEROVÁ, 2007).

2.4.2 Řepka olejka (*Brassica napus*)

Nároky na stanoviště:

Řepka se u nás pěstuje již od 13. století a to jako ozimá či jarní forma. V posledních letech její pěstování vzrostlo právě díky výrobě bionafty. Je to jednoletá, přibližně od 50 – 100,120 cm vysoká bylina se silným kořenem. Pěstuje se jako olejnina, její semeno obsahuje 40 – 47% oleje s vysokou kalorickou hodnotou. Je třeba zmínit, že by její pěstování nemělo být zastoupeno více jak z 12% orné půdy. A po sobě je snášenlivá jednou za 4-6 let. Dbáme i na to, aby před řepkou nebyly plodiny, které ji mohou poškodit. Všechny dobré předplodiny jsou v podstatě ty, které umožní řepce optimální dobu zasetí. U ozimé řepky je to zhruba v měsíci srpnu. Vhodnou předplodinou jsou např. luskoviny, píceiny i rané brambory.

Řepka se používá k výrobě hydraulických a mazacích olejů, fermeží, ale i v kosmetickém průmyslu našla uplatnění v podobě mýdel či pracích prostředků. Pokrutiny jako odpad vzniklý při lisování se dá využít v hospodářství ke krmným účelům. Dále se uplatňuje jako surovina pro získání oleje využitelného jak v potravinářství, tak v dopravě pro získání již zmíněného methylesteru, který slouží k výrobě nafty. Mimo jiné mají řepkové pelety větší výhřevnost než dřevo a to až 16Mj/kg.

Energetické využití:

Tato olejnina k získávání rostlinného oleje nebo bionafty pro energetické využití byla pěstována na ploše přes 400 000 ha. Plán vlády, ale už nyní počítá s tím, že v roce 2020 ovládne energetika přes čtvrtinu zemědělské půdy v České republice. Národní akční plán má České Republice zajistit plán, který bude v souladu s požadavkem Evropské unie vyrábět 13% energie z obnovitelných zdrojů, což tedy pro zemědělství znamená, že bude potřebovat minimálně 150 000 ha na pěstování plodin pro bioplynové stanice, což odpovídá alespoň 750 000 tun zrna potravinářské pšenice, která by byla na takovéto rozloze vyprodukována, k tomu dále připočteme

0, 5 mil. ha pro biopaliva a dalších 300 tis. ha pro biomasu. Není tedy divu, že spousta podnikatelů v oblasti potravin a lidské výživy s masovým pěstováním energetických plodin příliš nesouhlasí a odsuzují je. Pěstujme tedy obnovitelné

zdroje, ale s ohledem na budoucnost dalších generací a lidstva jako takového, kterého bude na planetě stále přibývat a to může vést, jak bylo již zmíněno ke zvýšení některých druhů potravin, ale hlavně může dojít i nedostatku jídla.

2.4.3 Energetické trávy:

Trvalé travní porosty, dále jen TTP zaujímají v České republice plochu asi kolem 974 tis. ha, což značí zhruba 22,8% ze zemědělské půdy. Podle údajů z Českého statistického úřadu bylo v roce 2007 využíváno pro zemědělské účely 932 tis. ha, přičemž průměrný výnos dosahoval cca 2,98 t/ha. Stanovený výnosový potenciál v přesných lukařských pokusech bývá až dvojnásobný (KOHOUTEK A KOL., 2008). Pěstování a využívání trav pro energetické účely, lze doporučit zejména v oblastech, kde máme půdu ležící ladem nebo tam, kde není vhodné pěstovat plodiny pro potravinářské účely. Využít těchto ploch lze k pěstování energetických trav a to i z toho důvodu, že dochází ke snižování početních stavů skotu, čímž logicky narůstá množství trávy, kterou lze účelně využít (ANDERT A KOL., 2006). Dle údajů KONVALINY a kol. (2007) v optimálním TTP zaujímají 50 – 70 % trávy, 30 – 50 % leguminózy a byliny. Na budoucí druhové složení bude mít však vliv kromě vysetých druhů také způsob založení (příprava půdy, hloubka setí, počasí v době od zasetí po zapojení porostu), využívání, hnojení a ošetřování porostu. MOUDRÝ, SOUČKOVÁ (2006) uvádějí, že v současné době je roční produkce fytomasy travin a rákosů 800 tis. t/ha. Plocha TTP od roku 1989 stále narůstá, kromě toho však rostou i plochy luk, kterých je v současné době cca 60 tis. ha. Využití trav pro energetické účely je perspektivou jak pro biomasu ze zemědělských ladem ležících půd tak i TTP (FRYDRYCH a kol., 2006). Jak je zmíněné, jsou to plochy, které jsou zároveň zdrojem biomasy, tudíž jsou i ekonomickým přínosem. Trávy vytvářejí značné množství sušiny organické hmoty (HONZÍK, UŠŤAK, 1997).

Sklizeň travin se téměř vůbec neliší od běžných strojů. Používají se klasické prstové a rotační žací stroje, mačkače či kondicionéry a dále i stroje pro tzv. „matracování“ rostlin, což jsou stroje, které nám urychlují proces sušení. Jediné

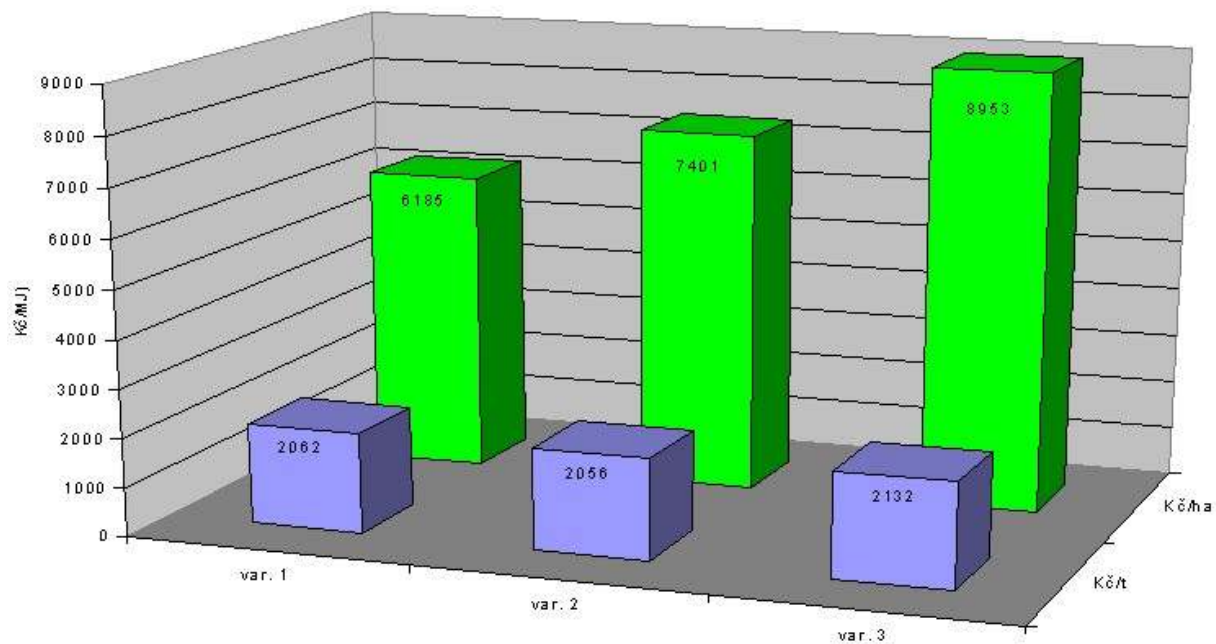
v čem se sklizeň energetických trav liší je v požadavcích na agrotechnická opatření a na biologicko-chemický obsah, daný i druhovým složením.

Na pěstování a využití energetických trav byla u nás zaměřena řada výzkumných aktivit. Z výnosových hledisek se nejčastěji sledují kostřavy, ovsíky, psineček, chrastice, sveřep a spousty dalších. Přezrálé porosty se sklízí na konci léta z předem posečených řádků, přičemž se nevylučuje vyplavení živin, a to hlavně dusíku vodou. Spalování briket nebo balíků v kombinaci se slámou obilnin, dřevem s tím, že vše musí být odborně a vývojově řešeno. Sklizeň je vhodná v jakékoliv agrotechnické lhůtě v širokém rozmezí vlhkosti pro využití bioplynových stanic. Další možností může být export kvalitního sena až už do Německa nebo Rakouska, kterým místní zemědělci obcházejí pěstební limity, které jsou u nich jasně dané a platné. Jak již bylo zmíněno, pokles objemu živočišné produkce a omezení využití produkce z TTP pro krmení činí z této produkce postupně biomasu zbytkovou. Variantou využití je produkce sena a jeho energetické využití procesem spalování.

Z energetického hlediska lze fytomasu používat pro přímé spalování, kogeneraci což je výroba elektřiny a tepla, dále pro výrobu nám již známého bioplynu. V neposlední řadě se začíná uvažovat i o využití v papírenském průmyslu (SAIJONKARI – PAHKALA, 2001). Pro účely energetické je možné využít odpadní fytomasu z úhorů, luk, pastvin nebo porostů cíleně pěstovaných trav. Pro energetické účely se doporučuje pěstování travní monokultury, a to z toho důvodu, že výnosový potenciál trav pěstovaných v monokultuře je 8- 9 krát vyšší než ze spontánních úhorů (FRYDRYCH A KOL., 2001).

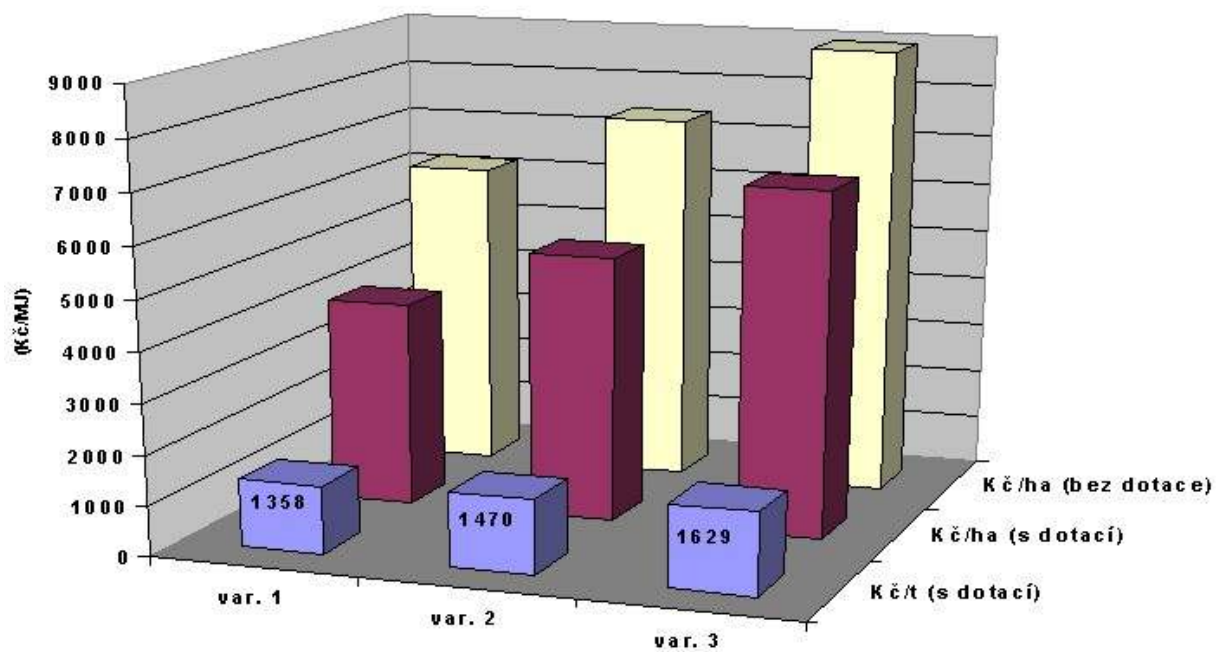
Dotace na základě zákona o zemědělství – podpora pěstování bylin pro energetické účely je ve výši do 2 000Kč/ha. Tato dotace se však týká pouze vybraných druhů rostlin na orné půdě.

Obr. č. 4.: Náklady na pěstování a sklizeň TTP bez dotací



(Zdeněk Abraham, 2004)

Obr. č. 5.: Náklady na pěstování a sklizeň TTP s dotacemi



(Zdeněk Abraham, 2004)

Druhů trav vhodných pro pěstování na energetické je celá řada, tato kapitola bude zaměřena pouze na ty nejčastější, nejpěstovanější a nejznámější v energetickém průmyslu.

2.4.3.1 Ozdobnice čínská (*Miscanthus giganteus*)

Ozdobnice je další rostlinou o které se v posledních letech uvažuje jako o obnovitelném zdroji pro využívání energie, a to z toho důvodu, že v kvalitních pěstitelských podmínkách je schopná dosahovat výnosů přes 30 t sušiny nadzemní biomasy. Radíme ji do čeledi lipnicovitých a do třídy jednoděložných. Je to vytrvalá rostlina C4 typu s počtem chromozómů $2n = 38$. V roce 1989 započaly první pokusy s využitím obnovitelného zdroje. V současné době je v Evropě vysázeno cca 500 ha, z toho asi 80% najdeme v Německu a Nizozemí.

Nároky na stanoviště:

Pokud si vystačíme s průměrnými výnosy, pak ji nemusíme hnojit. Semeno v našich podmínkách nedozrává, proto dochází k jeho množení oddenky. Oddenek je tedy dřevnatý a naroste jich 10- 20 nových během jednoho roku. Zmíněná odrůda *Giganteus* je odolná na vymrzání a její průměrný výnos hledejme kolem 15- 18 t/ha. V České republice je povolený jako energetická plodina a doposud jsme se nesetkali s nějakými negativními ohlasy ohledně jeho pěstování.

Nejvíce se jí daří na půdách lehčích v teplejších oblastech s nadmořskou výškou do 700 m.n.m. Snáší vyšší hladinu podzemní vody, ale ne podmáčené půdy (KOLONIČNÝ, 2011). Proti plevelům se dá použít jak chemická, tak i mechanická ochrana hlavně proti dvouděložným např. přípravek Lanacil či Roundap. Tyto herbicidy mohou působit velice dlouho. Co se týče mechanické ochrany použijeme prutové brány a zabráníme tak zaplevelení v prvním roce. Ve druhém roce už není třeba chemické ochrany, a to z toho důvodu, že listová hmota, která opadá vytvoří mulč, který zabrání v růstu plevelům. Na podzim je v každém případě vhodné provádět podmítku s rozmělněním rostlinných zbytků. Na jaře následuje příprava set'ového lůžka s prokypřením do hloubky zhruba 10 cm. Na zimu se doporučuje porost zakrýt vrstvou slámy asi 100- 150 mm, což vede k ochraně před vymrzáním porostu. Pokud najdeme stanoviště dobrých a úrodných půd, pak není nutné prvním

rokem téměř žádného hnojení. Pokud tomu ovšem tak není, je nutné přihnojovat porost už v prvním roce, a to N jednorázově při dávce 50kg. V dalších letech přihnojujeme dle zásob v půdě, doporučená dávka N je kolem 100kg/ha, P cca 40kg/ha, K 70 kg/ ha. Dle zásobenosti půdy můžeme využít mikroelementů. V Rakousku navíc vyzkoušeli i přihnojení kejdou skotu.

Energetické využití:

Sklizeň se provádí většinou samochodnými pojízdnými rezačkami v době od listopadu do března. Z takto sklizené plodiny získáme slámu, kterou je vhodné využít právě pro výrobu lisovaných pelet, které dosahují hmotnosti cca 500kg/ m³. Pro potřeby pelet využijeme prostoru asi kolem 40m³ z 1 ha, což je daleko méně s porovnáním skladovacích prostor na volně loženou nařezanou slámu, která potřebuje úložný prostor o objemu 250 m³ z 1 ha. V Německu probíhá sklizeň samochodnými sekačkami Claas. Samotná sklizeň probíhá až ve druhém roce, kdy dosahuje výnosu do 10 t/ ha sušiny a ve třetím roce dokonce dalších 15- 20 t/ha. Termín sklizně je lepší stanovit po zimě, neboť v této době má sušina pouze 22 – 38% vlhkosti a odpadají tak problémy s nákladným dosoušením (<http://etext.czu.cz>).

Logicky vyplývá, že tato plodina poslouží zejména pro energetické účely na výrobu tepla. Spalné teplo je totiž kolem 19 GJ/t sušiny, což je o hodně více než u doposud využívaného uhlí, které má výhřevnost kolem 12 i 14 GJ/t. Ozdobnice se dále využívá pro výrobu buničiny, ale i ve stavebním průmyslu pro výrobu lepenek, rohoží atd. Dalším pozitivum u této plodiny je, že dokonale chrání před erozí, tudíž tam, kde jsou pozemky náchylné na erozi je ozdobnice vhodnou volbou pro pěstování. Navíc její porost vydrží i přes zimu, to usnadňuje zvěři snadný úkryt.

Její pěstování však naskýtá spousty výhod od vysokých výnosů sušiny fytomasy přes vysoké využívání vody při tvorbě fytomasy, efektivní využívání dusíku atd. Ovšem i přes tyto pozitivní výsledky se objevují i drobná negativa, a to právě vymrzání ozdobnice, proto se stále hledá a šlechtí odrůda, která by byla schopna mrazům alespoň částečně odolávat. Pěstování této rostliny je spojeno s vysokými náklady na sadbu. I přes tyto nedostatky lze ozdobnici považovat za velmi perspektivní schopnou plodinu, která dokáže poskytovat významný zdroj surovin, jak pro energetické, tak průmyslové využití. Při pokusech ve výzkumném ústavu ATZ v Německu bylo tepelně, tlakovou hydrolyzou dosaženo výroby kolem

6000 l/ ha bioethanolu, to představuje množství dostačující na provoz malého vozidla na celý 1 rok.

2.4.3.2 Ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*)

Nároky na stanoviště:

Jak uvádí HAVLÍČKOVÁ A KOL. (2008), je to autochonní druh, který je přirozeně rozšířen na celém území našeho státu. Najdeme ji spíše na sušších půdách s průměrnou zásobou přijatých živin. Je to rostlina, která stejně jako ozdobnice trpí holomrazy, proto je vhodná do příznivějších klimatických podmínek (ŠANTRŮČEK A KOL., 2001). Je rozšířen v celé Evropě od nížin až do horských poloh.

GRÄUETAL(2002) tvrdí, že je to hojně rozšířený druh luk, křovin, náspů, svahů a okrajů cest. Ovsík vyvýšený je rozšířen v celé Evropě od nížin až do nižších horských poloh (v Alpách asi do 1400 m). Jeho výhodou je, že díky svým mohutným trsům dokáže velice dobře konkurovat plevelům a dokáže potlačit i agresivní pýr plazivý. Je vhodný k protierozním opatřením na svažitéch pozemcích a náspech. Na choroby a škůdce je v podstatě velice imunní, přesto se mohou vyskytnout i mírné problémy při napadení (HAVLÍČKOVÁ a kol., 2008). Vyskytují se u něj choroby listové nebo stébelné, které rostlinu napadají spíše v letních a podzimních měsících. Aplikují se proto selektivní herbicidy do jarních porostů. Mezi účinné se řadí např. Duplosan KV v dávce 1,5-1,8 l/ha, Lontrel 300 (0,3-0,5 l/ha nebo Harmony extra. Ovsík vyvýšený má užší ekologickou amplitudu (VELICH, 1994). V přirozených a polopřirozených travních porostech se ovsík vyvýšený vyskytuje na sušších (mezoxerofytních) lokalitách, vlhčí stanoviště ani dočasné zamokření nesnáší. Na půdní reakci není zvláště citlivý, je dobře přizpůsoben půdní reakci v rozmezí pH od 4,5 do 7,5 s optimem pH kolem 6. Ovsík si dokáže dobře osvojovat vláhu i živiny (KLIMEŠ, 2004).

Co se hnojení týče je poměrně náročný na vyšší dávky minerálních hnojiv. Minimální dávka dusíku je 50kg/ha. Optimální dávka se pak pohybuje v rozmezí od 100 do 160 kg N /ha/ rok. Vyšší dávky hnojiv a hlavně dusíku logicky dělíme do 2/3 na jaře a 1/3 po 1. seči. Hnojit můžeme i fosforem v dávce 30-50kg/ha a draslíkem 60kg/ ha.

Energetické využití:

Ovsík dozrává zpravidla začátkem července a v té době je také vhodná sklizeň pro energetické účely. Po výmlatu se suchá sláma může slisovat do balíků a pak použít jako topivo v biokotelně. Výnos semene se pohybuje kolem 0,3 – 0,6 t/ha. Pokud ovsík chceme vyloženě na energetické účely, pak sklízíme celkovou nadzemní hmotu, kde se průměrné výnosy pohybují kolem 7-9 t/ha. Termín sklizně volíme těsně před plným dozráváním, protože je náchylný na vysemeňování. Samotná sklizeň se provádí kombajnem se správně seřízeným ústrojím, aby se zabránilo zbytečným ztrátám při sklizni. Sklízíme celkovou nadzemní biomasu i se semenem právě pro energetické účely. Je nutné, aby biomasa byla dostatečně vyschlá, aby se mohla uskladnit a nedocházelo k jejímu zapařování a tím znehodnocování. Vlhkost sušiny by se měla pohybovat kolem 20%. Nedožralou zelenou hmotu lze sklízet i jako biomasu využitelnou jako přídavek do fermentoru k výrobě bioplynu.

Slámu je možné využít pro přímé spalování, a to buď ve formě balíků, řezanky a speciálně tvarovaných fytopaliv nám známých jako brikety či peletky. Způsob využití zelené hmoty je závislý na bioplynových stanicích. Dále je možné využít ovsík jako krmivo pro hospodářská zvířata, či pro výrobu bioplynu, buničiny, ale největší význam má jako osivo.

Tab. 2.: Orientační výnosy a energetická výtěžnost z 1 ha

Rostlina	Výnosy suché hmoty (t/ha)	Energetická výtěžnost (GJ/ha)
Ovsík vyvýšený	3,37 – 4,31	52 – 66,5

(Moudrý, Součková, 2006).

Podle výzkumu v Osevě PRO, s.r.o., o. z. VST Zubří jsou náklady na produkci biomasy z ovsíku vypočteny z 1 ha na jednu seč během 1 roku. Do prvního roku jsou započítány náklady na sklizeň a prodej zrna v částce 3 750Kč. V roce 3. a 4. se celková nadzemní biomasa využije pro energetické účely. Z toho náklady na sklizeň byly vyjádřeny ve 2 variantách přitom sklizeň řezačkou je vyšší než při lisování do balíků.

2.4.4 Krmný šťovík (*Rumex tianshanicus*)

Nároky na stanoviště:

Vytrvalá rostlina dorůstající až do výšky 1,5- 2,5 m, která dokáže od 2. roku po založení dosáhnout výnosu celé rostliny v plné zralosti 6,5 t/ha a v dobrých pěstitelských podmínkách i výnosů přes 10 t/ha. Tato rostlina byla vyšlechtěna pro krmivářské účely, zkrížením šťovíku zahradního a šťovíku t'janšanského, označovaného jako Rumex OK 2. Při správném pěstování a dodržení všech opatření, dokáže vytvořit slušné množství fytomasy, proto je vhodné jako palivo i několik let po sobě. V podmínkách mírného pásu je právě tato rostlina jednou z neperspektivnějších energetických plodin. V České republice dosáhla celková plocha pěstovaných ploch hodnot 1000 ha. Biomasa z tohoto typu šťovíku má docela vysokou výhřevnost a další pozitivní parametry srovnatelné se dřevem. Je nenáročný, dá se tedy pěstovat na většině zemědělských půd mimo půdy kyselé, kde se mu nedaří. Podmínkou pro jeho správné pěstování je také řádné ošetřování porostu od zasetí až po sklizeň. Pokud jsou tyto podmínky zachovány je možné porost udržet v dobrém stavu i dlouhodobě, minimálně 8 i více let. Energetické byliny se dají ve směsi se slámou a jinými druhy rostlin úspěšně slisovat do tvarovaných fytopaliv, nám známé brikety a pelety. Naopak v zeleném stavu je vhodný pro výrobu bioplynu (PETŘÍKOVÁ, 2006).

Při jeho pěstování je důležité dbát na ochranu porostu proti zaplevelení, a to hlavně v prvním roce pěstování, poté je jeho ochrana proti plevelům minimální. Nejčastějším způsobem likvidace plevelů je sečení a mulčování ve výšce 3-5 cm nad zemí. Pokud dojde k silnému zaplevelení trávovitými plevely, pak je nutné použít chemické ochrany ve formě postřiků (Fusilade Super, Targe Super).

Energetické využití:

Šťovík je vysoko produkční vytrvalá plodina, kterou lze pěstovat i v podmínkách mírného pásu. Pokud ji navíc dopřejeme kvalitní mechanické a chemické ochrany dokáže nám poskytnout výnosy vyšší než 8 t/ha suché biomasy. Dalším pozitivním výsledkem je, že můžeme používat běžné zemědělské techniky. Je to vytrvalá rostlina, dokáže vydržet i 10 let na stanovišti, tím nám ušetří náklady na každoroční nákup osiva, energii na agrotechniku. Spolehlivě ochrání půdu proti

vodní erozi tím, že vytváří kompaktní obrost už brzy na jaře. U nás se využívá především na vytápění budov a nově i jako speciální stavební materiál.

Šťovík se řadí mezi tzv. „stébelninu“, proto je patrný rozdíl při jeho využití jako paliva. Taví se při vyšších teplotách než např. sláma. Významnou vlastností při spalování je fakt, že na stěnách kotlů nevytváří sklovité nánosy, které se po použití slámy musejí každoročně pracně odstraňovat (FRYDRYCH, 2004).

Zkušenosti s pěstováním šťovíku původně jako krmné plodiny nabraly spousty dalších variant jeho využití, právě proto se stal oblíbeným materiálem i ve stavebnictví. Je stabilní, nabobtnává a fermentuje, což u slámy nenajdeme.

Uvedené zkušenosti s pěstováním Rumexu OK 2 poukazují na to, že se jedná o řádnou zemědělskou plodinu s mnoha směrným využitím od stavební průmysl až po krmivářské účely. Díky těmto schopným vlastnostem koresponduje s certifikátem autorské ochrany, který od roku 2009 je platný na celém území Evropské Unie. Výhodou je, že tato plodina dozrává docela brzy, první seč může probíhat už koncem dubna. Co se týče fytoenergetiky je rostlina rychle vyschlá na kořenu již uprostřed léta. Je tedy možné ji sklídit v červenci v suchém stavu a to do 25% vlhkosti. Navíc se svojí kvalitou přibližuje dřevní štěpce. I šťovík jako většina rostlin pro energetické využití se sklízí pouze jednou ročně, neboť při druhé seči odstranění zelených listů snižuje zásobu látek v kořenech. Výnosový potenciál každoročně dosahuje výnosu zhruba kolem 8- 12 t/ ha suché biomasy. V současné době zatím neexistuje dostatek zkušeností se znalostí cíleného pěstování energetických plodin. Provádí se řada modelových výpočtů, zkoušejí se různé odrůdy nejvhodnější pro tento typ pěstování a stále se nacházejí nové technologie, které budou možná co nejdříve využity a pěstování energetických plodin tak dostane nový ráz.

2.4.5 Energetické dřeviny

Rychle rostoucí dřeviny, dále již pouze RRD můžeme řadit do kategorie energetických plodin. Pro své vynikající vlastnosti jako je jejich rychlý růst patří také dobrá výhřevnost. RRD se dělí do několika skupin pro produkční plantáže.

Jsou to:

- Ověřené (topoly, vrby)
- Ověřované (pajasan, jilmy)
- Perspektivní (olše, lípy, jeřáby, lísky a trnité růže)
- Nerostoucí (baobab)

V České republice se pro tyto účely využívají hlavně vrby a topoly. Od pradávna se téměř všude u velkých řek a toků vyskytovaly právě tyto stromy, ale vlivem člověka jejich stavy začaly klesat. Jak v Evropě, tak i v dalších zemích, převážně ve Švédsku se dala přednost jehličnatým stromům, což vedlo k odstraňování stromů listnatých i zmíněného topolu. V Evropě se pěstuje nad 30 000 ha vrbových a topolových plantáží. V České republice je to pouze přes 250 ha topolových plantáží. U nás se zatím pěstování RRD vyvíjí pomalu, proto najdeme na našem území pouze asi 300 ha výmladkových plantáží a cca 25 ha matečních porostů. Díky jejich rychlému a snadnému množení došlo na šíření klonů. V celé Evropě bychom pak mohli najít cca 30 000ha topolových a vrbových plantáží, kdy ty vrbové najdeme spíše v zemích jako je Švédsko, Polsko, VB a topolové naopak v Itálii, Rakousku i Maďarsku.

Dřevní hmota všech druhů stromů má při stejném obsahu vody i přibližně stejnou výhřevnost. Jediné v čem se liší, je, že některé objemové hmotnosti dřeva různých stromů bývají rozdílné a tím je rozdílné množství tepelné energie, které je možné uvolnit ze stejného objemu. U rychle rostoucích topolů dosahují objemové hmotnosti sušiny kmenové dřevní hmoty v průměru zhruba 310-340 kg.m³.

Zásadním využitím dendromasy jako paliva využitelného v energetice je možné vyrábět několik druhů paliv k různým účelům spalování. Např. jako dřevní štěpku, polena či pelety a brikety. Bohužel u paliva ve formě štěpek bývají nevýhodou nestandardizované částičky o různé velikosti.

2.4.5.1 Topoly

Jejich původní domovinou je mírný pás na severní polokouli zasahující až na jih po Himaláje. Zde bychom našli asi kolem 40 druhů. Ve volné krajině najdeme hlavně klony a hybridy (HEIKE, 1978).

Dělíme je do 5 sekcí a to na:

- Sekce Aigeiros Duby- skupina jež zastupují topoly černé a to topol americký a topol euroasijský druhy, které dorůstají do výšky 40 m a vydrží několik let.
- Sekce TacamahacaSpach- zde najdeme topoly balzámové, nejvíce jsou rozšířeny v Asii, Americe až po lesotundru.
- Sekce LeucoidesSpach- zastoupení zde mají topoly velkolisté rostoucí v Asii, ale tato sekce topolů není vhodná k energetickému využití. To z toho důvodu, že se špatně množí a má pomalý růst.
- Sekce Leuce Duby- spadají sem topoly bílé, nekřížené, geneticky odlišné od ostatních uvedených
- Sekce TurangaBunge- topoly turakové, u nás je nenajdeme a to z toho důvodu, že zde nejsou pro jejich pěstování vhodné podmínky.

Nejvýznamnější druhy:

TOPOL ČERNÝ (*Populus nigra L.*)

Euroasijská dřevina rostoucí od Španělska až po Sibiř. V České republice roste i na půdách chudších, ale s dostatkem vláhy. Vhodným stanovištěm mohou být aluviální náplavy s lehčími půdami, kde se mu daří a může po 40 letech dosáhnout výšky až 19 metrů. Koruna stromu je rozkladitá a může tak působit nepravidelným dojmem. Kmen bývá často pokroucený a svalcovitý, je plnodřevný. Jádro stromu je světle hnědé, bez skvrn, ale je hrubé a lehké. Kořenový systém bývá protáhlý, za to je však mělký.

Stanoviště:

V běžných podmínkách se usazuje podél toků, v nezaplevelených lokalitách a hlavně tam, kde je půda dobře zásobená vodou a živinami. Voda ovšem musí být

pohyblivá, což znamená, že mu vyhovují spíše zaplavovaná území. Patří k světlomilným dřevinám.

Energetické využití:

Je to strom, který má perspektivní využití. Často se s ním setkáváme podél hrází i silnic, a to z toho důvodu, že zpevňuje kypré břehy. V posledních letech je pěstován právě pro svoje schopnosti rychlého růstu jako OZE, běžně se využívá jako palivo ve formě dřevní štěpky nebo briket. Dřevo se využívá i jako imitace drahých zámožských dřev. Využití však našel i ve farmacii ve formě mastí na hemeroidy či popáleniny. Topolové dřevo je nyní zpracováváno v průmyslových závodech i na výrobu papíru či překližek.

2.4.5.2 VRBY

Najdeme je snad po celém světě s největším rozšířením v mírném až subarktickém pásmu Evropy, Severní Ameriky, Ruska atd. (HEIKE, 1978). Ve světě je popsáno zhruba 350 druhů. Většina nám známých vrb je spíše keřovitého vzrůstu. Je tu ovšem forma, která tvoří mimo formy keřovité i formu stromovou. Některé druhy rodu *Salix* mohou dosahovat i výšky 35 m. V přírodě může docházet ke spontánnímu křížení, proto je již evidováno cca 3 druhů těchto kříženců.

Stejně jako u topolů i zde dochází k dělení do 3 sekcí: - dle Chmelaře

- Sekce *Pleiandrea*- známý svým nepravidelným počtem tyčinek v počtu od 3 do 12. U nás rostoucí zástupce vrba pětimužná
- Sekce *Triandrea*- prašníky obsahují 3 tyčinky . u nás zástupce vrba trojmužná
- Sekce *Diandrea*- v prašníku se nacházejí 2 tyčinky, do této sekce spadá nejvíce vrb rozšířených u nás např. vrba jíva.

VRBA JÍVA (*Salix caprea*)

Patří do skupiny bažinných, lesních a rašelinných druhů. U nás je to nejběžnější vrba s kterou se v našich podmínkách můžeme setkat.

Kmen vrby dosahuje v průměru 50 cm a borka bývá většinou hladká, světle šedé barvy. Letorosty bývají silné u mladého stromu šedozelené až nažloutlé

s přibývajícimi roky hnědozelené a lysé. Listy jsou vejčité ale i eliptické a bývají nepravidelné. Jejich délka dosahuje 6-11 cm a šířka pak velikosti 3-5 cm.

Plodem je tobolka, dozrávající v květnu.

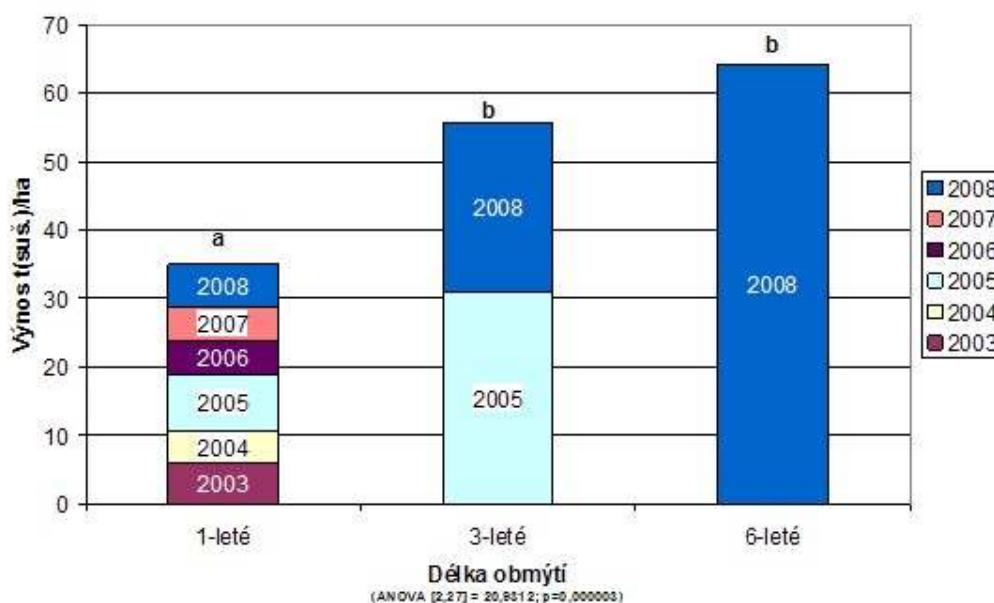
Stanoviště:

Stejně jako topoly i vrby se vyskytují v místech s dostatkem vody a světla. Z toho důvodu je najdeme jak v nižších polohách, tak i v horách. Velice často ji také můžeme najít na místech využívaných lidskou činností, na navážkách, loukách, pastvinách náspech a všude tam, kde je vysoká koncentrace průmyslových imisí. Nevyhovují jí záplavy, ale ani trvale zamokřené půdy.

Energetické využití:

Dřevo se opět dá využívat jako palivo, cennější je pro své přirozené zalesňování krajiny. Výhodou je, že nepotlačuje ostatní dřeviny a zlepšuje lesní půdu svým opadem. Významná je i pro včelaře a to proto, že velice brzy a není tak napadána pozdními mrazy (MOTT, 1980). V sadovnictví se vysazuje kultivar „Pendula“ známá svými dlouhými převislými větvemi nazývána také jako vrba smuteční (KOHOUT, 2010).

Obr.č. 6.: Kumulovaný výnos biomasy dosažený klonem topolu Max 4 v pokusném porostu v lokalitě Peklov.



Jan Weger, 2011

2.5 Náklady na pěstování energetických plodin

Náklady na pěstování energetických plodin jsou dvojího typu, a to jako náklady fixní a variabilní. Do celkových nákladů zahrnujeme pouze dobu od zasetí po sklizeň.

Do variabilních nákladů se zahrnují tyto položky:

- Osivo a sadba
- Náklady na mechanizované práce
- Veškerá hnojiva
- Prostředky na OCR rostlin
- Ostatní materiál

Do fixních nákladů se započítávají náklady spojené se vším, co podnikatel musí vynaložit na pěstování, i přesto, že nevyrábí.

Do fixních nákladů zahrnujeme tyto položky:

- Nájem pole
- Úroky
- Daně
- Odpisy
- Výrobní a správní režie

Tab. č.3.: Orientační náklady modelových technologií

ORIENTAČNÍ NÁKLADY NA PĚSTOVÁNÍ VYBRANÝCH ENERGETICKOPRŮMYSLÝCH PLODIN

Tabulka 12

UKAZATEL	Jednotka	PLODINA:		
		Triticale dílečná sklizeň	Pšenice ozimá dílečná sklizeň	Lnička setá ozimá
Organická hmota	Kč/ha ¹	-	-	-
Polnohosp. a výsadbové hnojiva	Kč/ha ¹	2072	1847	1268
Čpivo, sádla	Kč/ha ¹	1323	1873	380
Chemikálie přípravky	Kč/ha ¹	-	-	1424
MATERIÁLOVÉ NÁKLADY CELKEM	Kč/ha¹	3395	3720	3060
Mechanizované práce	Kč/ha ¹	2135	2615	2132
Práce práce	h/ha ¹	4,7	4,5	5,8
Ostatní variabilní náklady	Kč/ha ¹	160	160	140
VARIABILNÍ NÁKLADY CELKEM	Kč/ha¹	5650	5295	5366
Nájem plátna	Kč/ha ¹	350	350	350
Země	Kč/ha ¹	410	410	410
Údržba a opravy stromů	Kč/ha ¹	670	670	670
Údržba strojů	Kč/ha ¹	1300	1300	1300
Úklady z dřevů	Kč/ha ¹	600	600	600
Palivo	Kč/ha ¹	400	300	425
FIXNÍ NÁKLADY CELKEM	Kč/ha¹	3730	3631	3762
NÁKLADY CELKEM (variabilní + fixní)	Kč/ha¹	9380	8926	9128
VÝNOS	t/ha¹	zimo 3,8	zimo 4,0	seneno 2,8
	t/ha¹	oléma 5,8	oléma 4,5	oléma 4,0
CELKOVÉ NÁKLADY	Kč/t¹	zimo 2474	zimo 2231	seneno 3261
	Kč/t¹	oléma 226	oléma 236	oléma 870

(KOVÁŘOVÁ, JEVIČ A KOL.,2009)

Zajištění dostatku biomasy je tudíž přímo úměrné formě podpory její produkce. Současné plošné dotace pro PEP nijak nepodporují zájem zemědělců o jejich pěstování, když jsou stejné jako pro běžné plodiny (např. pšenici aj.). Dotace na zpracování a využívání biomasy z PEP jsou nevýznamné, protože když biomasa není, nemůže se ani zpracovávat, ani využívat. Polní energetické rostliny jsou zajímavé a důležité také proto, že jsou podstatně levnější (s výjimkou Miscanthu) než dřeviny (PETŘÍKOVÁ, 2008).

Jako všechny energetické plodiny mají své klady i zápory, tak je tomu tak i u dřevin. Převažují kladné poznatky při pěstování energetických plodin. A to hned z několika důvodů. Z pohledu efektu vegetace v krajině jsou využitelné v oblasti biologické, kde zlepšují biologickou činnost půd a v lokalitách kde např. nelze realizovat vznik koridorů nebo tam, kde nelze zvýšit biodiverzitu v zemědělské krajině. Další funkcí je funkce meliorační, kdy umožňují snižovat eroze na škody po ní napáchané, zlepšení půdních poměrů kdy dojde k vytvoření humusové vrstvy a

provzdušnění půdního horizontu. Další pozitivní funkcí je funkce izolační, kdy se oddělují a omezují negativní dopady na životní prostředí, snižuje se tak prašnost a hlučnost. A poslední zásadní funkce asanační slouží k regeneraci ploch po předchozích náročných pěstováních zhoršujících plodin.

2.6 Energetické rostliny a jejich vliv na životní prostředí

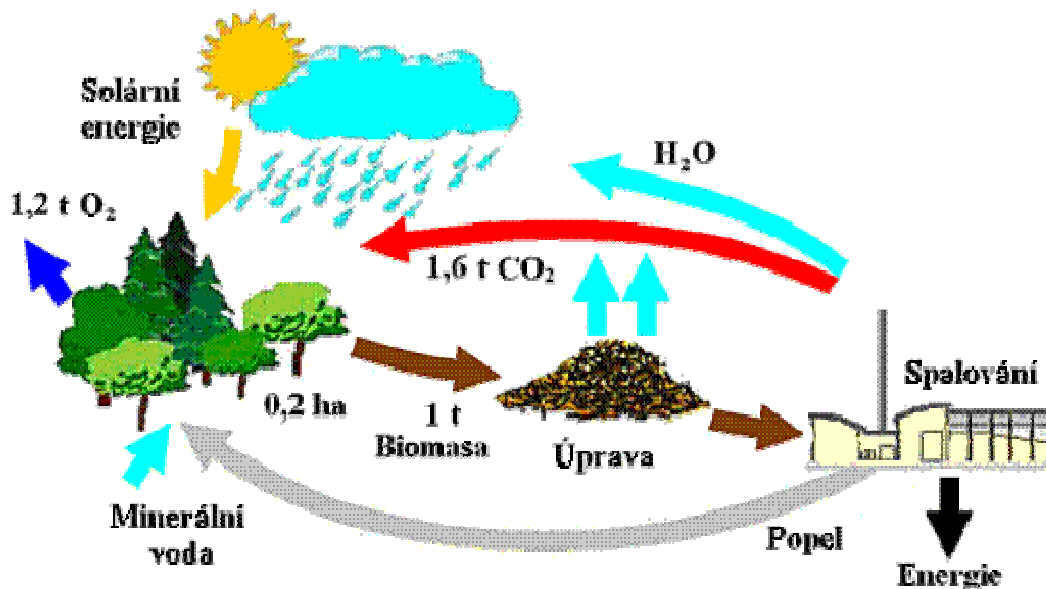
2.6.1 Využívání energie a změna klimatu

Tématikou pěstování energetických rostlin a dopadem na životní prostředí se zabývá HAVLÍČKOVÁ, K. A KOL.(2010) a řada dalších autorů. QUASCHNING (2008) se zmiňuje o problémech souvisejících se změnou klimatu i využíváním energie neboť souvislosti o globálním oteplování a vyšší spotřebou energie jsou nám známé již několik let. Především se jedná o takové klimatické problémy, které nelze přecházet, ale musejí se včas řešit. Mimo klimatických změn dochází i k růstu cen a to vlivem obrovské spotřeby ropy i plynu, a to lidskou populaci nutí hledat další a další alternativní zdroje – obnovitelné zdroje energie. V průběhu několika let by právě tyto alternativní rostliny mohly nahradit současné zdroje energií.

Využívání alternativních způsobů energie mělo prozatím na životní prostředí zřetelný vliv. Doposud se problémy životního prostředí omezovaly pouze na úroveň jednotlivých regionů, ovšem v posledních letech nabývají až globálních rozměrů. Tím může tedy docházet k tomu, že se globální klima začne vyvíjet chaotickým způsobem. Hlavním argumentem pro rozvoj biomasy jako obnovitelného zdroje energie se stal fakt, že tento zdroj energie neprodukuje oxid uhličitý. Je to však argument na zvážení. Jednak není souvislost antropogenních emisí oxidu uhličitého s globálním oteplováním dostatečně prokázána a existují značné odborné pochybnosti o tak jednoznačné příčinné souvislosti, jak je dnes prezentováno. Mimo oxid uhličitý však při spalování i zplyňování biomasy vzniká celá řada dalších škodlivin, jejichž dopady jsou často vyšší než při spalování fosilních paliv. Jelikož je za hlavní ekologický aspekt záměny fosilního paliva biomasou považována oblast škodlivých emisí vznikajících při spalování, jsou výzkumy založeny především na porovnání

množství vznikajících emisí z podobných zařízení používajících různé druhy paliv (OCHODEK, KOLONIČNÝA KOL., 2007).

Obr. č. 8.: Koloběh uhlíku v přírodě



<http://www.biomasa-info.cz/cs/ekouhlik.htm>

2.6.2 Energetické rostliny a půda

Mnohé krajinné oblasti jsou zamořeny např. těžkými kovy, jakožto pozůstatky po předchozí nešetrné industrializaci okolí. Většina energetických rostlin má pozitivní vlastnost vázat těžké kovy, což je uváděno jako nadějná možnost zbavit tyto oblasti této ekologické zátěže. Je to řešení častého problému dnešní doby, kdy stále rostoucí chemické znečištění životního prostředí má podle lékařů prokazatelně vliv na snižující se imunitu člověka a vznik alergií. Bohužel v předchozím bodě opěvované rychle rostoucí topoly mají tuto schopnost vázat těžké kovy nižší než ostatní energetické plodiny.

Je však nutné si uvědomit, že pro dekontaminaci půd je samozřejmostí následné spalování rychle rostoucích dřevin, na těchto místech pěstovaných, v topeništi s účinnými odlučovači. Teprve ty nám odstraněním nežádoucích škodlivin zaručí čistotu spalin (STUPAVSKÝ, 2008)

Zjevným rizikem energetických plodin je fakt, že Česko již pár let bojuje s větrnou i vodní erozí na polích a to hlavně na Jižní Moravě (PASTOREK, KÁRA, JEVIČ, 2004).

Dle ŠANTRŮČKA (2001) se TTP rozdělují na absolutní louky (využívány pouze sečně), absolutní pastviny (neoratelné plochy znemožňující svou svažítostí sečení), pastevní louky (umožňují kombinaci seče a pastvy) a speciální travní porosty (primárně určené k nezemědělskému využívání- okrasné, hřišťové, protierozní,...). Rozdělení TTP na louky a pastviny je dáno rozdílným způsobem obhospodařování. Luční porosty se několikrát za rok jednorázově pokosí a posečená hmota se z pozemku odstraní. Převážnou část roku porost zůstává bez výrazných zásahů, což umožňuje mnoha druhům rostlin a živočichů nerušeně dokončit svůj vývoj. U pastvin je četnost odběru biomasy odlišná. Porost je během vegetačního období selektivně spásán. Dochází k narušování vegetace sešlapem, zhuňování půdy a k návratu některých živin ve formě exkrementů od pasoucích se zvířat (KOLLÁROVÁ a kol., 2007).

Energie spalného tepla podsekových meziplodin v kukuřici

V roce 2004 byla sledována dynamika nárůstu nadzemní biomasy, množství energie spalného tepla a celková produkce energie podsekových meziplodin v kukuřici.

Byly zde sledovány varianty 1) *Trifolium repens*, 2) *Lolium perenne*, 3) kontrolní varianta. Pěstování podsekových meziplodin nevedlo k statisticky průkaznému snížení výnosu kukuřice ve srovnání s kontrolní variantou, naopak časné založení porostu *L. perenne* přispělo k průkazně vyšší produkci nadzemní biomasy ve srovnání s ostatními variantami. Množství energie spalného tepla podsekových meziplodin v sušině bylo v rozmezí od 17,75 do 18,37 kJ.g. Byl zaznamenán statisticky průkazný podíl mezi sledovanými druhy. Celková produkce energie podsekových meziplodin závisí na celkovém výnosu biomasy. Tento sledovaný projekt prokázal důležitost výběru vhodné meziplodiny a jejího optimálního termínu setí. KLESNIL (1980) uvádí, že travní porosty chrání půdu proti erozi nejen svojí drnovou vrstvou, ale i tím, že podporují vytváření drobtovité struktury. Také obohacují půdu o organickou hmotu, která je zdrojem humusu. Takovéto půdy

zadržují větší množství vody. Tím se nejen omezuje eroze, ale i zvyšuje zásoba půdní vody, což je důležité v podmínkách omezených vodních zdrojů.

2.6.3 Vliv na vodu a mikroklima

Díky mohutnému kořenovému systému rychle rostoucích dřevin a také travnímu systému na povrchu, mohou být tyto plantáže významným protierozním prvkem krajiny. Opad listů a zbytky z těžby také obohacují půdu organickými látkami, snižuje se vymývání živin z půdy, výsledkem je také stabilizace vodního a vzdušného režimu půdy. Tyto porosty mají prokazatelný vliv na kvalitu povrchových a podzemních vod. To, jak se porost rozrůstá, začíná rovněž po několika letech po výsadbě ovlivňovat mikroklimatické podmínky v těsné blízkosti a s přibývajícím výškou rovněž i širší okolí. A to například díky vzniklému stínu, snížení proudění vzduchu, zvýšení relativní vlhkosti vzduchu nebo díky nárůstu listové plochy porostu. Je zde také vyrovnanější denní průběh teplot.

KOLLÁROVÁ (2007) uvádí, že neutužené humózní půdy travních porostů mají vysokou infiltrační schopnost. Zároveň nadzemní biomasa porostů zachycuje na svém povrchu velké množství vody, snižuje rychlost povrchového odtoku a přispívá k jeho zmírnění. Tento efekt se uplatňuje zejména na svažitéch pozemcích, kde TTP zvyšují retenční schopnost půdy, zvláště při přívalových a dlouhotrvajících deštích.

Emise motorů spalujících biopaliva jsou srovnatelné s emisemi při použití ropných produktů. Případný únik biopaliv je méně rizikový z důvodu lepší biologické odbouratelnosti. Biopaliva první generace vyžadují pěstování na zemědělských půdách, což ve vyspělých zemích, kde je nadbytek potravin, považují zemědělci jako vítanou alternativu. Avšak poptávka vyspělých zemí po biopalivech vede k tomu, že v rozvojových zemích se pěstují energetické rostliny na úkor potravin (KADRNOŽKA, 2008). To vede k dalšímu zvětšování obdělávaných půd a kácení pralesů, což je v přímém rozporu se snahou snižovat obsah CO₂ ve vzduchu.

Produkce je dále spojena se spotřebou vody, pohonných hmot a hnojiv.

Biopaliva jsou také náročná na energii spotřebovanou při jejich výrobě. Tento problém by měla vyřešit paliva druhé generace, která se vyrábí z odpadních surovin a pomáhají tak řešit problém s odpady (SRDEČNÝ, 2009).

2.6.4 Energetické plodiny a jejich vliv biodiverzitu

Nové energetické plodiny, vyšlechtěné z původních i dovezených druhů rostlin nebo jejich kříženců, které jsou u nás pěstovány, musí být povoleny Ministerstvem životního prostředí. Tato povinnost vyplývá s ustanovení § 5 od. 4 a 5 zákona 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, které podmiňuje zavádění geograficky nepůvodních druhů rostlin do krajiny se souhlasem orgánu ochrany přírody. Již v letech 1996 - 1999 probíhalo na Ministerstvu životního prostředí posuzování druhů rychle rostoucích dřevin (RRD) a podle zákona byl vydán seznam doporučených klonů dřevin jako součást metodického pokynu ministerstva k nařízení vlády 505/2000 Sb. Tento seznam byl aktualizován v roce 2004 včetně popisu základních klonů a je uveřejněn ve Věstníku MZe č. 1/2004. Rozloha plantáží rychle rostoucích dřevin byla v době schvalování a aktualizace kolem 120 ha, od té doby se plocha podstatně zvětšila a rozšířila asi ve všech částech naší republiky.

Zvěř i ostatní volně žijící druhy jsou ve svých teritoriích značně ohroženy průmyslovým hospodařením v krajině, bez ohledu na složení druhů a jejich životních potřeb k zachování do budoucna (ZABLOUDIL, PETR, 2010).

V agrární krajině převážně s chovem drobné zvěře je třeba apelovat na blokové rozmístění různých rostlin a rozčlenit pěstování jedné rostliny na značných výměrách. Pokud se to nepodaří, zvěř žije v monodietním prostředí, navíc pod vlivem chemických látek (hnojení, ochrana) a v nebezpečí před rychlostní mechanizací, zároveň ale na mnoha místech také bez střídání plodin. Proto je reprodukce zvěře velmi omezena a některé druhy pomalu mizí (např. koroptve, křepelka aj.).

V lesnaté krajině je situace spárkaté zvěře velmi podobná, zvěř žije v prostředí stejnorodých porostů s minimálním zastoupením vhodných často plevelných dřevin (jíva, osika, vrba atd.). Způsob hospodaření v lesích a volný vstup do všech částí

lesa, turistika, sportovní aktivity, jízda motorovými prostředky a další vlivy narušují životní prostor zvěře natolik, že zvěř odchází na vegetační období do polních monokultur a dostává se opět do stresující situace.

Kromě již běžně pěstovaných energetických druhů rostlin jsou k pěstování využívány i méně známé traviny, byliny a křoviny, které mají negativní vliv na zdravotní stav zvěře.

ZABLOUDIL, PETR (2010), ve svých poznámkách dále uvádějí, že pěstování energetických plodin je na rozlehlých plochách pro zvěř nevyhovující a tím je tedy nutí k tzv. monodietě, které nepůsobí na zvěř pozitivně, naopak ji oslabuje a dochází k častým nemocem. Způsob pěstování rostlin je většinou ovlivňován chemickými látkami na zvýšení produkce a látkami proti škůdcům, které mají také negativní vliv pro zvěř. S ohledem na chov zvěře by bylo vhodné častější střídání plodin v rámci současných bloků, a to s malou šířkou do 50 m bez omezení délky jednoho bloku. Pro pěstování energetických druhů plodin lze využít v současnosti ladem ležící půdy. Obděláváním se zároveň sníží výskyt nežádoucích plevelů.

3. Závěr

Pěstování energetických rostlin má v našich podmínkách značný potenciál. Výhledově do roku 2020 se uplatní jako fytopaliva, odpadní fytomasa tj. obalový, stavební a komunální odpad (dřevní šrot, obaly) - 2 mil. t, dále dřevo a kůra (odpady z lesní těžby, prořezávky a odpad z dřevařského průmyslu) - 4 mil. t. Ze zemědělství může být pro energetické účely dodáno 25-40% sklizně vedlejšího produktu (sláma obilnin) - 3 mil. t. Postupně bude narůstat produkce cíleně pěstované fytomasy na uvolněné zemědělské půdě (energetické plodiny) - 6 mil. t.

Mezi záměrně pěstované energetické rostliny v podmínkách ČR patří z jednoletých bylin obilniny (pšenice, žito, triticales) jejich sláma nebo celé rostliny, dále řepka, konopí seté, kukuřice a čiroky, z vytrvalých bylin šťovík krmný, ozdobnice čínská, křídlatky, chrastice rákosovitá, eventuálně další travní druhy. Značný význam získají rychle rostoucí dřeviny - topoly a vrby. Pro naše podmínky jsou vhodnými topol černý (*Populus nigra L.*), topol balzámový (*Populus balsamifera L.*) a kříženci mezi topolem černým a bavlíkovým (*Populus x euroamerikana Dode Guinier.*).

Pro zakládání plantáží rychle rostoucích dřevin je možné využít značnou část půdy nevhodné pro zemědělské využití.

Při vhodném přístupu může být pěstování energetických rostlin přínosem pro životní prostředí. Zvláště porosty víceletých a vytrvalých energetických rostlin chrání půdu proti erozi svojí drnovou vrstvou, obohacují půdu o organickou hmotu, která je zdrojem humusu, zadržují větší množství vody čímž se zvyšuje zásoba půdní vody, což je důležité v podmínkách omezených vodních zdrojů. Několik let po výsadbě začnou porosty ovlivňovat mikroklimatické podmínky v těsné blízkosti a s přibývajícím výškou rovněž i širší okolí.

Je podstatné se zmínit o schopnosti řady energetických plodin vázat těžké kovy. Biologická dekontaminace půd energetickými rostlinami je vlastně řešením pro znečištěné životní prostředí.

Z krajinytvorného hlediska může být vliv pěstování energetických rostlin podstatně menší než vliv mnohých jiných lidských činností (lomy, atp.). Jedná se o netradiční plodiny s kterými se pozvolna začíná hospodařit na zemědělské půdě, což

může vést k tomu, že mohou vyvolávat netradiční vjemy v krajině. Ale např. topoly by měly v rozsáhlých nížinných agrocekozách působit příznivě, a to z toho důvodu, že díky nim dojde k rozčlenění krajiny. Rozšíření spektra pěstovaných plodin má značný vliv na biodiverzitu zemědělské krajiny počínaje půdním edafonem, přes bezobratlé až po zvěř, která je nejzřetelnějším indikátorem oživení krajiny.

Pěstování energetických rostlin je však třeba realizovat s ohledem na možná rizika, aby nedocházelo k negativním vlivům na přírodu a krajinu, a to i v dlouhodobém časovém horizontu.

V současné době se čím dál častěji hledá náhrada za fosilní energetické zdroje, a to právě z toho důvodu, že jejich zásoby se rok od roku snižují. Nezbyvá tedy, než začít spotřebovanou energii využívat efektivněji a smysluplněji. Nabízí se nám varianta využití obnovitelných zdrojů energie, proto nemysleme jen na sebe, ale myslíme i do budoucna a snažme se naši Zemi zanechat v co nejvýhodnějších podmínkách pro další generace.

4. Použitá literatura

- 1) ABRHAM, Z.: Ekonomika pěstování a využití biomasy z energetických plodin a trvalých travních porostů, In: Sborník přednášek z mezinárodního odborného semináře Produkcia a možnosti využitia poľnohospodárskej biomasy, Nitra, 23 júna 2004
- 2) ANDERT, D., GERNDTOVÁ, I., HANZLÍKOVÁ, I., ANDERTOVÁ, J., FRYDRYCH, J.(2006): Využití trav při produkci bioplynu. In: Energetické a průmyslové rostliny XI. - Sborník referátů CZ Biom, Chomutov 2006: 85-90.
- 3) ALEROVÁ L., cit. 15. 10. 2007, Dostupné z: <http://zemedelec.cz/v-bioetanolu-zaostavame/>
- 4) DAŇKOVÁ, L. (2002): Využití spalování biomasy v mlékárenském provozu. In: EKOTREND 2002 – Trvale udržitelný rozvoj. – Sborník z mezinárodní konference 28. – 29.3.2001, JU ZF, České Budějovice, D17-D20
- 5) DIVIŠ, J., KAJAN, M. (2009): Energie využitelná z kukuřice. Úroda, roč. LVII, č. 8, s. 26–284)
- 6) DLOUHÝ, P. (8.1.2010): <http://biom.cz/cz/obrazek/silazni-kukurice-ktera-je-mimochodem-velmi-vhodnou-plodinou-pro-vyrobu-bioplynu-ma-v-sobe-energii-ktera-dokaze-v-prepoctu>
- 7) FRYDRYCH, J., CAGAŠ, J., MACHÁČ, J.(2002) : Energetické využití některých travních druhů. Praha, ÚZPI, Zemědělské informace č. 23,s 35
- 8) FRYDRYCH, J., ANDERT, D., KÁRA, J., JUCHELKOVÁ, D. (2005): Trávy jako obnovitelný zdroj energie. Úroda, 11: 37-39.
- 9) FRYDRYCH, J., ANDERT, D., KÁRA, J., JUCHELKOVÁ, D. (2006): Výzkum a využití trav pro energetické účely. In: Energetické a průmyslové rostliny XI. - Sborník referátů CZ Biom, Chomutov 2006: 39-45.
- 10) GEMERLOVÁ, M., BRANT, V., ZÁBRANSKÝ, P., PIVEC, J., KROULÍK, M., ŠKEŘÍKOVÁ, M., (2012): Eliminace kapkové eroze v porostech kukuřice seté. Aktuální témata v pícninářství a trávnickářství 2012, 5. prosince 2012, Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze, 11-16.

- 11) HAVLÍČKOVÁ, K., A KOL. (2007): Zhodnocení ekonomických aspektů pěstování a využití energetických rostlin. Vědecký ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví Průhonice a JU ZF v ČB, 92.
- 12) HAVLÍČKOVÁ, K., WEGER, J., BOHÁČ, J., ŠTĚRBA, Z., HUTLA, P., KNÁPEK, J., VAŠÍČEK, J., STRAŠIL, Z., KAJAN, M., LHOTSKÝ, M. (2008): Rostlinná biomasa jako zdroj energie. VÚKOZ, Průhonice, 82
- 13) HAVLÍČKOVÁ, K. a kol.(2010): Analýza potenciálu biomasy v České republice. Průhonice: 2010 ISBN 9778-80-85116-72-4, 31.
- 14) HONZÍK, R., UŠŤAK, S. (1997): Energetické využití biomasy. Sborník VUSTE-APIS, Praha, 4-5.
- 15) KADRNOŽKA, J., Biomasa – velká energetická a ekologická očekávání se zjevně naplní, Energetika, č. 2/2008, s. 54-60, ISSN 0375-8842
- 16) KÁRA, J. (2005): Způsoby využití biomasy k energetickým účelům. Internetová publikace na adrese www.vuzt.cz
- 17) KÁRA, J., HUTLA, P., PASTOREK, Z. (2001): Anaerobní fermentace vlhkých organických materiálů – výroba bioplynu. In: EKOTREND 2001 – trvale udržitelný rozvoj. – Sborník z mezinárodní konference 28.-29.3. 2001, JU ZF, České Budějovice, 207-210.
- 18) KLESNIL, A, et al. Pícninářství II. Praha: Vysoká škola zemědělská v Praze, 1980. 208 s.
- 19) KLIMEŠ, F. (2004): Lukařství a pastvinářství. Biodiagnostika a speciální prátotechnika. ZF JU, Č. Budějovice, 157.
- 20) KOLLAROVÁ, Maria, et al. Zásady pro obhospodařování trvalých travních porostů. In [online]. [s.l.] : [s.n.], 2007 [cit. 2011-06-02]. Dostupné z WWW: <http://212.71.135.254/vuzt/poraden/prirucky/p2007_01.pdf>.
- 21) KOLÁŘ, L. (1997): Energetické využití biomasy. Sborník VUSTE-APIS, Praha, 47-49.
- 22) KOLEKTIV AUTORŮ (1986): Využití biomasy k energetickým účelům. Studie VTR. ÚVTIZ, Praha, 67.
- 23) KOLEKTIV AUTORŮ (2006): Energetické a průmyslové rostliny XI. - Sborník referátů z odborné konference. CZ Biom a VÚRV a Envi Bio, Chomutov – Praha, 133.

- 24) KOLONIČNÝ, J., HASE, V., (2011): Využití rostlinné biomasy v energetice, Vysoká škola báňská – Technická univerzita, Výzkumné energetické centrum Ostrava, ISBN 978-80-248-2541-0, 150.
- 25) KOHOUT, P., CEJLAK I., BOHÁČ J., PAVELCOVÁ, L., (2010): Rychle rostoucí dřeviny v energetice (Topoly a vrby), ISBN: 978-80-7394-247-2, 101s
- 26) KONVALINA, Petr, et al. Pěstování rostlin v ekologickém zemědělství. [s.l.] : [s.n.], 2007. 118 s.
- 27) KOVÁČ, L., Zborník z medzinárodnej vedeckej konferenci, „Inovatívne technológie pre efektívne využitie biomasy v energetike“ © Podnikovo hospodárska fakulta v Košiciach, Ekonomická univerzita v Bratislave, 2009 ISBN 978-80-225-2962-4, 226s
- 28) KRAMOLIŠ, Petr: Využití travní fytomasy pro výrobu elektrické energie a tepla. *Biom.cz* [online]. 2004-11-03 [cit. 2014-04-22]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyuziti-travni-fytomasy-pro-vyrobu-elektricke-energie-a-tepla>>. ISSN: 1801-2655.
- 29) LIBRA, M., POULEK, V. (2007): Zdroje a využití energie. ČZU v Praze (Kamýcká 129, 165 21 Praha 6), 140.
- 26) MACH, M., (17.4.2008) : <http://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/mohou-za-zvysovani-cen-potravin-biopaliva>
- 30) MOUDRÝ, J., SOUČKOVÁ, H. (2006): Nepotravinářské využití fytomasy. VÚZE v Praze a ZF JU v Č. Budějovicích, 95.
- 31) MOUDRÝ, J., STRAŠIL, Z. (1996): Alternativní plodiny. ZF JU Č. Budějovice, 90.
- 32) MOUDRY, J., STRAŠIL, Z. (1998): Energetické plodiny v ekologickém zemědělství. Spolek poradců v ekologickém zemědělství, vhpres Hradec Králové ve spolupráci s nadací Partnerství, 56.
- 33) MOUDRÝ, J., STRAŠIL, Z. (1999): Pěstování alternativních plodin. JU ZF v Českých Budějovicích, 165.
- 34) MURTINGER, K., BERANOVSKÝ, J. (2006): Energie z biomasy. Brno: ERA, 94.
- 35) <http://www.nazeleno.cz/energie/energetika/vyroba-elektriny-v-cr-era-uhli-konci-nahradi-jej-jadro.aspx>

- 36) OCHODEK, T., KOLONIČNÝ, J., BRANC M., :Ekologické aspekty záměny fosilních paliv za biomasu“ , Ostrava 2007, ISBN 978-80-248-1595-4, I. Vydání, 143
- 37) PASTOREK, Z., KÁRA, J., JEVÍČ, P. (2004): Biomasa – obnovitelný zdroj energie, FCC Public, Praha, 287.
- 38) PASTOREK, Z., KÁRA, J., HUTLA, P., ANDERT, D., SLADKÝ, V., JELÍNEK, A., PLÍVA, P. (1999): Využití odpadní biomasy rostlinného původu. VÚZT Praha, 49
- 39) PETŘÍKOVÁ, V. (2006): Nové zkušenosti s pěstováním energetických plodin a podmínky pro rozvoj fytoenergetiky v ČR. In: Energetické a průmyslové rostliny XI. - Sborník referátů CZ Biom, Chomutov, 17-28.
- 40) PETŘÍKOVÁ, V., A KOL. (2006): Energetické plodiny. ProfiPress, s.r.o., Praha, 127.
- 41) PETŘÍKOVÁ, V., a kol.(2006): Energetické plodiny, Profipress Praha, 127 s
- 42) PETŘÍKOVÁ, V. (8.1.2010): Nejnovější zkušenosti s pěstováním energetického šťovíku – Uteuša. <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/nejnovejsi-zkusenosti-s-pestovanim-energetickeho-stoviku-uteusa>
- 43) PETŘÍKOVÁ, V.(8.1.2010):VÚRV, Praha-Ruzyně, CZ-Biom, <http://stary.biom.cz/sborniky/sb96petrikova/petrikova.html> (8.1.2010)
- 44) PREININGER, M. (1987): Energetické hodnocení výrobních procesů v rostlinné výrobě. Metodika ÚVTIZ, č. 7, 27 s
- 45) ŘÍMOVSKÝ, K., HRABĚ, F., VÍTEK, L. (1989): Polní pícniny, VŠZ Brno, 165s
- 46) SOUČKOVÁ, H., MOUDRÝ, J. (2005): Využití fytomasy pro energetické účely. Sborník vědeckých publikací z mezinárodního semináře „Nepotravinářské využití fytomasy“ ZF JČU v ČB, VÚZE Praha, České Budějovice, 123.
- 47) SRDEČNÝ, K., TRUXA, J. (2000): Obnovitelné zdroje energie v Jižních Čechách a Horním Rakousku. Praha: EkoWATT, 77.
- 48) SRDEČNÝ, K. a kol. Obnovitelné zdroje energie – Přehled druhů a technologií 1. Vydání. Ministerstvo životního prostředí, 2009. ISBN: 978-807212-518-0, 32s

- 49) STRAŠIL, Z. (1999): Energetické bilance v rostlinné výrobě u vybraných alternativních plodin. In.: Kalorimetrický seminář 1999, Hotel Skalka, Železná Ruda, Šumava, 28-28 s., 24. - 27. května 1999. <http://stary.biom.cz/clen/zs/bilance.html>
- 50) STRAŠIL, Z.(2009): Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha 6 - Ruzyně, 2009 ,ISBN 978-80-7427-006-2, 48s
- 51) STRAŠIL, Z. (8.1.2010): Ozdobnice čínská (*Miscanthussinensis* Anderss.), Chrastice rákosovitá (*Phalaroidesarundinacea*(L.) Rauschert) <http://stary.biom.cz/sborniky/99kara/03.html>
- 52) ŠANTRŮČEK, J. A KOL. (2001): Základy pícninářství. ČZU v Praze, Fakulta agronomická, 139s
- 53) USŤAK, S. (2000): Netradiční rostliny perspektivní pro bioenergetické účely. In: Energetické a průmyslové rostliny – VI., Chomutov : VÚRV, CZ-Biom, 41-50 s.
- 54) USŤAK, S. (2000): Šťovík Utueša – perspektivní energetická bylina. In: Energetické a průmyslové rostliny – VI., Chomutov : VÚRV, CZ-Biom, 59-64 s.
- 55) USŤAK, S. (2002): Šťovík Uteuša – plodina perspektivní pro fytoenergetiku. *Biom.cz*[online]. 2002-07-01 [cit. 2008-04-17]. Dostupné z www: <>. ISSN: 1801-2655.
- 56) USŤAK, S. (2006): Rozvoj pěstování a využití biomasy pro energetické a průmyslové účely v ČR: technické a ekonomické aspekty a základní překážky. In: Energetické a průmyslové rostliny XI. - Sborník referátů CZ Biom, Chomutov: 118-133.
- 57) USŤAK, S. (8.1.2010): <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/stovik-uteusa-plodina-perspektivni-pro-fytoenergetiku>
- 58) VÁŇA, J. (1997): Energetické využití biomasy. Sborník VUSTE-APIS, Praha, 1-3.
- 59) VÁŇA, V., HAVLÍČKOVÁ, K. (2006): Možnosti využití rychle rostoucích dřevin v podmínkách ČR. In: Sborník referátů z odborné konference „Energetické a průmyslové rostliny XI.“, CZ Biom a VÚRV, 15.6.2006, Chomutov, 108-117.
- 60) VELICH, J. (1994): Pícninářství. VŠZ v Praze, Fakulta agronomická, 204

- 61) ZABLOUDIL, F., JIŘÍ, P., 7/2010 : Vliv rostlinných druhů na zařazených do energetických (technických) plodin na zvěř, Časopis Myslivost, 32s
- 62) ZELENKA, R., MAŘÍK, M., (21.4.2011) : <http://ekonom.ihned.cz/c1-51632960-misto-chleba-budiz-svetlo>
- 63) <http://www.snizujeme.cz/clanky/pelety-jako-topivo-vyplati-se>
- 64) <http://europeangreencities.com/pdf/activities/ConfJun2005/Czech/16.%20Energetick%C3%A1%20biomasa%20z%20poln%C3%ADch%20kultur.pdf>
- 65) !! Čirok. Biom.cz [online]. 2011-07-31 [cit. 2012-04-03]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/cirok>
- 66) <http://www.vlastnihlavou.cz/krysy-krmene-gmo-plne-nadoru/>
- 67) http://cs.wikipedia.org/wiki/Geneticky_modifikovan%C3%BD_organismus
- 68) http://etext.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?titul_key=4&idkapitola=239
- 69) <http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/1992/sb004-92.pdf>
- 70) http://cs.wikipedia.org/wiki/Obnoviteln%C3%BD_zdroj_energie
- 71) http://zpravy.e15.cz/byznys/prumysl-a-energetika/obnovitelne-zdroje-jsou-nejsilnejsi-ve-skandinavii-774790#utm_medium=selfpromo&utm_source=e15&utm_campaign=copylink
- 72) <http://www.nazeleno.cz/energeticke-plodiny.dic>