

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Bakalářská práce

Energetické plodiny – současný stav a využití

Vedoucí bakalářské práce:

Polák Martin, Ing. Ph.D.

Autor bakalářské práce:

Lukáš Mlejnek

Praha 2011

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a všechny zdroje, které jsem při psaní použil, jsou uvedeny v přiloženém seznamu použité literatury.

V Praze dne 9. dubna 2011

Poděkování

Děkuji Ing. Martinu Polákovi Ph.D., za pozornost, rady a odborné vedení, které mi poskytl při zpracovávání této bakalářské práce. V neposlední řadě patří vřelý dík celé mé rodině za psychickou a finanční podporu během studia.

Anotace

Potřeba alternativních zdrojů energie, produkce biomasy, pěstování, zpracování a využití energetických plodin. Téma, které vystihuje řešení předložené bakalářské práce. O vzrůstajícím významu pěstování energetických plodin není pochyb. Na významu nabývá především jejich energetické a průmyslové využití a ekonomické zhodnocení na trhu tohoto druhu komodit.

Zvláštní pozornost bakalářské práce je věnována konopí setému, jeho významu a využití v průmyslu. Zmíněna je i možná podpora státu a EU formou dotačních programů na pěstování energetických plodin.

Summary

The need for the alternative energy sources, the biomass production, the cultivation, the processing and the utilization of energy crops. Theme, which describes the solution proposed by this thesis. The increasing importance of energy crops is not in doubt. The importance becomes especially their energy use and industrial and economic evaluation of the market for this kind of commodity

Particular attention of thesis is devoted to cannabis its significance and use in industry. It is mentioned also its possible support by Czech Republic and EU with subsidy programs for energy crops cultivation.

Klíčová slova

Biomasa, energetické plodiny, energetické byliny, konopí seté, energie

Keywords

Biomass, energy crops, hemp, energy

OBSAH

1.	ÚVOD	1
2.	BIOMASA	3
3.	TYPY A DRUHY ENERGETICKÝCH PLODIN	5
3.1.	ENERGETICKÉ BYLINY.....	5
3.1.1.	Čiroky (<i>Sorghum adams</i>).....	5
3.1.2.	Laskavec (<i>Amaranthus</i>).....	6
3.1.3.	Energetické obiloviny	7
3.1.4.	Len setý – olejný (<i>Linum usitatissimum L.</i>)	8
3.1.5.	Lnička setá (<i>Camelina sativa L. Crantz</i>)	9
3.1.6.	Slunečnice roční (<i>helianthus annuus L.</i>).....	9
3.1.7.	Světlice barviřská – saflor (<i>Carthamus tinctorius L. (partím)</i>)	9
3.1.8.	Topinambur (<i>Helianthus Tuberosus L.</i>).....	10
3.1.9.	Šťovík krmný (<i>Rumex patientia L., Rumex tianschanicus A. Los</i>).....	12
3.1.10.	Sida vytrvalá (<i>Sida Hermaphrodita Rusby</i>).....	13
3.1.11.	Ozdobnice čínská (<i>Miscanthus giganteus</i>)	14
3.1.12.	Kostřava rákosovitá (<i>Festuca arundinacea (L) Schreb.</i>).....	15
3.1.13.	Psineček veliký – bílý (<i>Agrostis gigantea Roth.</i>)	16
3.1.14.	Ovsík vyvýšený (<i>Arrhenatherum elatius (L.) Beauv. ex J. et C. Presl</i>).....	17
3.1.15.	Chrastice rákosovitá (<i>Phalaris Arundinacea L.</i>).....	18
3.1.16.	Sveřepy (<i>Bromus</i>)	20
4	KONOPI SETÉ (CANNABIS SATIVA L.)	22
4.1	POVOLENÉ ODRŮDY	23
4.2	STANOVIŠTĚ.....	23
4.3	OSEVNÍ POSTUP	23
4.4	HNOJENÍ.....	24
4.5	PŘÍPRAVA PŮDY A SETÍ.....	24
4.6	ZÁSADY BĚHEM VEGETACE	25
4.7	SKLIZEŇ A JEJÍ TECHNOLOGIE	25
4.7.1	Termín sklizně.....	25
4.7.2	Technologie sklizně.....	26
4.8	VÝNOSY	29
4.9	VYUŽITÍ	29
4.10	OHLAŠOVACÍ POVINNOST.....	30
4.11	EKONOMIKA.....	31
4.11.1	Faktory ovlivňující cenu	31
4.11.2	Režijní náklady	32
4.12	DOTACE	34
5	PŘEHLED VÝNOSOVÝCH PARAMETRŮ ENERGETICKÝCH BYLIN	35
6	ZÁVĚR	37
7	POUŽITÁ LITERATURA	38

1. Úvod

Potřeba výroby energií neustále roste. Rozmach průmyslu všeho druhu, množství automobilů, rozvoj stavebnictví a s tím spojená výstavba bytů a rodinných domů, spotřeba domácností apod., to všechno jsou spouštěcí mechanismy pro nárůst výroby energií na celém světě. Ať už se jedná o tolik diskutovanou sluneční energii, vodní, větrnou, geotermální, parní, jadernou, či zatím méně známou energii mořských řas, ale i celou řadu dalších, téměř vždy se jedná o získání strategického a tolik žádaného produktu, tedy elektrické energie a tepla. Tyto dvě komodity, ač jsou nehmotné, jsou pro náš život zcela zásadní. Globální vývoj lidí, zemí, kontinentů a světa jako celku nastavil limity spotřeby energie na neuvěřitelné hodnoty. Otázka zní jasně. Jak a z čeho budeme do budoucna energii vyrábět, za jakou cenu, a s jakým dopadem na životní prostředí. Jaderná energie bude hrát zcela nepochybně prim, je to energie čistá, vystavěných kapacit je ve světě hodně. Problémem, v poslední době umocněným katastrofou v japonské Fukušimě, se stává bezpečnost, stále větší nedostatek štěpného materiálu a jeho rostoucí cena. Alternativních tepelných elektráren jako zdrojů tepla a elektřiny jsou ve světě stovky, různých kapacit a druhů, s různou účinností a v neposlední řadě s různým a v každém případě negativním dopadem na životní prostředí. Tepelné elektrárny jsou na ústupu, nové se ve velkém nestavějí, jsou modernizovány a osazovány nejnovějšími filtry proti spadu popílku. Díky úbytku fosilních paliv jsou často rekonstruovány na podstatně ekologičtější plyn. Energie z vodních toků patří k nejstarším energetickým zdrojům, které se lidstvo ve své historii naučilo využívat. Pro výrobu elektrické energie má ve světě nezastupitelný význam a do budoucna bude využívána.

A jakou energii budeme využívat v budoucnosti? Zvítězí jaderná energie nebo alternativní obnovitelné zdroje? Právě tyto dva druhy energie produkují relativně nejmenší množství emisí, i když v případě jaderných elektráren jsou velkým problémem mezisklady i konečná úložiště vyhořelého paliva. Mezi obnovitelné zdroje patří energie z větru, moderní a efektivní generátory tomuto oboru dávají do budoucnosti velkou naději. Jejich výstavba je samozřejmě spojena pouze s vhodnými lokalitami. Ekologický přínos je nesporný, naprosto čistá energie, jejíž čistota naráží pouze na nevhlednost obrovských vrtulí na vrcholech kopců. Energií zítřka se mohou stát tzv. geotermální elektrárny využívající teplot zemského nitra. Na některých místech pod zemským povrchem jsou horniny

sálající teplo a díky nim se tvoří horké prameny a gejzíry, nebo páry unikající ze země. Právě takovéto lokality jsou vhodné pro výstavbu geotermálních zařízení. Technologie je vyvinuta a ve světě již vzniká několik geotermálních elektráren. Jmenovat můžeme Izrael a Japonsko. Mezi zásadní, velice diskutované a do budoucna hojně využívané druhy energií bude bezesporu patřit využití sluneční energie. Energie slunečních paprsků dopadajících na Zem je obrovská – 12 000x větší než celosvětová spotřeba paliva. Sluneční paprsky rozptýlené po celé ploše se zachytí, jejich energie odebere a přemění na elektřinu a teplo. Zní to jednoduše, ovšem vývoj a výroba solárních, potažmo fotovoltaických článků je poměrně drahá. Tato technologie zažívá v posledních letech neuvěřitelný rozmach, konců vidět je to i v České republice.

2. Biomasa

Biomasa obecně je veškerá organická hmota na Zemi, která se účastní koloběhu živin v biosféře. Jedná se o těla všech organismů, živých i mrtvých, od největších druhů až po mikroskopické – tj. živočichů, rostlin, hub, bakterií a sinic. Rozeznáváme především zbytkovou (odpadní) biomasu – dřevní odpady z lesního hospodářství a celulózopapírenského, dřevařského a nábytkářského průmyslu, rostlinné zbytky ze zemědělské výroby a údržby krajiny, komunální bioodpad, odpady z potravinářského průmyslu a cíleně pěstovanou biomasu - energetické plodiny a rychle rostoucí dřeviny.

Energetické využití biomasy je obrovské. Ať již chemickou přeměnou (spalování, zplynování) nebo biologickými procesy (kvašení, kompostování), v každém případě získáváme řadu produktů (olej, plyn, dehet, metan, čpavek, metanol, etanol, bioplyn, metan), které mají následné využití při výrobě elektřiny, tepla a výroby biopaliv pro pohon vozidel. Česká republika, jako členský stát EU se zavázala splnit cíle, které nám byly stanoveny v oblasti obnovitelných energií a využití biomasy. V České republice při energetickém využívání biomasy přistupují kromě omezování globálního oteplování a klimatické změny ještě další nezanedbatelné efekty. Je to zejména využití nadbytečné půdy nepotřebné při výrobě potravin pěstováním energetických rostlin. Nepotřebná půda je zatravňována a za pomoci rozsáhlých dotací poté udržována. Pěstováním energetických rostlin na takto nadbytečné půdě je možno zajistit údržbu krajiny, snížit eroze a omezit zaplevelování. Významnou součástí pěstování energetických rostlin, výroby fytopaliv a budováním s tím souvisejících zařízení je i vytváření pracovních příležitostí a rozvoj venkova. Jedním z nejdůležitějších a nejvýznamnějších efektů je omezování emisního zatížení spalováním fytopaliv.

Jedním z nejzajímavějších druhů biomasy, zažívající obrovský rozmach je tzv. cíleně pěstovaná biomasa, mezi které patří energetické plodiny a rychle rostoucí dřeviny.

Výraz energetické plodiny zahrnuje rostliny pěstované především pro energetické využití, nikoliv pro produkci potravin či využití technické. Téměř každou rostlinu jde energeticky využít, ale ne každá má odpovídající vlastnosti. Jednodušší definice zní: „**Energetické byliny** jsou rostliny s nedřevnatým stonkem cíleně pěstované pro produkci energie.“

Měly by mít tyto vlastnosti:

- velký obsah sušiny v době sklizně (minimálně 10 t/ha)
- vysoká výhřevnost a nízký obsah popela
- nenáročnost na živiny a vodu
- odolnost vůči chorobám a škůdcům

3. Typy a druhy energetických plodin

3.1. Energetické byliny

3.1.1. Čiroky (*Sorghum adams*)

Jednoletá bylina patřící do čeledi lipnicovité, skupiny vousatkovité. Tato rostlina zatím není v České republice příliš rozšířená z důvodu její náročnosti na teplo. Velkou výhodou je nenáročnost na půdu a díky dobrému hospodaření s vodou i odolnost proti suchu. Podle směru využití se čiroky dělí do čtyř skupin:

- a) **Čirok obecný (*S. vulgare* var. *Eusorghum*):** Pěstování za účelem získání zrna. Dosahuje nižšího vzrůstu.
- b) **Čirok technický (*S. vulgare* var. *technicum*):** Silně vyvinutá lata, která je surovinou pro výrobu kartáčů a košťat. Zrno jako vedlejší produkt.
- c) **Čirok cukrový (*S. vulgare* var. *saccharatum*):** Méně vhodný pro přímé spalování pro vysoký obsah cukru a až do sklizně je příliš vodnatý. Vhodnější jako krmná rostlina. Šťáva ze stébla je využívána pro výrobu lihu či sirupu.
- d) **Čirok súdánský, súdánská tráva (*S. vulgare* var. *Sudanense*):** Nejvhodnější pro energetické účely, vzniká velké množství hmoty (2 – 3 m výšky)

Na našem území je povolena odrůda Hyso 2 (kříženec čiroku a súdánské trávy). Technologie pěstování je téměř stejná jako u kukuřice. Rovněž při zařazování čiroků do osevních postupů lze volit obdobná kritéria jako v případě kukuřice. Nároky na živiny jsou značné a podobné jako u kukuřice. Především v červenci a srpnu spotřebuje nejvíce živin. Ke hnojení je vhodná kejda nebo chlévský hnůj v dávce 30 – 50 kg/ha. Výsev se provádí koncem dubna nebo začátkem května. Čiroky později využitě pro energetické účely se sejí do 20 – 30 cm širokých řádků s výsevkem osiva od 30 do 50 kg/ha. Odrůdu **Hyso 2** lze pěstovat i na půdě zrekultivované po průmyslové devastaci. V průměru se dosahuje 14 t sušiny z 1 ha. Vyšších výnosů lze dosáhnout v teplejších oblastech při dobré zásobě vody a pravidelném hojení dusíkem. Sklizeň čiroku je poměrně jednoduchá, užíváme běžnou sklízecí mlátičku. [1]

Obr. 2.: Čirok [10]



3.1.2. Laskavec (*Amaranthus*)

Jednoletá jarní rostlina pocházející z Jižní Ameriky s vysokými výživovými hodnotami, která se od roku 1993 začala pěstovat i u nás. Díky vyváženému poměru především bílkovin a sacharidů se začala využívat v programu racionální stravy. V Africe se pěstuje jako listová zelenina. Některé druhy amarantu (*Amarantus australis*) jsou schopny dorůst až do výšky 9 m, produkuje tedy velké množství nadzemní hmoty, a to znamená vysoký energetický potenciál. K energetickým účelům je v České republice vysévána a testována odrůda **OLEL 2004**. Výnosy dosahují průměrných hodnot 8 – 10 t/ha suché hmoty. Rostlina před dozráním obsahuje velké množství listové plochy, kterou je potřeba dodatečně vysoušet.

Amarant vyžaduje dostatek světla, vyšší teploty, ale nevyžaduje velké množství vláhy. Nevhodnější doba pro setí je v období května či začátek června do vyhřáté půdy nad 12°C a teplotou vzduchu na 15°C. Semeno nemá mnoho zásobních látek, je tedy dosti závislé na okolní půdě. Nevhodný je výsev na pozemcích s výskytem teplomilných plevelů. Naopak vhodnou předplodinou je pšenice, ječmen, řepka, luskoviny atd.

Amarant je díky velkému nárůstu hmoty potřeba pravidelně zásobovat dostatkem živin, zejména draslíkem (120 – 140 kg/ha) a fosforem (60 – 80 kg/ha). Dusíku postačuje běžná dávka mezi 50 – 60 kg/ha. Pokud nejsou příznivé růstové podmínky, aplikuje se doplňková dávka dusíku v tekuté formě (20 – 35 kg/ha).

Porost je třeba chránit proti zaplevelením. Vhodnými přípravky jsou Roundup SG (2 – 2,5 l/ha), Touchdown (2 l/ha), nebo Roundup Biaktiv (1,5 – 2 l/ha). Posledně jmenovaný lze použít i den před setím. Sklizeň je ztížena obsahem vody v rostlině. Pro energetické účely musí být obsah vody co nejnižší. Vhodná je desikace prvními mrazy a okamžitá sklizeň, aby nedocházelo ke ztrátám zrna. Ke sklizni využíváme sklízecí mlátičku nastavenou obdobně jako při sklizni máku. Při spalování záleží na procentu vlhkosti fytomasy. Výhřevnost se pohybuje v rozmezí 14 – 21 MJ/kg. Výhřevnost u řezanky s vlhkostí 30 – 35% se dosáhneme výhřevnosti 10 – 12 MJ/kg. [1]

Obr. 3.: *Amaranthus caudatus* – laskavec ocasatý [12]



3.1.3. Energetické obiloviny

V současné době se k výrobě tepla a elektřiny z biomasy využívá lesní a dřevní odpad. K energetickým účelům lze ale vhodně využít i slámu z obilovin, která vzniká jako vedlejší produkt při sklizni zrna. Nejvíce se využívá sláma pšeničná, neboť se v ČR pěstuje na největších plochách. Použít můžeme i slámu ječnou. Současně se ale s využívání slámy ke spalování, u nás vedou diskuze, zda neokrádáme půdu o živiny. Tento aspekt je sice důležitý, ale je třeba znát míru obohacování půdy o zaorávanou slámu. Pokud by se zaorávala veškerá sláma (po odečtu spotřeby na stlaní a krmení), nastalo by většinou přechodné snížení půdní úrodnosti a to v důsledku tzv. biologické sorpce. Půdní mikroflóra potřebuje

pro rozklad organické hmoty (dodané slámou) živiny, které se pak nedostávají pro výživu právě pěstovaných rostlin. Pro omezení tohoto jevu by bylo nutné dodat do půdy zvýšené množství živin, zejména dusíku, což významně zvyšuje náklady. Zvýšený podíl zaorávané slámy je zvláště rizikový v sušších oblastech, kde vedle živin často chybí pro přeměnu organické hmoty v půdě nezbytná vláha. Důsledkem je dlouhodobě nerozložená sláma. Je ale zjištěno, že třetina slámy zůstává po sklizni nevyužita. Proč tedy nechat ladem materiál, který může sloužit jako cenný zdroj energie? Často se pro spaluje celá rostlina, včetně zrna. Vhodnými odrůdami jsou například ozimé žito, kříženec pšenice a žita (tritikale). Odrůdy uznané na našem území jsou následující:

- **Žito:** Daňkovské nové, Beskyd, Albedo, Selgo
- **Tritikale:** Presto, Ring, Disko, Kolor, Modus

Velkou výhodou pěstování obilovin je, že technologie pěstování a sklizně je domácím zemědělcům dobře známa. Stačí použít obyčejnou sklízecí mlátičku pro sběr zrna a slámu v rádcích slisovat do balíků, které budou později využity jako palivo ve speciálních kotelnách. Tvar balíků je přizpůsobován právě jim. Množství produkce sušiny se pohybuje v průměr 10t/ha. [2]

3.1.4. Len setý – olejný (*Linum usitatissimum* L.)

Jednoletá bylina patřící do čeledi Inovité. Dříve byl len nejvýznamnější Evropskou přadnou rostlinou. Dnes se největší plochy nacházejí na Českomoravské vrchovině. Dobře se mu daří i v přímořských oblastech. Pěstuje se i za účelem získání semene, obsahující olej (30 – 40%).

V dnešní době se o lnu hovoří v souvislosti s energetickými plodinami. Sláma je jako vedlejší produkt vhodná ke spalování. Množství sklizené nadzemní hmoty je 6,55 až 12,9 t/ha. Sklízí se v plné zralosti. U nás jsou povoleny dvě odrůdy: **Atalante** (1997) a **Flanders** (1996).

Využití najde, kromě fytoenergetiky, ve farmacii, kosmetice a potravinářství. [2]

3.1.5. Lnička setá (*Camelina sativa* L. Crantz)

Rostlina pocházející z jihovýchodní Evropy, přední Asie a severozápadní Afriky. Lnička patří do čeledi brukvovité. Nenáročná plodina schopná růst snad na všech typech půd. Odolná vůči suchu a nižší teplotám v počátcích růstu.

Lnička má však pouze malý fytoenergetický význam. Pro její malý vzrůst nedosahuje velkých výnosů sušiny. Výnosy jsou přibližně 3,2 – 5,4 t/ha.

Sejeme brzy z jara do hloubky 1 – 2 cm s výsevem 8 – 12 kg/ha. Někdy jsou doporučovány širší řádky. Odrůdy jsou u nás povoleny dvě: **Hoga** (1998) a **Svalöf** (ve státních zkouškách). [2]

3.1.6. Slunečnice roční (*helianthus annuus* L.)

Další olejnatá rostlina, použitelná ve fytoenergetice. Primárním produktem je semeno. Díky vysokému vzrůstu vzniká velké množství nadzemní hmoty. Často jsou problémy s její likvidací, a tak se přímo nabízí využití ke spálení ve vhodném tvaru. Dostatečně vyschlé stonky se rozřežou na hrubou řezanku, podobnou dřevní štěpce. Kromě oleje a paliva zle ze slunečnice využít okvětní plátky, používané v čajových směsích. [2]

3.1.7. Světlice barvířská – saflor (*Carthamus tinctorius* L. (partím))

Rostlina jednoletá bylina patřící do čeledi hvězdnicovité nedosahuje vysokého vzrůstu. Dříve se používala především pro získávání barviva z květů, dnes i pro produkci kvalitního oleje ze semen. Množství obsaženého oleje není sice tolik, ale obsah kyseliny linolové je větší, než u slunečnice. Slámu lze použít pro výrobu papíru a samozřejmě na spalování.

Světlice barvířská je teplomilná rostlina pocházející s Afghánistánem. Největší plochy tedy můžeme vidět především na Jižní Moravě. Dobře snáší menší mrazíky a sucho, je nenáročná na půdu, ale musí se vyhýbat půdám kyselým a mokřím.

Ve státní odrůdové knize je povolena odrůda Sabina, zatím jediná na tomto seznamu. Vyznačuje se dlouhou vegetační dobou, je proto nevýhodná jako předplodina pro ozimé obiloviny. Při pozdějším výsevu má rychlý nárůst hmoty. Hnojivo dávkujeme dle úrodnosti půdy. Obvykle používáme dusík.

Výsev provádíme na jaře do odplevelené půdy do řádků 15 – 30 cm širokých s množstvím osiva 15 – 30 kg/ha. V průběhu setí zároveň aplikujeme herbicidy.

Semeno sklízíme v září běžnou sklízecí mlátičkou na obilí. Slámu necháme doschnout na poli a sklídíme opět běžným lisem jako obilnou slámu, nebo pojízdnou řezačkou pro následné peletování či briketování.

Výnosy jsou spíše průměrné (4 – 5 t/ha). Spalné teplo slámy je 17,8 GJ/t. Pro spalování je světlice výhodná především v místech, kde se pěstuje a je dobrá dopravní dostupnost. Olej ze semena lze použít na výrobu laků, barev, tiskařských barev, mýdla a mnoho dalších. [1, 2]

Obr. 4.: Světlice barvířská [20]



3.1.8. Topinambur (*Helianthus Tuberosus* L.)

Je rostlina původem ze Severní Ameriky patřící do čeledi hvězdnicovité. Charakterizuje se dlouhou vegetační dobou (4 – 8 měsíců) a nenáročností na půdu. Využití je široké, např. v pícninářství potravinářském průmyslu, doplňková strava pro diabetiky a slouží jako zdroj pro výrobu bioetanolu, bioplynu nebo jako palivo. Pěstuje se především pro své hlízy a produkci nadzemní hmoty. Topinambur dorůstá do výšky až 2,5 m.

Růst může na všech půdních typech, lesních i horších. Ideální je chladnější klima. Snese i mrazy až do – 30 °C. Jediná odrůda, která je zapsána ve Státní odrůdové knize je Běloslupké (1959).

Můžeme ho zařadit do osevního postupu s velkým podílem obilnin. Odolná hlíza, jejíž zbytky po sklizni zůstávají v půdě, zajišťuje bohaté obrůstání i následující rok. To je ovšem do jisté míry i nevýhoda, neboť dochází k zaplevelení následných plodin. Z tohoto důvodu je doporučeno po sklizni nechat hlízy vyklíčit a následně aplikovat přípravek Roundup.

Jako hnojivo je vhodný chlévský hnůj, organická hnojiva, prasečí kejda, kejda skotu či stabilizované kaly čistíren odpadních vod. Průmyslová hnojiva aplikujeme před zimní orbou, dle zásoby živin a předplodiny. Dusík aplikujeme na jaře po smykování a vláčení.

Technologický postup pěstování se dělí na jednoletý a víceletý. Porost zakládáme na jaře v dubnu výsadbou hlíz o hmotnosti 40 – 60 g do hloubky 6 – 12 cm. Ideální množství hlíz je 50 – 55 tis/ha. Sázíme sázeči brambor. Odlišnost je pouze ve výšce hrůbků, které nesmí být příliš vysoké, aby nevadily při sklizni.

Sklízíme dvakrát do roka, počátkem července a v říjnu. Hlízy vyoráváme stejně jako brambory, následně sbíráme ručně kvůli její křehkosti. Hlízy topinamburu jsou náročné na skladování, neboť rychle vysychají. Ideální je uskladnění v téměř 100 % vlhkosti, při teplotě 2 °C. Dosahujeme výnosů 15 – 30 t/ha hlíz. Před sklizní hlíz posečeme řezačkou na kukuřici nadzemní část. Zelené hmoty lze sklídit 30 – 100 t/ha. A do třetice, výnosy sušiny se pohybují v rozmezí od 8 – 10 ha/t.

Velký výnos nadzemní hmoty znamená velký potenciál pro energetiku. Největší využití, ale najdeme v potravinářství. Dřeň hlíz využijí cukráři. Ze syrových hlíz lze dělat zeleninové saláty atd. [1, 2]

Obr. 5.: Topinambur hlíznatý [13]



3.1.9. Šťovík krmný (*Rumex patientia* L., *Rumex tianschanicus* A. Los)

Znám také pod názvem Šťovík Uteuša, podle ukrajinského profesora J. A. Uteuše. Jde o křížence dvou, v nadpise již zmíněných, odrůd, která výrazně převyšuje původní rostliny výnosem nadzemní části hmoty a semene a také kvalitou krmivářské produkce. V podmínkách České republiky jde o perspektivní energetickou plodinu z důvodu její nenáročnosti na stanoviště. Chceme – li ale šťovík u nás nebo v jiné zemi EU pěstovat, musíme být vlastníkem licence. Jde o rostlinu odolnou vůči vymrzání, lze ji pěstovat ve vyšších i nižších polohách. Navíc jde o vytrvalou plodinu schopnou vydržet na svém stanovišti 15 – 20 let. Rostliny dosahují výšky kolem 2 m. Lze je pěstovat ve všech typech půd s výjimkou půd silně kyselých, zamokřených a silně kamenitých či písčitých. V prvním roce po vysetí musíme rostlinu chránit před zaplevelením. V dalších letech šťovík svými širokými listy udržuje zcela bezplevelný stav. Rostlina je dosti odolná i před útoky hmyzu i chorobami. Výjimkou jsou suché roky, kdy je pak chemickou ochranu před škůdci nutno aplikovat.

Vhodnými předplodinami jsou pícniny, okopaniny a obilniny. Měli bychom se vyvarovat víceletým travám. Předejdeme tak sekundárnímu zaplevelení a ušetříme za chemickou ochranu. Přípravě půdy je třeba věnovat velkou pozornost. Půda by měla projít podzimní orbou s aplikací draslíku, fosforu a organických hnojiv. Z jara aplikujeme herbi-

cidy řady Roundap a Touchdown v dávce 2 l /ha, tři až čtyři dny před setím převládíme pozemek branami nebo prokypříme rotavátorem. Těsně před setím půdu uválíme. Ideálním množstvím osiva se pohybuje mezi 5 – 8 kg/ha. Pro energetické účely je vhodná šířka řádků 12,5 – 25 cm a pro pěstování za účelem krmiva 40 – 60 cm. Přitom je nutné hlídat správné nastavení výsevné dávky osiva. Co se sklizně týká, šťovík je jednou z mála energetických plodin, která lze sklízet již v červenci už v suchém stavu s vlhkostí do 25%. Kvalita sušiny je téměř na stejné úrovni s dřevní štěpkou. Šťovík se velmi osvědčil i jako krmná plodina s vysokým obsahem proteinu v zelené hmotě a zru. Ke sklizni postačí běžné zemědělské stroje., to znamená sklízecí mlátičky, pokud chceme oddělit zvlášť semeno od zbytku rostliny. Nadzemní hmotu můžeme poté sebrat sběracím vozem a slisovat do balíků obdobně jako sláma obilnin. Druhou možností je slámu ihned rozřezat na štěpku. Seč je doporučeno provádět pouze jednou ročně, při opakované seči bychom pak negativně působili na množství živin v kořenech. V podmínkách České republiky dosahujeme výnosů v průměru 15 t/ha a spalováním sušiny dosahujeme 17,5 – 18 MJ/kg. Tyto čísla řadí Šťovík krmný na čelní příčky. [1]

Obr. 6.: Porost krmného šťovíku v sedmém roce vegetace [18]



3.1.10. Sida vytrvalá (Sida Hermaphrodita Rusby)

Další z celé řady plodin využitelných k energetickým účelům, kterou je možné pěstovat v podmínkách mírného pásu. Sida vytrvalá je víceletá bylina z čeledi slézovitých původem ze Severní Ameriky. Jde o vytrvalou rostlinu, na jednom místě lze pěstovat 20 – 25 let. Nové odolnější odrůdy byly vyšlechtěny na Ukrajině a dle jejich zkušeností má sida

rozsáhlý potenciál využití jako technická, léčivá, krmná a půdoochranná plodina. V ČR není zatím v registru žádná odrůda, zakládají se jen pokusné plantáže.

Sida je dosti nenáročná na stanoviště. Porost může být zakládán na pozemcích erodovaných, kontaminovaných, degradovaných a postižených antropogenní činností, zároveň ale s dostatkem dusíku. Lepší jsou půdy ve vyšších polohách, dobře chráněné před prudkým větrem. Velkou pozornost musíme věnovat přípravě půdy. Ta musí projít orbou, urovnáním povrchu smykáním a vláčením a před setím uválíme hladkými válci. Nebezpečí hrozí i ze strany plevelů, které zničíme vhodnými herbicidy, nejčastěji řady Roundup a Touchdown. Na podzim aplikujeme draslík, fosfor a organická hnojiva. Z jara se nedoporučuje přihnojovat dusíkem, aby se neprodložovala vegetační doba rostliny. Sejeme na podzim nebo počátkem jara do širokých řádků (45 – 70 cm. Výsevek činí 5 – 6 kg/ha, při setí za účelem produkce osiva volíme širší řádky a nižší výsevky. Po zasetí do hloubky asi 0,5 – 1 cm provádíme další válcování.

Sklízíme od druhého roku ve dvou sečích. Pro energetické účely sklízíme pouze jednou za rok. Problémem při sklizni je namotávající se vlákno na otáčející se části sklizecího nástroje, volíme tedy stejné stroje jako při sklizni konopí. Sida při svém vzrůstu 250 – 350 cm produkuje velké množství nadzemní hmoty. V průměru 21,9 t/ha sušiny. V dalších letech růstu se výnosy nadzemní části ještě zvyšují. [1]

3.1.11. Ozdobnice čínská (*Miscanthus giganteus*)

Někdy známá i pod názvem sloní tráva, mnohdy označována jako rostlina budoucnosti. Jejím původním domovem je Afrika a Východní Asie (Korea, Thajsko, Čína atd.) V ČR je již povolena. Řadíme ji do čeledi lunicovité, skupiny vousekaté. Jedna z mála rostlin typu C4, schopna přežít v chladnějším podnebí. Další výhodou je i odolnost před škůdci a chorobami. Všechny tyto výhody zapříčiňují stále vzrůstající poptávku ve střední a západní Evropě. Pro potencionální pěstitelé může být možná odrazující cena. Ta se pohybuje mezi 15 – 20 Kč/ks, dle odebraného množství. Na hektar je doporučeno 10 000 – 12 000 ks sazenic, jedná se tedy o dost vysoké pořizovací náklady. Oblast, z které rostlina pochází, napovídá, že bude snášet spíše teplejší počasí. Lze sázet i na méně kvalitních půdách s dostatkem vláhy. Půdu je však nutné kvalitně připravit podmítáním, hlubokou orbou a přípravou seťového lůžka. Nesmíme zapomenout ani na mechanické a chemické hubení plevelů. Vhodnou předplodinou jsou okopaniny (brambory, cukrovka), luskoviny, obilni-

ny. Sázet můžeme v půlce května do dostatečně vyhřáté půdy s teplotou alespoň 10°C. Na menších plochách se setí provádí ručně. U větších rozloh si pomáháme speciálně upraveným poloautomatickým sázečem brambor. V plné zralosti ozdobnice dorůstá až do výšky čtyř metrů. Trvá ale 3 roky, než dosahujeme vysokých výnosů. První rok po zasazení sklizeň vůbec neprovádíme. Rok následující získáme do 10 t/ha a třetím rokem až 30 t/ha.

Obr. 7.: Porost ozdobnice čínské [14]



Zmíníme – li hnojení, některé publikace uvádějí potřebu přihnojovat půdu v prvním roce po zasazení, jednorázově se aplikuje 50 kg N /ha. Druhým rokem a léta následující, obohacujeme půdu 70 kg K/ha, 40 kg P /ha a 50 – 100 kg N /ha. Pokud se spokojíte s průměrným výnosem, hnojiva aplikovat nemusíte. Nadzemní hmotu sklízíme samojízdou silážní řezačkou. Ozdobnice má velice široké využití. Vedle výroby pelet, řezanky, buničiny a balíků najdeme uplatnění dokonce ve stavebním průmyslu (dřevovláknité desky, došky, izolační desky, rohože). Primárně však ozdobnici pěstuje právě jako palivo. Spalné teplo celých rostlin je kolem 19 GJ/t, což je dokonce více než hnědé uhlí. Vysoký porost slouží i jako úkryt pro zvěř. [2, 5]

3.1.12. Kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea* (L) Schreb.)

Statná rostlina dorůstající výšky 1,2 – 1,5 m, tedy vhodná i pro energetické účely. Vyznačuje se dobrou odolností ke klimatickým podmínkám. Ani nároky na půdu nejsou nijak vysoké. Díky kořenovému systému prorůstajícím do 150 cm snáší velice dobře sucho

a dobře přijímá živiny. V ČR zatím povolená jen odrůda Kora. Pro založení porostu kostřavy je potřebná čistá půda bez plevelů. Nebezpečný je především pýr.

Hnojení se provádí klasickým způsobem, tedy dávkování dle aktuálního stavu půdy. V prvních letech není přihnojování dusíkem potřeba. Porost se zakládá ve směsi s tetraploidním jetelem, ten váže vzdušný dusík hlízkovými bakteriemi. Další rok dodáme 30 kg N /ha. Sejeme na jaře do čisté nezaplevelené půdy do krycí plodiny. Šířka řádků je 25 – 45 cm. Osvědčily se i užší s vyššími konečnými výnosy. Hloubka setí maximálně do 3 cm v množství 15 – 16 kg/ha. Při setí ještě přidáváme 70 – 80 kg/ha K.

Obr. 8.: Kostřava rákosovitá – detail porostu [15]



Semeno sklízí se sklízecí mlátičkou. Zelená hmota se využívá při výrobě bioplynu. Sláma je lisována do hranatých nebo válcových balíků. Výnos sušiny v normě energetických plodiny, konkrétně 8 – 14 t/ha. Mimo balíků můžeme biomasu zpracovat ve formě plet a briket. Jde tedy o velmi všestrannou rostlinu. [2]

3.1.13. Psineček veliký – bílý (*Agrostis gigantea* Roth.)

Psineček veliký je víceletá tráva ozimého charakteru. Vhodným pro energetické účely je zejména kvůli výšce (80 – 100 cm) a hrubšímu stéblu. Jedná se o rostlinu běžně se vyskytující na našem území. Daří se mu dobře především na vlhčích těžších půdách. Povolnou odrůdou je Psineček veliký – Rožnovský registrovaný a vyšlechtěný v ČR.

Vhodnými předplodinami jsou okopaniny, organicky vyhnojené. Na půdě, kde se zakládá porost, by se tři předchozí roky neměly pěstovat žádné trávy na semeno. „Hnojení fosforem a draslíkem se řídí zásobou těchto živin v půdě.“ Doporučeny jsou dávky 40 kg

P /ha a 50 kg K /ha hned první rok po založení porostu. Aplikace je vhodná v září. Přihnojujeme ještě dusíkem v celkovém množství 80 – 100 kg/ha. Setí je prakticky totožné se setím ovsíku vyvýšeného. Liší se jen hloubka setí. Ta je v porovnání s ovsíkem menší (1 cm). Je potřeba 10 – 12 kg/ha osiva. Psineček bojuje především proti plevelům. Podle jejich druhů se volí vodný herbicid. Těch je celá řada a není třeba je jmenovat.

„Sklizeň zelené hmoty se provádí tradičním způsobem, buďto sušením, nebo konzervováním formou senáže.“ Semeno dozrává koncem srpna a výnosy jsou různé. Pohybujeme se mezi 0,3 – 0,7 t/ha. Stébla můžeme lisovat do hranatých či válcových balíků využitelných v biokotelnách. Výnos sušiny je 8 – 9 t/ha (záleží na lokalitě a podnebí), což není vysoké číslo. Mimo jiné lze ještě zelenou hmotu využít ke krmení, jako senáž atd. [1, 2]

3.1.14. Ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius* (L.) Beauv. ex J. et C. Presl)

Ovsík vyvýšený je vysoká víceletá tráva jarního charakteru dorůstající do výšky 80 – 130 cm. Protože má hrubé stéblo, má dobré využití v energetice. Jelikož jde o rostlinu domácí, v klimatických podmínkách ČR se jí dobře daří. Snese i sušší půdy díky rozvinutému kořenovému systému. U nás byla vyšlechtěna odrůda Rožnovský (1940). Název vyplývá od názvu města Rožnov pod Radhoštěm, kde byla odrůda vyšlechtěna. Na stanovišti vydrží 3, v některých případech i 5 let. Porost je odolný proti chorobám. Zakládáme – li porost, předplodinou by měly být brambory. Též vhodné jsou i plodiny, kde byla aplikována organická hnojiva. Další důležitou podmínkou je, aby se poslední tři roky na tomtéž pozemku nepěstovaly žádné druhy trav na semeno. Jako hnojivo je nevhodnější dusík, aplikovaný v prvním roce. Dále přihnojujeme fosforem a draslík. Množství záleží na aktuálním stavu půdy. Šířka řádků se řídí dle budoucího využití. Běžně se pohybuje mezi 20 – 25 cm. Doporučená hloubka je 3 – 4 cm. Protože ovsík má poměrně dlouhé osiny, je k setí třeba použít secí stroj s kartáčovým výsevným ústrojím, aby osivo rovnoměrně vypadávalo ze secího stroje.

Obr. 9.: Porost ovsíku vyvýšeného [17]



Hubení plevelů a škůdců se řídí dle aktuální situace. Ke sklizni přistupujeme začátkem července, když dozrává semeno. Po výmlatu semene můžeme sušinu lisovat do válcových či obdélníkových balíků a pálit v biokotelnách. Výnosy semene se pohybují v rozmezí 0,3 – 0,6 t/ha. Výnos sušiny 7 – 9 t/ha lze hodnotit spíše jako podprůměrný. Ovsík můžeme ještě využít pro krmení, jako senáž nebo jako přísada do fermentoru při výrobě bioplynu. [2]

3.1.15. Chrastice rákosovitá (*Phalaris Arundinacea* L.)

Tráva z čeledi lunicovité, hojně rozšířená v Evropě i České republice. Velké popularity se těší hlavně ve Švédsku, kde je osazeno více než 1000 ha půdy. Tráva mající vysoký výnosový potenciál nadzemní hmoty. Dorůstá výšky až 2 m. Přizpůsobivá vůči vnějším vlivům, daří se jí především na půdách s dostatkem vláhy a je též dosti náročná na živiny. Vyznačuje se vytrvalostí a mrazuvzdorností. Osivo chrastice je v ČR špatně dostupné. Ve Státní odrůdové knize České republiky není dosud zapsána žádná odrůda. V zahraničí se považuje za standart odrůda Palaton (původ v USA). Snahou je vyšlechtit nové druhy ideální pro energetické účely. Ty by měly mít větší podíl stonkové části oproti listům a nižší obsah popela a prvků, jako chlór, křemík a draslík. Snížení obsahu jmenovaných prvků má svůj důvod. Chlór způsobuje při spalování za nižších teplot koroze spalovacích zařízení. Křemík zase zapříčiňuje nízkou teplotu tavení popela. Velkým problémem při spalování je vznik dioxinů.

Obr. 10.: Stav porostu po zimě začátkem [19]



Chrastice rákosovitá se může sít téměř po všech předplodinách (luskoviny, obiloviny, píce). Porost pro energetické účely se seje časně z jara, nejpozději do 25. srpna, aby do zimy stačil zakořenit. Seje se do užších řádků (12,5 – 30 cm) v množství 20 – 25 kg/ha. Za účelem průmyslového využití nebo získání píce a semene seje do širších řádků v rozmezí 25 – 30 cm. Ideální je každoroční přihnojování porostu, nejlépe z jara před vegetační sezónou. Ve Švédsku a Finsku dodávají živiny v následujícím množství: 40 – 100 kg N /ha, 30 kg K /ha a 10 kg P /ha. V našich podmínkách stačí dávky okolo 50 – 80 kg N /ha. Samozřejmě je nutné zvážit množství dodávaných hnojiv do půdy, dle množství živin už v půdě obsažených. Škůdci a choroby nejsou pro chrastici problém. Mohou se vyskytovat například listové choroby, s kterými si poradí aplikovaný herbicid. Sklizeň probíhá na jaře běžnou zemědělskou mechanizací., tak že posekáme řádky a sběracím lisem vytváříme balíky. Dají se lisovat i brikety či pelety. Výnosy jsou závislé na intenzitě výživy rostlin, neboť v příznivých podmínkách dosahujeme výnosů 13 – 15 t/ha suché hmoty.

Jak bývá u energetických plodin zvykem, mají široké možnosti využití. Ani chrastice není výjimkou. Ve Švédsku k získání energie dávají přednost rychle rostoucím dřevinám, chrastici tedy využívají k výrobě buničiny. Porost lze využít i pro výrobu bioplynu. Dále slouží i jako čerstvá píce, sena a siláž, použitelných jako krmivo. V neposlední řadě jako palivo pro výrobu elektřiny. Spalné teplo sušiny nadzemní části je u chrastice 17,5 GJ/t. [1, 2]

3.1.16. Sveřepy (*Bromus*)

Sveřep je rod trav patřící do čeledi lipnicovitých. Tvoří skupiny přibližně o 150 druzích, které najdeme ve všech podnebných pásech. Z Ameriky se pak začali šířit do celého světa. U nás pěstovány především za krmivářským účelem a díky vysokému vzrůstu (až 190 cm) začíná být zajímavý i jako energetická plodina. Jedná se o rostliny odolné vůči suchu a vysokým či nižším teplotám. [2]

Sveřep bezbranný (*Bromus inermis*)

Dosahuje vysokých výnosů suché hmoty, což je vlastnost vhodná k využití ve fytoenergetice. Vytváří hustou síť podzemních výběžků zabraňující erozi půdy a zaručující dlouhou vytrvalost rostliny. Nejvhodnější lokalitami pro pěstování jsou suché půdy s vyšší zásobou živin. Sveřepu nesvědčí vysoká hladina spodních vod. Splňuje – li půdy tyto podmínky, pak netrpí plodina holomrazy a nepoškodí ji ani dlouho ležící sníh. Jako předplodiny jsou vhodné luskoviny, obiloviny, brambory či řepka. Půda musí být odplevelená. Dle aktuálního množství živin v půdě volíme dávky hnojiv. Doporučené dávky jsou 100 – 120 kg N /ha, 30 – 40 kg P /ha, 60 – 80 kg K /ha. Množství hnojiv je určeno k aplikaci ihned po sklizni. Následující léta je dávkování nižší.

Za účelem fytoenergetickým sejeme do úzkých řádků, 12,5 – 25 cm, aby vznikl co nejhustší porost, dle toho volíme i množství semene na hektar. To se pohybuje od 14 do 18 kg/ha. Ochrana je nutné provést především proti plevelným rostlinám při vzcházení porostu. Jinak jsou odrůdy pěstované na našem území šlechtěny tak, aby nebylo potřeba aplikací fungicidů a insekticidů. Sklízíme běžnou sklízecí mlátičkou. Otáčky seřídíme, aby nedocházelo k nadměrné ztrátě semene. Slámu lisujeme do balíků, nebo sebereme sklízecí řezačkou. Výnosy nadzemní hmoty se pohybují od 10 do 15 t/ha. Sveřep bezbranný se pěstuje jako krmivo nebo pro jeho semeno. V současné době ale vznikají stále větší zemědělské plochy k získání biomasy pro energetické účely. [2]

Obr. 11.: Sveřep bezbranný ve třetím roce vegetace [9]



Sveřep samužníkovitý (*Bromus catharticus*)

Vytrvalá, dlouho rostoucí tráva dosahující výšky až 100 cm. Má vysoký energetický potenciál. Zakládáme též semenářské kultury. V plné zralosti je stéblo dostatečně suché, to je další dobrý předpoklad pro spalování. Sveřep je plodina odolná. Roste v nížinách i podhorských lokalitách. Snáší nižší pH, přisušky i tuhé zimy. „Vhodné jsou půdy sušší, dostatečně provzdušněné, lehčí, neslévavé a nezamokřené.“ Sejeme brzy z jara. Množství semene volíme dle použití. Pro semenářskou kulturu 20 – 35 kg/ha a pro píci 30 – 40 kg/ha. Sveřep samužníkovitý začíná růst dříve než ostatní sveřepy. Tato vlastnost mu dodává vysokou konkurenceschopnost před plevele.

Výnosy semene jsou pravidelně 1,5 – 2 t/ha. Výnosy sušiny se pohybují od 10 do 15 t/ha. Sklizeň se provádí klasickou sklízecí mlátičkou a sláma se lisuje do tvaru hranatých balíků. Následně se přímo pálí v biokotelnách. [2]

4 Konopí seté (*Cannabis sativa* L.)

Konopí je rostlina, která má vysoký technický potenciál a to nejen jako energetická plodina. Využití je široké. A to především v potravinářství, kde se těší stále větší oblibě konopné semeno, obsahující až 35 % oleje a je cenným zdrojem bílkovin. Využití je možné i v chemickém průmyslu, při výrobě mýdel, barev, laků a olejů na mazání a v neposlední řadě i v textilním průmyslu. Ten využívá konopná vlákna, z kterých lze vyrobit lana, provazy, popruhy, nitě, geotextilie, tepelné izolace, nábytkové látky, plachty, plátna. Konopí je bohužel často terčem diskuzí kvůli obsahu návykové látky THC (tetrahydrocannabinol). Legislativa v ČR do nedávna povolovala pěstování některých odrůd. Ty po vstupu do EU přestali splňovat povolenou hranici obsahu THC v sušině, konkrétně 0,3 %. Další dva druhy konopí jsou:

- **Konopí rumištní** (*Cannabis ruderalis* Janisch.), jednoletý plevel, rostoucí volně na rumištních a skládkách. Je to plevelný druh bez významnějších omamných účinků. [8]
- **Konopí indické** (*Cannabis indica* Lam.), které je zakázané pěstovat pro jeho vysoký obsah psychoaktivních látek zvaných tetrahydrocannabinoly (THC). Druh má vysoké omamné účinky, neboť obsah THC je v suché hmotě vyšší než 0,3 %. [8]

Obr. 12.: Konopí seté [8]



4.1 Povolené odrůdy

Konopí patří do skupiny významných hospodářských plodin, tzn. v ČR je zakázáno pěstovat odrůdy neověřené a neschválené v EU. V současnosti povolené odrůdy technického konopí jsou uvedeny v následující tabulce. [6]

Tab. 1.: Povolené odrůdy v ČR [6]

Bialobrzeskie	Cannakomp	Diana
Fasamo	Kompolti hybrid TC	Lipko
Lovrin 110	Silvana	UNIKO-B
Zenit		

4.2 Stanoviště

Konopí je vůči teplotám pod bodem mrazu citlivější, než jiné energetické byliny, avšak mladé rostliny snesou slabší mrazíky. V první fázi růstu vyžaduje konopí větší množství vody, později je schopné odolávat přechodnému suchu. Značné nároky má na půdu. Nejvhodnější jsou úrodné, hluboké a zpracovatelné půdy hlinité a písčitohlinité s nízkou spodní vodou, dobře vyhnojené a bohatě zásobené humusem.

Konopí lze sít i na zúrodněných slatinách, rozoraných loukách nebo vysušených rybnících. Konopí nemá rádo kyselé půdy: vhodnější jsou půdy neutrální až slabě zásadité. Nevhodné jsou půdy mělké, kamenité, písčité, ulehlé, jílovité, vysychavé. Konopí se dá pěstovat při nižších výnosech i na horších půdách v chladnějších oblastech. Konopí je náročnější na vodu a spotřebuje 1,5 – 2krát více vody než pšenice nebo oves. [1]

4.3 Osevní postup

Nejvhodnější předplodinou pro konopí jsou rostliny, které zanechají půdu čistou, kyprou, dobře zásobenou živinami a to především dusíkem. Jsou to okopaniny, kukuřice, luskoviny, jetel, vojtěška. Konopí lze pěstovat i po obilninách. Protože zanechává půdy čistou a v dobrém stavu, je dobrou předplodinou pro náročné zemědělské plodiny. [1]

4.4 Hnojení

Konopí vyžaduje velké množství živin. Vhodná jsou statková a průmyslová hnojiva. Čím vyšší odrůda, tím náročnější na živiny. Při hnojení chlévským hnojem se aplikuje dávka 30 t/ha a více. Průmyslová hnojiva se mohou zčásti zapravit již při orbě do větší hloubky, z části do menší při setí. Při nedostatku vápníku v půdě se na podzim zaorá k předplodině vápenaté hnojivo. Dříve než rostliny dosáhnou výšky 10 – 15 cm, aplikuje se ledek vápenatý na list. Může být aplikováno i draselné hnojivo, které má společně s dusíkatým hnojivem dobrý vliv na výnos stonků a kvalitu vláken. Konopí pěstované na vlákno nepotřebuje tolik fosforu jako konopí na semeno. [1]

Tab. 2.: Odběr živin pro výnos [7]

1 t suchých stonků	1 t semene
19 kg N	64 kg N
5 kg P	17 kg P
12 kg K	42 kg K
15 kg CaO	62 kg CaO

4.5 Příprava půdy a setí

V ČR se konopí pěstuje na vlákno a semeno, v poslední době i pro energetické účely. Dle využití konopí se volí způsob pěstování. Orba na podzim se provádí do hloubky 25 – 30 cm. Důležitá je povrchová úprava těsně před setím. Sejeme v druhé polovině dubna nebo začátkem května, kdy půda v hloubce setí dosahuje alespoň 8 – 9 °C. Konopí pěstované pro vlákno sejeme do řádků širokých 20 – 25 cm, konopí pěstované pro semeno do řádků širokých 40 – 60 cm, aby stonek více větvil a poskytl více semen. Hloubka setí je 2 – 4 cm dle vlhkosti půdy, s výsevkem na vlákno 100 kg/ha, na semeno 20 – 30 kg/ha. Po zasetí půdu válíme, aby semena brzy vzešla. Pokud jsou řádky široké, je možno během vegetace plečkovat. Je třeba dbát, aby v okolí porostu, nebyla přítomna jiná odrůda. Časová pauza od posledního pěstování téhož druhu na semeno na stejném pozemku je min. 5 let. [1, 7]

Tab. 3.: Stanovení výsevku pro pěstování konopí [7]

Pěstování	Na semeno	Na vlákno
Optimální počet rostlin	55–75 ks na 1m ²	400–500 ks na 1m ²
Šířka řádků	20 – 25 cm	40 – 60 cm
Spotřeba osiva	20 – 30 kg/ha	100 kg/ha

4.6 Zásahy během vegetace

Konopí vzchází při 8 – 10°C teploty půdy za 8 až 12 dní po vysetí; řádkování probíhá 4 až 6 týdnů po vysetí. Dobře založený porost má dostatečnou konkurenční schopnost k potlačení plevelných rostlin. Za nepříznivých podmínek se stává, že konopí nevzejde dost rychle a plevel přeroste konopí. V tomto případě pomůže meziřádkové kypření půdy, které ničí plevele a navíc ovlivňuje vodní a vzdušný režim v půdě, který příznivě působí na mikrobiální činnost a výživu rostlin. V současné době se nepočítá s chemickým ošetřením konopných ploch proti nemocem a škůdcům, neboť pěstitelé díky řídké rozmístěným porostům konopí a střídání ploch prozatím nezaznamenali jejich výskyt. Určitým důvodem toho je také dobrá, přirozená odolnost konopí vůči nemocem a škůdcům. Do budoucna je možné na konopných polích zaznamenat výskyt chorob listové skvrnitosti a ze škůdců mšiči konopnou a dřepčíka chmelového. Nejnebezpečnějším škůdcem konopného semena je ptactvo, pro které je konopné semeno velmi lákavou a neodolatelně chutnou potravou a proto se v době zrání konopí často houfně stěhuje na konopná pole. Při opožděné sklizni mohou ptáci zlikvidovat i celou úrodu semene. [7]

4.7 Sklizeň a její technologie

4.7.1 Termín sklizně

Dobu sklizně konopí určuje zaměření jeho pěstování. Sklizeň na vlákno začíná od poloviny srpna, kdy samčí rostliny v porostu plně kvetou, až po 1–2 týdny po jejich odkvetení při zelené zralosti semen. Zanecháním konopí na poli déle klesá kvalita vlákna a na jeho úkor přibývá dřevoviny – pazdeří. Semeno konopí dozrává odspodu k vrcholu květenství dalších cca 30 – 40 dnů. Začátek sklizně na semeno začíná od poloviny září, v době, kdy semena v dolní polovině květenství jsou plně vyzrálá, ve střední části ve voskové zra-

losti a na vrcholku zelená. Sklízí se před dozráním všech semen, jinak jsou velké ztráty výdřelem. [7]

4.7.2 Technologie sklizně

Technologie sklizení konopí je specializovaná oblast, která vyžaduje komplexní představu o konečném produktu. Sklizeň byla donedávna v České republice jedním z nej- slabších článků pěstování konopí, neboť chyběla vhodná mechanizace. Největší problém při sklizni způsobují dlouhá a pevná vlákna, uvolněná ze dvou až čtyřmetrového stonku. Ta při použití běžných neupravených sklízecích strojů dokážou totálně zahltit stroje namo- táním na otočné části a znemožnit tak další pokračování sklizně. Poté obvykle musí násle- dovat pracné ruční vyřezávání namotaných vláken i stonků konopí a vyčištění celého sklí- zecího stroje. [7]

Pro způsob sklizně konopí je vždy rozhodující, jaký bude výsledný produkt, který se ze sklizené konopné slámy bude vyrábět. Jinak budeme zacházet s konopím, jež je urče- no na výrobu dlouhých vláken do textilního průmyslu, jinak budou optimalizovány postu- py sklizně zajišťující surovinu pro výrobu krátkého vlákna a rovněž odlišné je realizována sklizen kombinovaná, kdy kromě vlákna získáváme také semeno. Odlišně se zachází se stonkem, který je zpracováván v zařízeních umožňujících získávání vlákna z nerosené ne- bo slabě narosené slámy a jinak se zachází se stonkem, který musí být z důvodu zpracování podroben procesu rosení. [6]

Sklizeň konopí na vlákno

Rostliny konopí (v době plného květu samčího květenství) jsou speciálním sklíze- cím strojem sečeny a zároveň je stonek rozdělen na kratší úseky 50 – 60 cm. Takto zkráce- né stonky prochází mačkáacími válci a jsou ukládány na širší řádek. Sklízecí stroj je zpravi- dla čelně nesený stroj s tzv. stupňovitou (poschod'ovou) žací lištou, kde jsou použity dvoji- té nebo trojitě žací nosníky. Toto uspořádání pak umožňuje dvou nebo třístupňový řez stonku o požadované délce 50 – 60 cm. Při sečení je nutné ponechat delší strniště (15 cm), aby se zkrácené stonky neznečišťovaly půdou, ležely na strništi a v dalším období lépe prosychaly. Narušení stonku mačkáacími válci urychluje proces zasychání stonku.

Následuje obracení stonku obracečem po dobu přibližně 10 – 14 dnů v intervalech 3 – 4 dnů (závisí na průběhu počasí), vlhkost stonku by měla poklesnout na 15 – 20 %.

Následuje tzv. „máčení stonku rosou“, neboli tzv. „polní máčení“, kdy je stonek na poli vystaven působení deště, rosy a venkovní teploty. Pomocí bakterií se odbourávají tmelící substance ve stonku, uvolňuje se vlákno od dřevní části (obdobný proces jako rose ní lnu). Aby byl tento proces co nejvíce rovnoměrný a probíhal rychle, je nutné stonek na poli obracet. Zároveň při obracení opadávají ze stonku zaschlé listy. Při obracení by měl být stonek co nejméně znečištěn, spíše by měl být stonek nadzvedáván a provzdušňován. Proces probíhá přibližně 4 – 5 týdnů (v závislosti na teplotě a průběhu počasí). Tzv. polní máčení je ukončeno, jestliže při promnutí stonku v rukou dochází ke snadnému oddělení vyrosného vlákna od pazdeří.

Stonek je nutné pak urychleně sebrat, aby nedocházelo k přerosení a snížení pevnosti vlákna. Stonek se lisuje do obřích kulatých nebo hranatých balíků podle požadavku a vybavení přijímací linky u zpracovatele. Před lisováním je nutné stonek ještě obrátit a nechat proschnout, aby vlhkost při lisování nepřekročila 12 %, maximálně 15 %. V závěrečné fázi „polního máčení“ stonku a při sběru vyrosného stonku dochází již k částečnému opadávání pazdeří, které pak následně působí na poli jako hnojivo. Slisovaný stonek je pak mechanizovaně nakládán a dopravován ke zpracovateli nebo dočasně před zpracováním ukládán v zakrytých skladovacích prostorech u pěstitele. [21]

Sklizeň konopí na semeno

Ke sklizni přistupujeme v době, kdy semena ve střední části květenství dosáhla plné zralosti. Předčasná sklizeň vede ke snížení klíčivosti semene i obsahu oleje, k větší energetické náročnosti při dosoušení semene.

Uplatňuje se přímá sklizeň, pro kterou se používá sklízecí mlátička. Vhodnější je mlátička s jednobubnovým mlátícím systémem. Seče se se zvednutou žací lištou (vyšší strniště) těsně pod nasazeným květenstvím. U přezrálého porostu můžeme sklizňové ztráty snížit sklizní v dopoledních hodinách nebo při částečně vyšší vlhkosti. Vodítkem pro zahájení sklizně semene je jeho vlhkost. Protože v době sklizně semene je stonek již značně zaschlý a tvrdý, pro kvalitní sečení je nutné použít sklízecí mlátičku s lištou v dobrém technickém stavu. [21]

Obr. 13.: Řezačka Kemper v úpravě na konopí [6]



Obr. 14.: Sklizen semen pomocí stripovacího ústrojí [6]



Obr. 15.: Lis na hranaté balíky Massey Ferguson [6]



4.8 Výnosy

Tab. 4.: Výnosy konopí z 1 ha v podmínkách ČR [8]

Část rostliny	Množství [t]	Cena
Stonky	5 - 7 t (v ideálních podmínkách 13 t)	2700 – 3000 Kč/t
Vlákna	0,5 – 1,2 t	11 – 17 Kč/kg
Pazdění	1,5 – 4 t	1500 – 4500 Kč/t
Semeno	0,8 – 1,4 t	19 – 25 Kč/kg

Poznámka: V hmotnosti výnosu stonku je zahrnuta hmotnost vlákna a pazdění.

4.9 Využití

- **Textilní průmysl**
 - Provazy, lodní plachty, oblečení, čalounický materiál, lana atd.
- **Papírenský průmysl**
 - Bankovky, cigaretové papírky.
- **Stavebnictví**
 - Ohnivzdorné panely, izolační materiály.
- **Chemický průmysl**
 - Mýdla, laky, barvy, mazadla.
- **Automobilový průmysl**
 - Dveřní výplně, lamináty
- **Kosmetický průmysl, léčiva**
 - Krémy, šampóny, gely atd.
- **Potravinářský průmysl**
 - Rostlinné oleje, výroba piva.
- **Energetika – teplo**
 - Brikety, pelety.

Tab. 6.: Odbyt konopného vlákna v ČR [7]

Zpracovatel	Výrobek	Množství vlákna (t. rok ⁻¹)	Region pěstování
Borgers Rokycany	Interiéry aut	600 – 1 000	Západní Čechy
Faurecia Lecotex Tábor	Interiéry aut	300 – 500	Jižní Čechy
Reiter CZ Choceň	Interiéry aut	300 – 500	Východní echy
Juta Technolen Turnov, Olomouc	Pytlovina, lana, plachty	500 – 800	Východní Čechy
Olšanské papírny	Cigaretový papír	3 000 – 5 000	Vysočina, Morava
Lenka Kácov Přádelny	Jednotné vlákno příze	2 000 – 2 600	Střední Čechy
Celkem		6 700 – 10 400	ČR

4.10 Ohlašovací povinnost

Podle zákona č. 17/1998 Sb. o návykových látkách s platností od 1. 1. 1999, a jeho novely v r. 2004, který upravuje pěstování konopí (též máku), je zakázáno pěstovat druhy a odrůdy konopí, které obsahují více než 0,3 % látek ze skupiny THC (tetrahydrocannabinolu). Zákon nařizuje ohlašovací povinnost pro pěstitele s celkovou plochou větší než 100 m²:

- Do konce května nahlásit odhad rozlohy pozemku, na níž bude konopí pěstováno v příslušném roce a odhad výměry v příštím roce včetně uvedení názvu odrůdy.
- V průběhu vegetačního období a sklizně nahlásit výměru pozemku a způsob likvidace porostu konopí.
- Do konce prosince nahlásit rozlohu pozemku a určení pozemku, na níž bylo konopí pěstováno.

Ohlašovacím místem je místně příslušný územní orgán Ministerstva financí ČR – Generálního ředitelství cel (celní úřad). Nedodržení této povinnosti nebo uvádění nepravdivých a neúplných údajů je finančně sankcionováno. [6]

4.11 Ekonomika

4.11.1 Faktory ovlivňující cenu

Stejně jako u jiných druhů komodit, tak i cena biomasy je tvořena vztahem mezi nabídkou a poptávkou. Cena je také stimulována státními zásahy, tzn. výší dotací, stanovení minimální výkupní ceny, povinnost výkupu atd. Skutečná cena biomasy tak může být vyšší i nižší než minimální cena odhadnutá pomocí ekonomických modelů.

Současné znalosti o ekonomice cíleně pěstované biomasy jsou do určité míry omezené díky malému množství realizovaných ploch (řádově desítky hektarů), krátkosti experimentování (V ČR zhruba 13 let) a stále nevyřešenému způsobu sklizně některých energetických plodin. V neposlední řadě je stále předmětem výzkumu i optimalizace výběru stanovišť pro jednotlivé druhy energetických plodin. Jak už bylo zmíněno, cena biomasy, u které se předpokládá užití pro energetické účely, je závislá na poptávce tak i nabídce. [11]

Faktory na straně nabídky:

Pokud budou v lokalitách určených pro pěstování energetických plodin vytvořeny výhodné ekonomické podmínky, investoři zde budou investovat peníze do projektů a tím zvyšovat poptávku po biomase. Mezi nejdůležitější faktory poptávky patří:

- Vývoj cen vstupů do pěstování biomasy (ceny služeb, mzdy, nájem půdy)
- Výše daní, podpora podnikání.
- Dotace a systém minimalizující rizika podnikání v tomto oboru. [11]

Faktory na straně poptávky:

Nabídka po biomase vrůstá, pokud se zvyšuje výhodnost oproti konkurenčním palivům. V ČR jde především o konkurenční uhlí. Mezi nejdůležitější faktory nabídky patří:

- Ceny emisních povolenek.

- Ekologické daně na fosilní paliva.
- Vývoj světových cen ropy, zemního plynu a jaderného paliva.
- Regulační zásahy státu (zákaz užívání uhlí s vyšším obsahem síry a naopak, zvýšení výkupu cen elektřiny vyrobené biomasou).
- Vývoj cen uhlí.[11]

4.11.2 Režijní náklady

Sklizeň konopí setého je velmi složitá a problematická fáze, která se výrazně zapisuje do nákladů. Pořízení drahých sklizňových strojů na konopí je pro běžného malé pěstitele nevýhodné, neboť jejich úzká specializace neumožňuje jejich další využití. V roce 2007 činila úhrada za zakázkovou sklizeň prototypovou sklízecí mlátičkou DEUTZ FAHR 4 500 Kč/ha + náklady na přepravu a palivo. Náklady na pěstování a sklizeň 1 tuny konopného stonku (u výnosu 10 t/ha při vlhkosti 15%) činí zhruba 2 500 Kč. K nákladům za sklizeň musíme ještě přičíst balíkování a svoz balíků. Součet nákladů těchto dvou mechanických operací činí 5 200 Kč/ha.

Celkové náklady na 1 hektar konopí přesahují 20 000 Kč. Významnou položkou jsou náklady na pronájem zemědělské půdy. Cena pronájmu se v současné době pohybuje dle bonity a lokality v průměru 3 400 Kč/ha. [7, 8]

Tab. 7.: Orientační tabulka příjmů a výdajů pěstování konopí [7]

Ukazatel	Náklady Kč/ha	
NÁKLADY		
Hnojivo		1627
Osivo		5200
Ochranné přípravky		1410
Mechanická práce		13801
Ostatní náklady		3316
Fixní náklady		2951
Celkové náklady		28305
PŘÍJMY		
Dotace		Kč/ha
SAPS		2500
Podpora pěstování bylin pro energetické využití – 1. U		3000
Top-Up		2240
Prodej jednotlivých komodit	Kč/t	Kč/ha
Stonek – při výnosu 6 t/ha	1500	9000
Semeno při výnosu 800 kg/ha	15000	12000
		Kč/ha
Dotace		7740
Prodej komodit		21000
Celkové příjmy		28740

Poznámka: Data čerpaná ze zdrojů firmy Envicho Chomutov

4.12 Dotace

Dotace v ČR (5 518 Kč/ha) zahrnují finanční kompenzace přiznané odvětví v rámci dotačního titulu SAPS a Top-Up (energetické plodiny), v režimu platném pro hospodářský rok 2006/2007. V případě pěstování konopí na vlákno dotace činí 4 758 Kč/ha. O tuto částku lze snížit náklady na pěstování v ČR.

- Dotační titul SAPS: dotace na plochu poskytované z EU.
- Dotační titul Top – Up: národní doplňkové platby poskytované z rozpočtu ČR. [6]

5 Přehled výnosových parametrů energetických bylin

Tab. 7.: Přehled energetických plodin

Druh rostlin	Výsev kg/ha	Setí		Výnos suché hmoty v t/ha	Termín sklizeň
		hloubka v cm	termín		
Jednoleté					
Obilniny - tritikale	130 – 180	5 – 7	25. 9. - 10.10.	10 – 12	
Ozimé žito	130 – 140	5 – 7	25.9.- 5. 10.	9 – 12	VII, VIII
Čirok - sudanská tráva	30	4 – 5	zač. V	14 – 18	
Konopí seté	32 – 65	3	IV – V	8,5-16	IX, X
Laskavec	1,2 – 1,7	1,5	V – VI.	8.10	
Sléz krmný	5 – 8 (10)	2	IV – V	8.12	(VIII), IX,(X)
Hořčice sareptská	406 99	2	IV	6.8	VIII,(IX)
Krambe (kartán)	20 – 30	2 – 3	od 1/2 IV	4,5 – 5	VII, VIII
Světlice barvířská	15 – 30	2 – 4	III do 1/2 IV	4.5	IX
Lnička setá	8.12	1 – 2	III, IV	2,5 – 3,5	(VI), VII
Víceleté a vytrvalé					
Sida vytrvalá	5.6	0,5 – 1	21.4-31.4	10,4	VIII, IX
Topinambur hlíznatý	50 – 55tis.hlíz	6.12	V	8.10	IX, (X, XI)
Šťovík krmný	5.8	1,5	V – VII	15 – 25	VII,(VIII)
Ozdobnice čínská - Miscanthus	10 – 20 tis. saze- nic	6.8	1/2 V – 1/2 VII	15 – 25	Jaro- III,IV
Energetické trávy					
Chrastice – lesknice rákosovitá	8 – 10 (20 -25)	1,5	podzim (brzy z jara)	9 – 10 (15)	VI, VII
Kostřava rákosovitá	15 – 16	1	III, IV	8.14	VII
Psineček veliký	10 – 12	1	III, IV	7.8	VI, VII
Ovsík vyvýšený	27 – 30	3.4	III, IV	7.9	VI, VII
Sveřep samužníkovitý	20 – 35	1,5	III, do 1/2 IV	10.15	VII,(VIII)
Sveřep bezbranný	20 – 35	1,5	III, IV(podzim)	12.15	VII,(VIII)

Tab. 8.: Energetický obsah a energetická produkce jednotlivých druhů rostlinné biomasy [21]

Druh rostl. biomasy	Výhřevnost biomasy při vlhkosti 5% (MJ/kg)	Spalné teplo sušiny biomasy (MJ/kg)	Energetická produkce 1ha (GJ)
Sláma obilnin	15,5	17,5	65,1
Sláma řepky olejky	15,3	17,5	45,9
Celé nadzemní rostliny žita ozimého	15,3	17,6	168,3
Celé nadzemní rostliny Tritikale	15,5	17,5	186
Čiroky (průměr)	15,3	17,7	123,9
Konopí seté	15,5	18,1	122,5
Psineček veliký ¹⁾	15,6	17,8	120,1
Kostrava rákosovitá ¹⁾	15,6	17,5	118,6
Lesknice rákosovitá ¹⁾	15,5	17,5	99,4
Ozdobnice čínská ²⁾	16,8	18,1	235,2
Křídlatka česká ²⁾	15,3	17,6	157,6
Energetický šťovík ²⁾	15,3	18	132,2
Topoly obmytí (průměr)	17,1	19	121,4
Vrby (obmytí)	17	19,7	117,3

6 Závěr

V úvodu této bakalářské práci jsem zmiňoval potřebu výroby energií, enormní nárůsty spotřeby, alternativní zdroje a jejich využití. Byla položena i zásadní otázka. Jakou energii budeme využívat v budoucnosti?

Lybijská krize zvedla ceny pohonných hmot na téměř 35 Kč/litr, Japonsko se vzpamatovává z katastrofy způsobenou zemětřesením a následnou tsunami. Jaderná elektrárna Fukušima, po několika explozích bloků znečišťuje vzduch a oceán radioaktivitou. Německo odstavuje nejstarší bloky jaderných elektráren a volá po jejich revizi, či úplném zastavení. I tyto okolnosti nepřímo souvisí s touto prací a svým způsobem poskytují odpověď na otázku potřeby obnovitelných zdrojů energie, potřebu pěstování energetických plodin a získávání tak poměrně čisté a také bezpečné energie.

Máme v této oblasti co dohánět. Svět i naši sousedé v Evropě jsou v této problematice podstatně dále. Národní programy těchto zemí jsou v oblasti pěstování energetických plodin mnohem propracovanější, vlády těchto zemí jsou těmto programům nakloněné již řadu let a zájemce o toto odvětví široce podporují. I v oblasti dotací nemohou naši farmáři soupeřit. Nicméně i v České republice dochází k rozvoji tohoto typu hospodaření. O odvětví je stále silnější zájem, vznikají farmy, družstva, k vidění jsou plantáže japonských topolů, vrb, šťovíku, konopí a dalších energetických plodin a dřevin. Výjimkou nejsou ani menší města a obce, které se tomuto odvětví věnují, hospodaří ve své režii a vytvářejí tak tolik potřebná pracovní místa. Samotným hospodařením se dotváří i ráz krajiny, mizí zaplevelené lány a vznikají nově osetá pole.

Konceptem této práce bylo seznámení se s energetickými plodinami, jejich druhy, možnostmi zpracování a ekonomickému zhodnocení. Zvláštní pozornost jsem věnoval konopí setému – povolené odrůdě s garantovaným nízkým obsahem omamných látek, jeho pěstování, sklizni a následnému ekonomickému zhodnocení. Tato plodina, v Česku pěstovaná prozatím pouze na několika stech hektarech, nabývá v posledních letech na významu a stává se vítanou komoditou na trhu energetických plodin vůbec.

7 Použitá literatura

1. PETŘÍKOVÁ, Vlasta, et al. *Energetické plodiny*. Vyd. 1. Praha: Profi Press, 2006. 127 s. ISBN 80 – 86726 – 13 – 4.
2. PETŘÍKOVÁ, Vlasta. *Pěstování rostlin pro energetické účely*. Praha: Neoset Praha, 2004. 32 s. ISBN 80–239-5497–0.
3. PASTOREK, Zdeněk; KÁRA, Jaroslav; JEVÍČ, Petr. *Biomasa: obnovitelný zdroj energie*. Vyd. 1. Praha: FCC Public, 2004. 288 s. ISBN 80–86534-06–5.
4. MURTINGER, Karel; BERANOVSKÝ, Jiří. *Energie z Biomasy*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2011. 106 s. ISBN 978–80-251–2916-6.
5. *Energetickeplodiny.cz* [online]. 2009 [cit. 2011–04-06]. Energetické plodiny. Dostupné z WWW:
http://www.energetickeplodiny.cz/index.php?inc=energeticke_plodiny.
6. HONZÍK, Roman. *Nové technologické postupy sklizně technického konopí* [online]. Praha: EnviBio, 2007 [cit. 2011–04-09]. Dostupné z WWW:
<<http://www.vurv.cz/files/Publications/ISBN978-80-87011-31-7.pdf>>. ISBN 978–80-87011–31-7.
7. *Konopí: Biomasa pro život* [online]. Chraštica: [s. n.], 2007, 28. 1. 2008 [cit. 2011–04-09]. Dostupné z WWW:
<<http://www.zelenapumpa.cz/soubory/o0000000577.pdf>>. ISBN 978–80-254–1149-0.
8. ŠIROKÁ, Marie: *Konopí seté – energetická a průmyslová plodina třetího tisíciletí*. *Biom.cz* [online]. 2009–01-26 [cit. 2011–04-06]. Dostupné z WWW:

- <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/konopi-sete-energiticka-a-prumyslova-plodina-tretiho-tisicileti>>. ISSN: 1801–2655.
9. PETŘÍKOVÁ, Vlasta: Půdní eroze a energetické plodiny. *Biom.cz* [online]. 2008–09-24 [cit. 2011–04-09]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/pudni-eroze-a-energeticke-plodiny>>. ISSN: 1801–2655.
 10. ČÍŽ, Karel. *Biom.cz* [online]. 4. 11. 2009, 13. 3. 2010 [cit. 2011–04-09]. Čírok. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/obrazek/cirok>>.
 11. HAVLÍČKOVÁ, Kamila, FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ KONKURENCESCHOPNOST CÍLENĚ PĚSTOVANÉ BIOMASY [online]. Praha: [cit. 2011–04-09]. Dostupné z <<http://www.allforpower.cz/UserFiles/files/2009/cena%20biomasy.pdf>>.
 12. *Garten.cz* [online]. 03.04 2008 [cit. 2011–04-09]. Rostliny: Amaranthus – laskavec. Dostupné z WWW: <<http://daz.garten.cz/a/cz/3489-amaranthus-laskavec/>>.
 13. ŠKODA, Adam, ZÁBRANSKÁ, Jana, POKORNÁ, Dana, DOHÁNYOS, Michal: Topinambur hlíznatý jako substrát pro bioplynové stanice. *Biom.cz* [online]. 2010–07-21 [cit. 2011–04-06]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/topinambur-hliznaty-jako-substrat-pro-bioplynove-stance>>. ISSN: 1801–2655.
 14. *Energetickeplodiny.cz* [online]. 2009 [cit. 2011–04-06]. Energetické plodiny. Dostupné z WWW: <http://www.energetickeplodiny.cz/?inc=fotogalerie>.
 15. STRAŠIL, Zdeněk, ŠIMON, Josef: Stav a možnosti využití rostlinné biomasy v energetice ČR. *Biom.cz* [online]. 2009–04-20 [cit. 2011–04-06]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/stav-a-moznosti-vyuziti-rostlinne-biomasy-v-energetice-cr>>. ISSN: 1801–2655.

16. HUTLA, Petr: Chrastice rákosovitá – pěstování a možnosti využití. *Biom.cz* [online]. 2004–03-10 [cit. 2011–04-06]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/chrastice-rakosovita-pestovani-a-moznosti-vyuziti>>. ISSN: 1801–2655.
17. SKLÁDANKA, Jiří; VEČEREK, Michal; VYSKOČIL, Ivo. *Http://web2.mendelu.cz* [online]. 2009, 27. 12. 2009 [cit. 2011–04-09]. Travinné ekosystémy. Dostupné z WWW: <http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/trek/index.php?N=5&I=1>.
18. PETŘÍKOVÁ, Vlasta: Krmný šťovík – Rumex OK 2. *Biom.cz* [online]. 2006–08-21 [cit. 2011–04-06]. Dostupné z WWW: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/krmny-stovik-rumex-ok-2?add_disc=1>. ISSN: 1801–2655.
19. HUTLA, Petr: Chrastice rákosovitá – pěstování a možnosti využití. *Biom.cz* [online]. 2004–03-10 [cit. 2011–04-06]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/chrastice-rakosovita-pestovani-a-moznosti-vyuziti>>. ISSN: 1801–2655.
20. MÖLLEROVÁ, Jana. *Botany.cz* [online]. 2007 [cit. 2011–04-09]. CARTHAMUS TINCTORIUS L. – světlice barvířská / požlt farbiarsky. Dostupné z WWW: <<http://botany.cz/cs/carthamus-tinctorius/>>.
21. PULKRÁBEK, Josef. *Energetické využití rostlinné biomasy* [online]. Praha: ČZU Praha, 2004 [cit. 2011–04-09]. Dostupné z WWW: <http://www3.czu.cz/php/skripta/skriptum.php?titul_key=85>. ISBN 80–213-1153–3.
22. STRAŠIL, Zdeněk, ŠIMON, Josef: Stav a možnosti využití rostlinné biomasy v energetice ČR. *Biom.cz* [online]. 2009–04-20 [cit. 2011–04-09]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/stav-a-moznosti-vyuziti-rostlinne-biomasy-v-energetice-cr>>. ISSN: 1801–2655.