

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Zemědělské inženýrství

Katedra: Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Pěstování vybraných energetických plodin

– výnosové parametry

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jan Moudrý, Ph.D.

Konzultant diplomové práce: prof. Ing. Jan, st. Moudrý, CSc.

Autor: Bc. Václav Němec

České Budějovice, duben 2014

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

Jméno a příjmení: **Bc. Václav NĚMEC**
Osobní číslo: **Z12680**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Zemědělské inženýrství**
Název tématu: **Pěstování vybraných energetických plodin - výnosové parametry**
Zadávající katedra: **Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Vypracování úvodního shrnutí a literární rešerše na téma pěstování energetických plodin.
2. Výběr sledovaných plodin a stanovení sledovaných proměnných.
3. Založení maloparcelkových pokusů na dvou pokusných lokalitách.
4. Hodnocení výnosových parametrů sledovaných plodin na základě vlastních pokusů a odborné literatury.
5. Vytvoření seznamu literatury v abecedním pořadí dle ČSN.

Rozsah grafických prací: **tabulky, grafy, fotografická příloha**
Rozsah pracovní zprávy: **40 stran textu včetně tabulek**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

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

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

Petríková, V., a kol.: Energetické plodiny. Profipress 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 Průhonice a JU ZF v ČB; 92.

Frydrych, J., a kol.: Energetické využití některých travních druhů. ÚZPI Praha, 2001, 36 s.

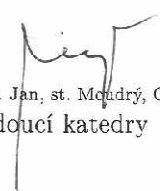
Holmes, E., et. al.: Grass, it's production and utilization, Blackwell Scientific Publications, 1980, 295 s.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jan Moudrý, Ph.D.**
Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií
Konzultant diplomové práce: **prof. Ing. Jan, st. Moudrý, CSc.**
Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií

Datum zadání diplomové práce: **7. února 2013**
Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2014**


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13 ④
370 05 České Budějovice
L.S.


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

V Českých Budějovicích dne 11. března 2013

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce fakultou, a to v nezkrácené podobě 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 diplomové práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne Podpis:

Motto:

„ Je paradoxem, že čím dál tím více energie se vynakládá na její úsporu.“

(Pospíšil, 2000)

Poděkování

Tímto děkuji vedoucímu diplomové práce Ing. Janu Moudrému, Ph.D. za jeho cenné rady, vstřícnost a trpělivost. Děkuji Ing. Marku Kopeckému, Ing. Jaroslavu Bernasovi a Ing. Jaroslavu Hamplovi za poskytnuté informace. Dále bych chtěl poděkovat své rodině a přátelům za veškerou podporu a všestrannou pomoc.

Abstrakt

Diplomová práce v první části pojednává o obnovitelných zdrojích, možnostech využití biomasy a fytohmoty rostlin. Další část je zaměřena na pěstování vybraných energetických plodin, jimiž jsou víceleté trávy *Elymus elongatus* (poddruh *ponticus*, odrůda Szarvasi-1), chrastice rákosovitá, ozdobnice čínská a jednoleté druhy kukuřice a čirok. Praktická část popisuje maloparcelkové pokusy s Szarvasi-1, chrasticí rákosovitou a ozdobnicí čínskou. Dále je uveden způsob založení polních pokusů s plodinou Szarvasi-1 jejich ošetření a sklizeň. Zaznamenány jsou výsledky z vlastních pokusů a jsou porovnány s literaturou. Poslední část se zabývá ekonomikou pěstování vybraných plodin.

Klíčová slova: Biomasa, Szarvasi-1, kukuřice, čirok, ozdobnice, chrastice, pěstování, výnos.

Abstract

Thesis deals with renewables resources, potential of biomass and plants phytomass. We focused on the cultivation of selected energy crops, as perennial grasses *Elymus elongatus* (*subsp. ponticus*, *cv. Szarvasi-1*), reed canary grass, miscanthus sinensis and annual crops of maize and sorghum. The practical part is aimed to the establishment of small plot trials with a variety Szarvasi-1, reed canary grass and miscanthus. We described the methods of field experiment establishing with crop Szarvasi-1 of their treatment and harvest. The results of our own experiments we compared with the literature data. The last part deals with the economy of growing selected crops.

Keywords: Biomass, Szarvasi-1, maize, sorghum, miscanthus, reed canary grass, cultivation, yield.

Obsah:

1. Úvod	11
2. Literární přehled	13
2.1 Obnovitelné zdroje energie.....	13
2.1.1 Biomasa	15
2.1.2 Fytomasa	17
2.1.3 Rychle rostoucí dřeviny	18
2.1.4 Energetické byliny	18
2.1.4.1 Jednoleté energetické byliny	18
2.1.4.2 Víceleté energetické byliny a trávy	19
2.2 Vybrané druhy.....	21
2.2.1 <i>Elymus elongatus</i>	21
2.2.1.1 Taxonomie a nomenklatura	21
2.2.1.2 Botanické zařazení	21
2.2.1.3 Původ a rozšíření.....	22
2.2.1.4 Morfologický popis	22
2.2.1.5 Nároky na stanoviště.....	23
2.2.1.6 Odrůdy	23
2.2.1.7 Osevní postup	24
2.2.1.8 Agrotechnika	24
2.2.1.9 Hnojení.....	24
2.2.1.10 Ochrana rostlin	25
2.2.1.11 Sklizeň a posklizňové úpravy	25
2.2.1.12 Využití produktu	25
2.2.2 Ozdobnice čínská.....	26
2.2.2.1 Původ a rozšíření.....	26
2.2.2.2 Botanická charakteristika	26
2.2.2.3 Nároky na stanoviště.....	27
2.2.2.4 Odrůdy	27
2.2.2.5 Osevní postup	27
2.2.2.6 Agrotechnika	27

2.2.2.7	Hnojení	28
2.2.2.8	Ochrana rostlin	28
2.2.2.9	Sklizeň a posklizňové ošetření.....	29
2.2.2.10	Likvidace porostu.....	29
2.2.2.11	Využití produktu	29
2.2.2.12	Ekonomika	30
2.2.3	Chrastice rákosovitá	30
2.2.3.1	Botanická charakteristika	30
2.2.3.2	Nároky na stanoviště.....	30
2.2.3.3	Odrůdy	31
2.2.3.4	Osevní postup	31
2.2.3.5	Agrotechnika	31
2.2.3.6	Hnojení.....	31
2.2.3.7	Ochrana rostlin	32
2.2.3.8	Sklizeň a posklizňové zpracování	32
2.2.3.9	Využití produktu	33
2.2.4	Kukuřice.....	33
2.2.4.1	Botanická charakteristika	33
2.2.4.2	Nároky na stanoviště.....	34
2.2.4.3	Odrůdy	34
2.2.4.4	Osevní postup	35
2.2.4.5	Zpracování půdy	35
2.2.4.6	Založení porostu	35
2.2.4.7	Výživa a hnojení.....	35
2.2.4.8	Ochrana a ošetření porostů.....	36
2.2.4.9	Sklizeň a posklizňová úprava.....	36
2.2.4.10	Využití produktu	37
2.2.5	Čirok.....	37
2.2.5.1	Botanická charakteristika	37
2.2.5.2	Nároky na stanoviště.....	38
2.2.5.3	Odrůdy	39
2.2.5.4	Osevní postup	39
2.2.5.5	Agrotechnika	39

2.2.5.6	Hnojení	40
2.2.5.7	Ochrana rostlin	40
2.2.5.8	Sklizěň a posklizňová úprava.....	40
3.	Cíle práce	42
4.	Materiál a metody.....	43
4.1	Maloparcelkové pokusy	43
4.2	Polní pokusy	46
4.3	Metody ekonomického vyhodnocení	50
5.	Výsledky a diskuze.....	51
5.1	Výnosové parametry	51
5.2	Výnosové parametry pro výrobu bioplynu.....	56
5.3	Energetické vyhodnocení.....	58
5.4	Ekonomické vyhodnocení.....	59
6.	Závěr	64
7.	Přehled použité literatury a zdrojů.....	66
	Literatura	66
	Internetové zdroje.....	73
8.	Seznam zkratk	76
9.	Přílohy	77

1. Úvod

V současné době je zaznamenán nárůst spotřeby energie v mnoha zemích světa. Zdrojů energie, které lze efektivně využívat, však není mnoho. Nejvýznamnější zdroj energie představují fosilní paliva (uhlí, ropa, zemní plyn), která jsou intenzivně využívána s rozvojem průmyslu během posledních dvou století. Rostoucí spotřeba fosilních paliv vede k zvýšení koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře. Podle některých studií oxid uhličitý společně s dalšími skleníkovými plyny (metan, oxid dusný) zabraňuje úniku tepla do vesmíru, což je příčinou negativního globálního oteplování. Pravděpodobně také v tomto století dojde k podstatnému nebo téměř úplnému vyčerpání některých fosilních zásob využívaných v chemickém průmyslu a energetice. Využívání jaderných paliv je spojeno s ekologickými riziky, jako je radioaktivní zamoření. Je otázkou, jakým způsobem se lidstvo dokáže vypořádat s nárůstem spotřeby energie, který lze do budoucna očekávat se zvyšováním životní úrovně.

Alternativním zdrojem mohou být obnovitelné zdroje energie (OZE). Tyto zdroje odpovídají zásadám udržitelného rozvoje, což je uspokojení současných potřeb bez ohrožení schopnosti uspokojit potřeby budoucích generací. Požadavek na maximální využívání obnovitelných zdrojů je jedním z klíčových bodů energetické politiky Evropské unie (EU). Pracovní plán EU navrhuje dlouhodobou strategii pro OZE do roku 2020. Stanovuje závazný cíl 20 % podílu obnovitelných zdrojů na spotřebě energie a povinný minimální 10 % podíl biopaliv v dopravě. Podíl využití energie z obnovitelných zdrojů v České republice (ČR) v současné době (2014) dosahuje přibližně 9-10 % celkové potřeby energie. Podle Akčního plánu pro biomasu v ČR na období 2012 – 2020 by měl podíl OZE na hrubé domácí spotřebě v roce 2020 dosáhnout 13,5 % a podíl obnovitelné energie v dopravě 10 %. Naplnit tyto závazky ČR vůči EU pro výrobu energie z obnovitelných zdrojů do roku 2020 nebude jednoduché.

Z obnovitelných zdrojů se nabízí možnost využívání slunečního záření pro ohřev vody a vzduchu nebo k výrobě elektrické energie ve fotovoltaických elektrárnách. Využitelný potenciál energie větru je vlivem přírodních podmínek ČR

poměrně nízký. Stavba nových vodních elektráren na přeměnu kinetické energie vody je na velkých vodních tocích již do značné míry omezená. V ČR je možné získávat tepelnou energii pomocí tepelných čerpadel. Geotermální energie je v současnosti okrajovou záležitostí. Dosáhnout vysokého zastoupení OZE v energetice je však možné díky efektivnímu využití energetického potenciálu biomasy. Pro energetické účely se používá biomasa záměrně pěstovaná k tomuto účelu a biomasa odpadní.

V některých evropských státech zemědělství prorazilo novým směrem, kdy se kromě klasických plodin pro potravinové využití začínají pěstovat na zemědělské půdě alternativní rostliny pro nepotravinové a energetické účely. Pěstování těchto plodin probíhá převážně na zemědělských půdách ležících v horských a podhorských oblastech nebo na půdách, které nejsou vhodné pro potravinářskou výrobu. Zemědělství se tak postupně stává důležitým producentem biomasy, určené pro energetické účely.

Ve světě se ověřuje několik desítek jednoletých nebo vytrvalých druhů rostlin včetně dřevin vybraných pro účely spalování nebo výroby bioplynu. Také výzkum ČR v oblasti OZE se zaměřuje na hledání nových perspektivních zdrojů a vytváření nových způsobů získávání energie z biomasy. Pravděpodobně největší energetický potenciál OZE v ČR do budoucna spočívá v záměrně pěstovaných energetických bylinách a dřevinách.

2. Literární přehled

Technický pokrok a růst počtu obyvatel vyvolává globální problémy a vytváří otázky, zda bude nadále možný trvale udržitelný rozvoj. Má-li být zachován trvale udržitelný rozvoj, nemůže k dalšímu technickému pokroku docházet na úkor spotřeby energie z fosilních zdrojů, které se postupně vyčerpávají a zatěžují životní prostředí exhalacemi. Využití OZE je z dlouhodobého hlediska jedinou možnou cestou vývoje civilizace (Libra a Poulek, 2007).

2.1 Obnovitelné zdroje energie

Obnovitelné zdroje jsou v měřítku lidstva nevyčerpané formy energie Slunce a Země (Motlík et al., 2007). V podmínkách ČR se jedná o nefosilní přírodní zdroje energie, tj. energie vody, větru, slunečního záření, pevné biomasy a bioplynu, energie okolního prostředí, geotermální energie a energie kapalných biopaliv (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2012).

Podle posledních údajů statistického úřadu Eurostat tvořil v ČR za rok 2011 podíl OZE z celkové hrubé spotřeby energie 9,4 % (Tab. 1). Na rok 2020 je stanoven požadavek využití OZE v ČR z 13 % (European Commission, 2013).

Tab. 1: Podíl energie z obnovitelných zdrojů na celkové hrubé spotřebě energie v %

Území \ Rok	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	plán 2020
EU 28	8.1	8.5	9.0	9.7	10.4	11.6	12.5	13.0	20
ČR	6.0	6.1	6.5	7.4	7.6	8.5	9.2	9.4	13

Zdroj: European Commission (2013)

Dle metodik Ministerstva průmyslu a obchodu (MPO) tvořil podíl hrubé výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů v roce 2012 na celkové tuzemské hrubé výrobě elektřiny 9,2 % (Tab. 2). Podíl hrubé výroby tepelné energie z OZE se na celkové výrobě tepelné energie pohybuje zhruba okolo 8 % (Tab. 3). Podíl obnovitelné energie na primárních energetických zdrojích (PEZ) v roce 2012 činil 7,8 % (Tab. 4), (Bufka a Rosecký, 2013).

Tab. 2: Celková energie z obnovitelných zdrojů v ČR v roce 2012

	Energie z OZE celkem (GJ)	Podíl na energii z OZE (%)	Podíl na PEZ (%)
Biomasa (mimo domácnosti)	38 362 282	27,8%	2,2%
Biomasa (domácnosti)	47 751 951	34,6%	2,7%
Vodní elektrárny	7 664 998	5,6%	0,4%
Bioplyn	15 625 529	11,3%	0,9%
Biologicky rozl. část TKO	3 503 928	2,5%	0,2%
Biologicky rozl. část PRO a ATP	982 823	0,7%	0,1%
Kapalná biopaliva	11 746 298	8,5%	0,7%
Tepelná čerpadla	2 600 000	1,9%	0,1%
Solární termální systémy	561 705	0,4%	0,0%
Větrné elektrárny	1 496 941	1,1%	0,1%
Fotovoltaické elektrárny	7 735 046	5,6%	0,4%
Celkem	138 031 501	100,0%	7,8%

TKO = tuhý komunální odpad; PRO = průmyslové odpady; ATP = alternativní paliva

Zdroj: Bufka et al. (2013)

Tab. 3: Výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů v ČR v roce 2012

	Hrubá výroba elektřiny (MWh)	Podíl na elektřině z OZE (%)	Podíl na hrubé výrobě elektřiny (%)
Vodní elektrárny	2 129 166	26,42%	2,43%
Biomasa celkem	1 817 337	22,55%	2,08%
Bioplyn celkem	1 460 228	18,12%	1,67%
Biologicky rozložitelná část TKO	86 686	1,08%	0,10%
Biologicky rozl. část PRO a ATP	15	0,00%	0,00%
Větrné elektrárny	415 817	5,16%	0,47%
Fotovoltaické elektrárny	2 148 624	26,66%	2,45%
Celkem	8 057 873	100,00%	9,20%

Zdroj: Bufka et al. (2013)

Tab. 4: Výroba tepla z obnovitelných zdrojů v ČR v roce 2012

	Hrubá výroba tepla (GJ)	Podíl na teple z OZE (%)	Odhad podílu na celkové hrubé výrobě tepla (%)
Biomasa celkem	46 653 392	84,2%	6,7%
Bioplyn celkem	2 451 839	4,4%	0,4%
Biologicky rozložitelná část TKO	2 136 901	3,9%	0,3%
Biologicky rozl. část PRO a ATP	975 435	1,8%	0,1%
Tepelná čerp. (teplo prostředí)	2 600 000	4,7%	0,4%
Solární termální systémy	561 705	1,0%	0,1%
Celkem	55 379 271	100,0%	7,9%

Zdroj: (Bufka et al., 2013)

Využití OZE pro výrobu elektřiny vzrostlo z 2,6 TWh v roce 2004 na 8,1 TWh v roce 2012. Biomasa představuje přibližně 80 % podíl z celkově

využitelného potenciálu obnovitelných zdrojů v ČR, jejichž význam již několik let pozvolna narůstá. (Ministerstvo zemědělství, 2013). Potenciál veškeré biomasy přesahuje v ČR 22 mil. t ročně. Energetické využívání biomasy přináší výhody pro životní prostředí, pro agrární sektor, pro růst prosperity obcí a růst pracovních příležitostí (Motlík et al., 2007).

2.1.1 Biomasa

Biomasa je souhrn látek organického původu, které tvoří těla všech živých organismů (rostlin, bakterií, sinic, hub a živočichů). Energie biomasy má svůj prapůvod ve slunečním záření a fotosyntéze (Ropa.cz, 2012).

Je to biologicky rozložitelná část produktů, odpadů a zbytků biologického původu z provozování zemědělství, hospodaření v lesích a souvisejících průmyslových odvětvích, zemědělské produkty pěstované pro energetické účely a biologicky rozložitelná část průmyslového a komunálního odpadu (Česko, 2012).

Biomasa je také definována jako substance biologického původu. Biomasa je buď záměrně získávána jako výsledek výrobní činnosti, nebo se jedná o využití odpadů ze zemědělské, potravinářské a lesní výroby, z komunálního hospodářství, z údržby krajiny a péči o ni (Pastorek et al., 2004).

Výčet hlavních zdrojů biomasy:

- Lesní hospodářství s krátkou obmýtní dobou (vrba, topol),
- bylinné lignocelulózové plodiny (ozdobnice),
- cukernaté plodiny (cukrová řepa, čirok, topinambur),
- škrobové plodiny (kukuřice, pšenice),
- olejnaté plodiny (řepka, slunečnice),
- dřevní odpady (dřevařské zbytky, zbytky po úpravě dřeva, zbytky stavebního dřeva),
- zemědělské zbytky a odpady (sláma, chlévská mrva atp.),
- organické frakce pevných městských odpadů a skládek,
- kanalizační kaly,

- průmyslové zbytky (z potravinářského, papírenského průmyslu), (EUREC Agency, 2002).

Šnobl et al. (2004) rozděluje z technologického hlediska cíleně produkovanou biomasu takto:

- Energetické plodiny lignocelulóзовé (energetické dřeviny - vrby, topoly, olše, akáty),
- obiloviny (celé rostliny včetně zrna),
- travní porosty (miscanthus, rákos, chrastice, trvalé travní porosty, atd.),
- ostatní rostliny (konopí seté, čirok, křídlatka, šťovík krmný, sléz, topolovka apod.),
- energetické plodiny olejnaté (řepka olejka, slunečnice, tykev olejná, len, lníčka),
- energetické plodiny škrobnato-cukernaté (brambory, cukrovka, kukuřice, cukrová třtina).

Dále Šnobl et al. (2004) rozděluje odpadní biomasu následovně:

- Rostlinné zbytky ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny,
- odpady z živočišné výroby (exkrementy, zbytky krmiv),
- komunální organické odpady,
- organické odpady z potravinářských a průmyslových výrob,
- odpady z lesního hospodářství.

Způsob využití biomasy k energetickým účelům je do značné míry předurčen fyzikálními a chemickými vlastnostmi biomasy. Velmi důležitým parametrem je vlhkost, respektive obsah sušiny v biomase. Hodnota 50 % sušiny je přibližná hranice mezi mokřými procesy (obsah sušiny je menší než 50 %) a suchými procesy (obsah sušiny je větší než 50 %). Z principiálního hlediska lze rozlišit několik způsobů získávání energie z biomasy a přípravy biomasy pro energetické využití:

- Termochemická přeměna biomasy (suché procesy pro energetické využití biomasy): Spalování, pyrolýza, zplyňování.

- Biochemická přeměna biomasy (mokrý procesy pro energetické využití biomasy): Alkoholové kvašení, metanové kvašení.
- Fyzikální a chemická přeměna biomasy: Mechanicky (štipání, drcení, lisování, briketování, peletování, mletí a podobně), chemicky (esterifikace surových bioolejů).
- Získávání odpadního tepla při zpracování biomasy (např. při kompostování, aerobním čištění odpadních vod, anaerobní fermentaci pevných organických odpadů apod.), (Pastorek et al., 2004).

2.1.2 Fytomasa

Fytomasa je rostlinná hmota, surová nebo zpracovaná, s vnitřním obsahem chemické energie, kterou je možno přeměnit na elektřinu nebo teplo (Součková, 2006). Fytomasa zahrnuje organické látky rostlinného původu vznikající v přírodě v průběhu fotosyntézy. Zájem o využití fytomasy pro energetické účely podnítil rozvoj technologického oboru zvaného fytoenergetika (Havlíčková, 2008).

V literatuře se uvádí kolem jednoho sta rostlinných druhů, rostoucích po celém světě, které byly vytipovány jako potenciální zdroj pro energetické využití (Šimon, 2000). Výběr druhu energetické rostliny je určována mnoha faktory jako např. druhem půdy, způsobem využití, prostředky pro pěstování, sklizní a dopravou apod. Nezbytné je porovnání výnosů s náklady na pěstování a výrobu energie (Moudrý, 2007).

Pěstování energetických plodin v ČR se teprve dostává do širšího povědomí zemědělců. Řada plodin je ve fázi výzkumu a jejich pěstování je zatím na experimentální úrovni. Energetické plodiny lze obecně charakterizovat jako nenáročné ovšem nejedná se o plodiny bezúdržbové nebo plevelné (Petříková et al., 2006).

V ČR je v současné době asi 500 000 ha nevyužívané zemědělské půdy. Zároveň se značná část zemědělské půdy nachází v horských a podhorských oblastech s nepříznivými půdními a klimatickými podmínkami. Z toho vyplývá nízká ekonomická efektivnost intenzivní zemědělské výroby zaměřené na tradiční

potravinářské využití. Tento potenciál orné půdy není zdaleka využit a otvírá se tak prostor pro nepotravinářské využití fytomasy (Součková a Moudrý, 2006).

2.1.3 Rychle rostoucí dřeviny

Rychle rostoucí dřeviny (RRD) jsou schopné dosahovat vysokého výnosu nadzemní biomasy v krátkém obmýtí za 3 až 6 let a životnosti 20 až 35 let. Jejich růst a zejména objemová produkce (t/ha/rok) v prvních letech nebo po opakovaném seříznutí výrazně převyšuje průměrné hodnoty ostatních dřevin (Havlíčková, 2007).

Mezi ověřené a používané RRD, které jsou vhodné do našich přírodních podmínek pro produkční energetické plantáže, patří topoly a vrby. Pro energetické účely se také ověřuje pěstování pajasanu (Kohout, 2010).

2.1.4 Energetické byliny

Jedná se o různé druhy jednoletých, víceletých i vytrvalých rostlin. Zakládání porostů většiny těchto polních plodin spočívá v jednoduchém zasetí na volnou půdu za použití běžného secího stroje. Tyto energetické plodiny se poměrně snadno pěstují a mohou poskytnout biomasu mnohem rychleji, než např. RRD. V případě jednoletých plodin se biomasa získá v roce zasetí, víceleté a vytrvalé druhy poskytují biomasu zpravidla od druhého roku vegetace (Petříková, 2011).

Jejich hlavní předností je, že dosahují vysokých výnosů a dají se sklízet běžnými zemědělskými sklizňovými stroji. Od potravinářských plodin se liší tím, že jsou pěstovány právě pro výnos hmoty a ne pro výnos živin (Havlíčková, 2007).

2.1.4.1 Jednoleté energetické byliny

Jako energetický zdroj lze využívat některé jednoleté plodiny. V úvahu připadá sláma obilnin (pšenice, ječmen, žito, triticales) a řepková sláma nebo celé rostliny obilnin, čiroku, konopí a dalších plodin (Moudrý a Stražil, 1999).

Jednoleté rostliny mají tu přednost, že jsou určeny pro rychlou produkci, jejich setí a sklizeň se provádí pomocí běžné zemědělské techniky, což není vždy možné u vytrvalých rostlin. U jednoletých rostlin je poměr vložené a získané energie obvykle 1 : 2 (Weger et al., 2012).

V tabulce (Tab 5.) je uveden přehled a charakteristika jednoletých bylinných druhů, které lze využívat pro energii podle Petříkové (2002).

Tab. 5: Jednoleté energetické byliny

Druh rostlin	Výsev kg/ha	Hloubka setí v cm	Termín setí	Výnos suché hmoty v t/ha	Termín sklizně
Tritikale	130 - 180	5 - 7	25.9. -10.10.	10 - 12	VII, VIII
Ozimé žito	130 - 140	5 - 7	25.9. - 5.10.	9 - 12	VII, VIII
Sudanská tráva	30	4 - 5	zač. V	14 - 18	(IX), X, (XI)
Konopí seté	32- 65	3	IV - V	8,5 -16	IX, X
Amaranthus	1,2 - 1,7	1,5	V - VI.	8 - 10	(IX), X, (XI)
Sléz krmný	5 - 8 (10)	2	IV - V	8 - 12	(VIII), IX, (X)
Hořčice sareptská	5 - 6	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

Zdroj: Petříková (2002)

2.1.4.2 Víceleté energetické byliny a trávy

U víceletých druhů se často musí vynaložit značné náklady při zakládání porostu. Plné využití připadá v úvahu až druhým nebo třetím rokem. U víceletých bylin se předpokládá, že po fázi rozrůstání poskytnou vyšší výnosy než rostliny jednoleté (Moudrý a Stražil, 1999). Celková energetická rentabilita je u víceletých plodin lepší, poměr vložené a získané energie může být podle výnosu až 1 : 10 (Weger et al., 2012). V tabulce (Tab. 6) je uveden přehled a charakteristika víceletých bylinných druhů a dále (Tab. 7) je uveden přehled trav, které lze využívat pro energii podle Petříkové (2002).

Obecně platí, že ekonomicky a energeticky efektivnější je pěstování rostlin víceletých a vytrvalých než tradičních jednoletých, pokud se nejedná o vedlejší produkt (sláma obilovin nebo olejnin).

Tab. 6: Víceleté energetické byliny

Druh rostlin	Výsev kg/ha	Hloubka setí v cm	Termín setí	Výnos suché hmoty v t/ha	Termín sklizně
Pupalka dvouletá	4 - 5	na povrch utužené půdy	od jara do 1/2 VIII	4 - 5	(VIII), IX
Komonice bílá	18- 25	2 - 3	IV - V	12 -15	(VIII), IX
Jestřabina východní	15 - 25	3	IV	cca 10	VII,(VIII)
Topinambur hlíznatý	50-55 tis. hlíz, spon 62,5 až 75 x 24 až 40cm	6 -12	V	8 -10	IX (X, XI)
Šťovík krmný	5 - 8	1,5	V - VII	15 - 25	VII,(VIII)
Mužák prorostlý	12 - 15	3	IV	12 - 15	(VIII), IX, (X)
Bělotrn kulatohlavý	18 - 22	3	IV - V	14 - 16	IX,(X)
Boryt barvířský	10 - 12	3	IV	cca 10	VIII,(X)
Topolovka růžová	5 - 6	2	IV - V	13 - 16	IX,(X)
Ozdobnice čínská - <i>Miscanthus</i>	10 - 20 tis. sazenic	6 - 8	1/2 V - 1/2 VII	15 - 25	Jaro -III,IV

Zdroj: Petříková (2002)

Tab. 7: Energetické trávy

Druh rostlin	Výsev kg/ha	Hloubka setí v cm	Termín setí	Výnos suché hmoty v t/ha	Termín sklizně
Chrastice 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)

Zdroj: Petříková (2002)

Pěstováním netradičních vytrvalých plodin lze efektivně snížit celkové náklady na produkci jednotky biomasy a zásadně zvýšit poměr výstupu energie ke vstupu neboli „output / input“ (podle zahraničních zdrojů 4-10x). Je to dáno tím, že při pěstování vytrvalých rostlin jsou nejvyšší náklady v prvním roce při založení plantáže. Tyto náklady mohou být i mnohem vyšší než u tradičních plodin.

V následujících letech celkové náklady na pěstování vytrvalých rostlin klesají, neboť odpadají náklady na zpracování půdy a setí, snižují se náklady na hnojení, chemickou ochranu a podobně (Havlíčková, 2007).

2.2 Vybrané druhy

Mezi nejvíce prostudované a využívané energetické plodiny ve světě patří chrastice rákosovitá, ozdobnice čínská, kukuřice i čirok. O těchto rostlinách již byly zjištěny značné informace od taxonomických vztahů až po technologie sklizně.

Tato část pojednává o rostlině *Elymus elongatus*, která se pěstuje více než sto let v mnoha částech světa pro různé účely (půdní sanace, protierozní opatření, krmivo pro hospodářská zvířata), ale její potenciál pro výrobu energie dosud nebyl realizován (Csete et al., 2011).

2.2.1 *Elymus elongatus*

Pro tvorbu biomasy bylo pěstování druhu *Elymus elongatus* poddruhu *ponticus*, odrůdy Szarvasi-1 (dále jen Szarvasi-1) nedávno zavedeno v Maďarsku. Biomasa rostliny je využívána pro výrobu energie ve formě pevných biopaliv (Csete et al., 2011).

2.2.1.1 Taxonomie a nomenklatura

U některých druhů rostlin se používá nejednotná nomenklatura rostlin, což poněkud komplikuje přehled. S tímto problémem se setkáme i u druhu *Elymus elongatus*, který má mnoho synonym. (Kažmierski, 2008)

K synonymům *Elymus elongatus* (Host) Runemark patří: *Triticum elongatum* Host, *Thinopyrum elongatum* (Host) D. R. Dewey, *Agropyron elongatum* (Host) P. Beauv, *Elytrigia elongata* (Host ex P. Beauv) Nevski. Je možné se setkat i s anglickým názvem Tall Wheatgrass (The Plant List, 2010).

2.2.1.2 Botanické zařazení

Elymus elongatus patří do čeledi lipnicovité, přesné zařazení je uvedeno v tabulce (Tab. 8).

Tab. 8: Botanické zařazení

	Český název	Latinský název
Říše	Rostliny	<i>Plantae</i>
Oddělení	Semenné rostliny	<i>Spermatophyta</i>
Třída	Jednoděložné	<i>Monocotyledones</i>
Řád	Lipnicotvaré	<i>Poales</i>
Čeleď	Lipnicovité	<i>Poaceae</i>
Rod	Pýrovník	<i>Elymus</i>
Druh		<i>Elongatus</i>

Zdroj: European Environment Agency (2012)

2.2.1.3 Původ a rozšíření

Elymus elongatus je ponticko-středomořský druh. Jeho rozšíření se pohybuje podél Středozemního moře od Černého moře až k Iberskému poloostrovu. Tato rozsáhlá oblast je pokryta dvěma morfologicky velmi odlišnými poddruhy. Kratší a křehčí *Elymus elongatus* (Host) Runemark *subsp. elongatus* se vyskytuje v západní části ponticko – středomořské oblasti, zatímco vyšší a robustnější *Elymus elongatus* (Host) Runemark *subsp. ponticus* (Podp.) Melderis se nachází ve východní oblasti Středomoří. Tento poddruh roste také přirozeně v Maďarsku, kde se vyskytuje nejseverozápadnější část oblasti jeho rozšíření (Csete et al., 2011). *Elymus elongatus* se užíval jako krmivo již v roce 1909 v západní části USA, v Kanadě a také v Austrálii (Schrabauer, 2010).

2.2.1.4 Morfologický popis

Szarvasi-1 je vytrvalá tráva tvořící nitkovité kořeny, které pronikají do půdy ve velkém množství až do hloubky 2,5 m (Bikazugi mezögazdasági nonprofit KFT, 2004). Šedozelený stonek je řídko olistěný, robustní a lysý (Csete et al., 2011). Listy jsou šedozelené, tuhé, 0,2 až 0,8 cm široké a 10 cm až 30 cm dlouhé. Jejich povrch je drsný a vrchní část je intenzivně žebrovaná (Schrabauer, 2010). Květenství tvoří rovný, 20 až 30 cm dlouhý lichoklas, složený z kláskových shluků (Bikazugi mezögazdasági nonprofit KFT, 2004). Klásek se skládá ze 7 až 15 kvítků. Plevy jsou tupé nebo uťaté (Csete et al., 2011). Plodem je obilka tvaru kopí o velikosti 0,8 až 1,2 cm. Hmotnost tisíce semen je 2,8-3,8 g (Bikazugi mezögazdasági nonprofit KFT, 2004). Povrch stonku a listů je sklerenchymatický a pokrytý silnou pokožkou,

což naznačuje toleranci odrůdy vůči suchu. Stéblo může dosáhnout výšky 180 až 220 cm v optimálních růstových podmínkách (Csete et al., 2011).

2.2.1.5 Nároky na stanoviště

Elymus elongatus se klasifikuje jako C3 rostlina (Scheinost, 2008). Szarvasi-1 tráva snáší podobné půdní podmínky jako běžné obiloviny, co se týče půdní textury, živin a obsahu vody. Nicméně se rychleji vyvíjí na lehčích půdách, ve srovnání se středními nebo těžkými půdami. Přírodní stanoviště této rostliny se vyskytují převážně v centrální části Maďarska, kde se nachází oblasti s písčitou půdou, přirozené populace se však vyskytují i na jílovitých půdách zasolených bažin. Vzhledem k biotopu přírodních populací *Elymus elongatus* lze předpokládat, že i odrůda Szarvasi-1 preferuje spíše alkalické půdy o hodnotách 6,5 až 10 pH. Navzdory původnímu alkalickému stanovišti může vykazovat výraznější produkci biomasy i při neutrálních hodnotách pH, stejně jako nejběžnější obiloviny. Mírně kyselé půdy nebrání dobré produkci biomasy, ale půdy pod 5,5 pH negativně ovlivňují výnos. (Csete et al., 2011)

Životnost Szarvasi-1 může být 10 až 15 let, ale pro změny v produkci biomasy v průběhu tohoto časového úseku dosud nejsou kvalitní výsledky. Szarvasi-1 dobře snáší vysoké letní teploty nepřekračující 30-35 °C, odrůda je odolná i chladným zimním teplotám pod -35 °C. Výsledky ze zahraničních šetření (Maďarsko, Čína, Turecko) potvrdily, že odrůda Szarvasi-1 výborně snáší 200-2100 mm srážek ročně. (Csete et al., 2011)

Plný výnos přináší v druhém roce po jarním výsevu. Největší nárůst hmoty vykazuje časně z jara a na podzim (Schrabauer, 2010). Výnos sušiny se pohybuje od 10 do 15 t/ha. Dosahuje výhřevnosti 14-17 MJ/kg sušiny materiálu, což se blíží hodnotám RRD nebo hnědého uhlí (Bikazugi mezőgazdasági nonprofit KFT, 2004).

2.2.1.6 Odrůdy

V současné době není uvedena v seznamu odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize ČR k 1. 1. 2014 žádná odrůda nebo forma. Odrůda Szarvasi-1 byla vyšlechtěna jako specifický, suchu odolný a robustní hybrid rodu *Elymus elongatus*

subsp. ponticus populací z Maďarska a různých oblastí Pontu. Proces šlechtění byl proveden ve městě Szarvas ve východním Maďarsku, ale v poslední době byla nová odrůda zapojena do rozsáhlých pěstitelských studií v různých částech této země. Odrůda Szarvasi-1 byla oficiálně uznána maďarským Centrálním hospodářským úřadem v roce 2004 (Csete et al., 2011). Typický genotyp je výsledkem několika desetiletí šlechtitelské práce. Největší podíl na šlechtění nese Dr. János Janowszky ve spolupráci se svým synem Zsoltem Janowszky (Janowszky, 2012). Odrůda Szarvasi-1 byla zapsána 19. 2. 2004 v maďarském katalogu odrůd (Mezőgazdasági szakigazgatási hmatatal kiadványa, 2008).

2.2.1.7 Osevní postup

Porost se zakládá na dobu 10-15 let (Janowszky, 2007). Podobně jako ostatní trávy je dobré zařadit Szarvasi-1 na nezaplevelený pozemek (Petříková et al., 2006).

2.2.1.8 Agrotechnika

Půda by měla být připravena podobně jako pro všechny ostatní obiloviny (např. pšenice, ječmen, atd.) (Csete et al., 2011). Pro pěstování a sklizeň se nevyužívá žádných speciálních strojů (Bikazugi mezőgazdasági nonprofit KFT, 2004). Vyžaduje přípravu půdy jako jiné vytrvalé trávy (Janowszky, 2007).

Szarvasi-1 je možné vysévat od dubna do září za dostatečné vlhkosti půdy. Klíčení je většinou dobré. Růst v počátečních fázích rostlin je pomalý (Scheinost, 2008). Vysévá se přibližně 30 - 40 kg/ha (Csete et al., 2011 a Bikazugi mezőgazdasági nonprofit KFT, 2004). Doporučená doba setí je od 1. do 20. září (Csete et al., 2011). Pro tvorbu fertilních stébel vyžaduje období jarovizace jako ozimé obiloviny (Grunewald, 2012). Semena se vysévají do hloubky 2-2,5 cm s výsevní vzdáleností 12-15 cm (Csete et al., 2011).

2.2.1.9 Hnojení

Odrůda Szarvasi-1 je schopná produkovat 10-15 tun sušiny ročně pouze s dodáním 68 až 85 kg N na hektar a na seč (Bikazugi mezőgazdasági nonprofit KFT, 2004). Často se aplikuje i organické hnojení. (Moosbauer a Rieglsperger, 2013).

2.2.1.10 Ochrana rostlin

Tráva je velmi konkurenčně slabá až do fáze třetího listu. Plevely by měly být odstraněny před setím přípravkem na bázi glyfosátu. Další používání pesticidů se doporučuje až po fázi čtvrtého listu (Grunewald, 2012). Po této růstové fázi energetické trávy se aplikují herbicidy k ochraně proti plevelům (Csete et al., 2011). Tato tráva je odolná proti chorobám rostlin (hnědé a červené rzi, padlí a dalším), (Bikazugi mezőgazdasági nonprofit KFT, 2004).

2.2.1.11 Sklizeň a posklizňové úpravy

Sklizeň se nejčastěji provádí dvakrát ročně, první seč do konce června, druhá seč do konce září (Moosbauer a Rieglsperger, 2013). Tento způsob sklizně se využívá pro následnou výrobu bioplynu (Janowszky, 2012). Výška řezu by neměla být menší než 15 cm (Grunewald, 2012).

Při využití materiálu pro průmyslové účely nebo spalování se zdá smysluplné provádět sklizeň pouze jednou za rok, protože rostliny obsahují vysoký podíl celulózy a ligninu, což je prospěšné pro tyto účely a náklady na sklizeň mohou být udržovány na nízké úrovni. Termín sklizně lze hledat na konci srpna, kdy je prohrátá půda. Sklizeň se provádí pomocí konvenční technologie na zpracování sena. Hmota může být odklizená ve formě kulatých a hranatých balíků, případně řezanky (Schrabauer, 2010). Oproti RRD jednoznačnou výhodou tvoří každoroční sklizeň, kdy jsou účinně využity zpracovatelské kapacity. Výroba osiva je jednoduchá a ekonomicky nenáročná (Bikazugi mezőgazdasági nonprofit KFT, 2004).

2.2.1.12 Využití produktu

Podle neziskového výzkumu Agentury pro rozvoj zemědělství v Szarvas (Maďarsko) je odrůda Szarvasi-1 charakterizována jako vhodná pro spalování. V porovnání s ozdobnicí obsahuje nižší hladiny sloučenin síry a dusíku (Schrabauer, 2010). Tato tráva se uplatňuje i v dalších oblastech použití. Může nahrazovat dřevo jako průmyslovou surovinu pro výrobu celulózy a papíru (Janowszky, 2012). V závislosti na době sklizně může být energetická tráva použita jako krmivo pro přežvýkavce, jako fermentační substrát, nebo jako pevné palivo (Moosbauer,

2012). Za zmínku stojí také protierozní a meliorativní funkce rostliny (Janowszky, 2007).

2.2.2 Ozdobnice čínská

Ozdobnice čínská (*Miscanthus sinensis*) je rostlina, o které se v současné době uvažuje jako o alternativním zdroji obnovitelné energie a surovině pro průmyslové využití (Petříková et al., 2006). Je to vytrvalá tráva vysokého vzrůstu. Jako rostlina C₄ typu přeměny uhlíku efektivně využívá sluneční energii, vodu a živiny (Porvaz, 2008). Dosahuje za příznivých podmínek přes 30 tun výnosu sušiny a je značně odolná proti chorobám a škůdcům (Stražil a Moudrý, 2011). Polní pokusy s touto rostlinou jsou v současné době prováděny skoro ve všech zemích EU a v USA (Weger et al., 2012). Pěstování ozdobnice je omezováno dvěma nevýhodami: Porost ozdobnice může v prvním roce po založení za nepříznivých podmínek přes zimní období vymrzat a další nevýhodou je drahá sadba (Petříková et al., 2006).

2.2.2.1 Původ a rozšíření

Pochází z jihovýchodní Asie (Jižní Kurily, jihovýchod Ruska, Čína – Mandžusko, Korea a Taiwan). Do Evropy (do Dánska) byl poprvé dovezen v roce 1935 klon, který se vyznačoval mimořádnou vzrůstností a byl proto označován jako *Miscanthus sinensis* Gigantheus. Z tohoto původního klonu pochází většina druhů soudobé výsadby v Evropě (Petříková et al., 2006).

2.2.2.2 Botanická charakteristika

Ozdobnice se botanicky řadí do třídy jednoděložné (*Monocotyledoneae*), čeledi lipnicovité (*Poaceae*), tribus vousatkovité (*Andropogoneae*), (Stražil a Moudrý, 2011). Čepele listů jsou až 1 m dlouhé, 1 cm široké. Listy jsou lysé, středně zelené, vytrvávající přes zimu, kdy často bronzově zlátnou. Oddenek je krátký, často dřevnatý (Weger a kol., 2012). Latu má širokou, okolíkatě patrovitou, větévky odvislé. Počet chromozómů $2n = 38$ (Petříková et al., 2006).

2.2.2.3 Nároky na stanoviště

Ozdobníci se nejlépe daří na lehčích strukturních půdách, spíše v teplejších oblastech s vyšším množstvím srážek. Doporučují se humózní písčité půdy s vysokou hladinou podzemní vody (ne více než 60 cm) s malým nebo žádným zaplevelením vytrvalými plevely. Nároky na půdu nejsou tak vyhraněné. Předpokladem vysokých výnosů fytomasy jsou, kromě vysokého množství srážek, vyšší teploty vzduchu v průběhu vegetační doby, tj. od konce května do konce září (Strašil, 2009). Optimální pH půdy je v rozmezí 5,5 až 6,5. Plodina dobře hospodaří s vodou, její koeficient transpirace je 250 litrů na kg sušiny (Petříková et al., 2006).

2.2.2.4 Odrůdy

V současné době není uvedena v seznamu odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize ČR k 1. 10. 2013 žádná odrůda nebo forma. V zahraničí je vyšlechtěno velké množství forem, které mají různý habitus. Jako nejvýnosnější formy jsou v Evropě nabízeny např. formy Gigantheus, Goliath atd. avšak tyto formy jsou sterilní a lze je množit pouze vegetativně (Petříková et al., 2006).

2.2.2.5 Osevní postup

Sazenice nebo rizomy je dobré sázet po zlepšujících předplodinách, jako jsou okopaniny (cukrovka, brambory) dále luskoviny a obiloviny. Jako vytrvalá rostlina by měla ozdobnice být založena minimálně na 10 až 15 let (Strašil, 2009).

2.2.2.6 Agrotechnika

Na podzim je nutno provést podmítku s následující hlubokou orbou. Před sázením na jaře následuje příprava set'ového lůžka s prokypřením půdy do hloubky 10 cm (pro mechanické vysazování), mechanické a chemické hubení plevelů (Weger et al., 2012).

Porosty ozdobnice lze založit vysetím semen, pomocí sazenic vypěstovaných z tkáňových kultur nebo pomocí oddenků. Sazenice se vysazují z odkopků, nebo vypěstované in vitro, nejlépe takové, které přečkaly v kořenáčích již jednu zimu. Termín sázení je v době, kdy již se nevyskytují jarní mrazíky a teplota půdy je vyšší

než 10 °C. Výsadba se provádí od poloviny května do poloviny července a to 10 000 ks/ha (do 20 000 ks/ha). Při výsadbě se doporučuje kořenové baly sazenic navlhčit a vysazený porost pokud je možnost zavlažovat. Je možno sázet modifikovanými sazeči na cibuli, nebo stroji na výsadbu lesních stromků (Strašil, 2009). Porosty zakládáné z rhizomů je třeba sázet dříve, než rhizomy začnou pučet, aby se mladé výhonky při manipulaci neolámaly.

Půda se připravuje pouze do hloubky výsadby, aby nebyla porušena kapilarita půdy. Podobně jako u topinamburu také u ozdobnice se doporučuje jarní vyorání rhizomů, neboť je z mnoha stránek výhodnější. Přes zimní období dojde k narušení komplexního balu kořenů, rhizomů a půdy mrazem. V této době jsou baly méně zhutněné, proto je při použití velkovýrobní technologie práce bramborových sklízečů spolehlivější. Rhizomy také bez delšího uskladnění tolik nevysychají (Kára et al., 2005). Ozdobnice je v prvním roce výsadby náchylná k vymrzání. Jako ochranné opatření lze porost na zimu přikrýt např. slámou ve vrstvě 100-150 mm, nebo vysévat do meziřádků přes zimu vymrzající plodinu např. hořčici bílou, která tvoří přes zimu ochranný mulč (Petříková et al., 2006).

2.2.2.7 Hnojení

Na dobře zásobených půdách se obejde ozdobnice prvním rokem bez hnojení. Na půdách s menší zásobou živin se doporučuje hnojit prvním rokem do poloviny června jednorázově do 50 kg/ha N kvůli snížení možnosti vymrzání. V dalších letech se velikost dávky N má přizpůsobit zásobám živin v půdě a dosahovaným výnosům (Strašil, 2009). V průměru se doporučuje hnojit druhým rokem a další léta 50 - 100 kg/ha N, 40 kg/ha P a 70 kg/ha K, nejlépe na jaře a dusík od jara do poloviny července (Weger et al., 2012).

2.2.2.8 Ochrana rostlin

Porosty ozdobnice nejsou v současné době výrazněji napadány chorobami nebo škůdci, proto není třeba chemické ochrany. První rok po vysazení, než se porost zapojí, je možno používat mechanické hubení plevelů (např. prutové brány) nebo aplikovat herbicidy. Druhým rokem většinou není třeba používat herbicidy, protože opadávající listová hmota vytváří vrstvu mulče, která potlačuje růst plevelů. Kromě

toho dochází k neustálému rozšiřování oddenků, ze kterých ozdobnice každoročně vyrůstá (Stražil, 2009).

2.2.2.9 Sklizeň a posklizňové ošetření

Sklizeň je možno provádět pojízdnými samohodnými řezačkami, se kterými se sklízí kukuřice od listopadu do března. Ze sklizené slámy je možno lisovat pelety. Pelety mají hmotnost cca 500 kg/m³. Sklizenou slámu je možno balíkovat, pro stavební účely sklízet celou (stavební materiál). Ozdobnice se v prvním roce (rok výsadby) nesklízí, v druhém roce dává do 10 t/ha sušiny, ve třetím roce a dalších 20-25 t/ha sušiny, při intenzivním hospodaření i více než 30 t/ha. Převažuje sklizeň po zimě (únor, březen), neboť odpadnou starosti s případným dosoušením. Při sklizni po zimě je však třeba počítat se ztrátami celkové nadzemní fytomasy 30-40 % (Stražil, 2009).

2.2.2.10 Likvidace porostu

Při konečné likvidaci porostu je možno použít několika metod. Jednou je chemická likvidace nově rašících výhonků, která se provádí na jaře. Potom se však mohou vyskytnout potíže při zakládání jiné plodiny. Další možností je vyorání rhizomů (rotačním kultivátorem) na povrch půdy na podzim, kde rhizomy přes zimní období zmrznou (Stražil, 2009).

2.2.2.11 Využití produktu

S ozdobnicí se ve většině projektů ze západní Evropy počítá hlavně pro energetické účely na výrobu tepla (přímé spalování – kogenerace nebo pyrolýza). Výchřevnost celých rostlin je kolem 19,0 GJ/t sušiny. Vysoký obsah celulózy kolem 40 % řadí ozdobnici k velkým konkurentům dosud běžně používaných dřevin pro výrobu buničiny. Ozdobnici lze dobře využít i ve stavebním průmyslu. Lze ji použít jako materiál pro výrobu dřevovláknitých desek, dřevitých lepenek, rohoží nebo došek. Z ozdobnice se dále vyrábějí snadno likvidovatelné obalové materiály (Weger et al., 2012).

2.2.2.12 Ekonomika

U pěstování ozdobnice představuje největší nákladovou položku sadba. Levněji vyjdou porosty ozdobnice mechanicky založené z rhizomů. Dánové uvádějí, že mechanicky založené porosty z rhizomů vyjdou 5x levněji, než porosty založené z tkáňových kultur. (Stražil, 2009).

2.2.3 Chrastice rákosovitá

Jednou z mnoha alternativních plodin, o jejímž rozšířeném pěstování pro průmyslové využití se uvažuje, a to hlavně v SRN, Dánsku ale i severských evropských státech jako je Finsko, Švédsko, je chrastice rákosovitá (Petříková et al., 2006).

2.2.3.1 Botanická charakteristika

Chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea L.*) je vytrvalá tráva značně náročná na vodu a živiny, nenáročná na agrotechniku, dávající ve vhodných podmínkách vysoké výnosy. Chrastice rákosovitá je autochtonní druh, který je přirozeně rozšířen na celém území našeho státu, všude tam, kde je dostatek půdní vláhly. Chrastice rákosovitá je rozšířena téměř po celé Evropě, Asii (kromě jižní části) i v Severní Americe. Tento druh vytváří dlouhé podzemní oddenky, které jsou rozprostřeny těsně pod povrchem půdy. Kořenový systém je mohutný, jdoucí do značné hloubky (Malat'ák a Vaculík, 2008). Výška stébel často přesahuje 2 m. Mohutná přímá stébla jsou zakončena dlouhou jednostrannou latou. Sterilní výhony jsou stébelné, hustě olistěné. Listy jsou široké a dlouhé (Petříková et al, 2006). Plodem je vejčitá nahá obilka asi 1,5 až 4 mm dlouhá a 1 mm široká (Malat'ák a Vaculík, 2008).

2.2.3.2 Nároky na stanoviště

V přirozených travních porostech se chrastice rákosovitá nejvíce vyskytuje v okolí vodních toků. Její rozšíření vysoko do hor ukazuje na její velkou odolnost vůči drsným klimatickým podmínkám (Weger et al., 2012). Nejlépe se jí daří na těžších půdách s bohatou zásobou živin. Na půdní reakci není zvláště citlivá. Je dobře přizpůsobivá půdní reakci v rozmezí pH od 4,0 do 7,5, s optimem kolem pH 5,0. Po zakořenění jí neškodí ani delší přísušek. Holomrazy ani pozdní jarní mrazíky

jí neškodí. Také zastínění nebo krátkodobé zavodnění snáší dobře (Malat'ák a Vaculík, 2008).

2.2.3.3 Odrůdy

V ČR není povolena žádná odrůda, ale v zemích EU se považuje za standart odrůda Platon (USA). Další pěstované evropské odrůdy jsou Motycka (POL), Motterwizer (D), Peti, Szarvasi 50 (H), Lara (NOR). Šlechtí se nové odrůdy pro průmyslové využití, které by se měly lišit od krmných tím, že mají vysoký poměr stonků oproti listům, nízký obsah popele a prvků jako jsou křemík, draslík a chlór (Malat'ák a Vaculík, 2008).

2.2.3.4 Osevní postup

Je dobré zařadit chrastici na nezaplevelený pozemek. Vhodnou předplodinou jsou luskovinoobilní směsky a obilniny, které následují po pícnině nebo ozimé řepce (Petříková et al., 2006).

2.2.3.5 Agrotechnika

Porosty chrastice určené pro energetické využití se zakládají podobně jako na píce. Chrastice se seje do užších řádků 12,5-30 cm. Výsevek v čisté kultuře činí 20-25 kg/ha semene. Dobře založené porosty vydrží několik let. Rostliny se doporučují se sklízet po zimě brzy na jaře, kdy mají nízký obsah vody (12-20 %), (Petříková et al., 2006).

2.2.3.6 Hnojení

Literatura uvádí, že lesknice je značně náročná na živiny. Na základě praktických zkušeností bylo zjištěno, že postačují na úrodnějších půdách každoroční dávky dusíku 50-80 kg/ha. Při hnojení musí být zvažována také zásobenost živin v půdě a výnosy jichž je dosahováno na daném stanovišti. Při pěstování víceletého porostu lesknice pro energetické účely lze přihnojovat průmyslovými hnojivy každoročně ihned po sklizni plodiny (Koloničný a Hase, 2011).

2.2.3.7 Ochrana rostlin

Choroby ani škůdci obvykle u chrastice nečiní problémy. Za určitých podmínek se mohou vyskytnout listové choroby (*Stagnospora sp.*, *Helmintosporium sp.*). Proti plevelům je možné aplikovat herbicidy, které se používají do jarních obilnin, a to nejlépe ve fázi 2 až 5 listů chrastice (Weger et al., 2012).

2.2.3.8 Sklizeň a posklizňové zpracování

Chrastice určená pro spalování se v roce výsevu sklízí v drtivé většině na jaře, kdy se poseká na řádek a potom se lisuje do balíků. Sklízecí mechanismy se někdy upravují tak, že se sníží otáčky bubnu a zvětší se průchodnost sklízecího ústrojí. Při těchto opatřeních je snižování odrol listů. Při energetickém využití se dají též lisovat brikety nebo pelety. Při sklizni lze využít existující zemědělskou mechanizaci, která je běžně dostupná v zemědělských provozech. Dodržení správného termínu sklizně a včasná transformace suroviny do skladovatelného stavu je základním předpokladem úspěšné produkce (Weger et al., 2012).

Při jednofázové sklizni sklízecí řezačkou v ranějších termínech (léto až podzim) je řezanka odvezena na místo, kde je obvykle třeba jí dosušit (Stražil et al. 2011).

Při vícefázové sklizni je porost v první fázi sklizen pomocí sklízecí mlátičky nebo žacího stroje. Sklízecí mlátička je použita v případě, že je v první fázi sklízeno semeno. To je v pracovním ústrojí odděleno. Zbylý materiál je uložen na pozemku v řádcích a sklízí se jako seno (obracení, shrnování, lisování). Při sklizni na semeno je stěžejní výnos fytomasy z první seče. Druhou seč (otavu) je možno použít podle stávajícího počasí a potřeby (fytomasa na energii, případně senáž). V případech, kdy se v první fázi semeno neskylí, lze použít žacího stroje (Weger et al., 2012).

Při vícefázové sklizni s využitím sklízecích lisů je porost v první fázi pokosen žacím strojem. Následně je možno materiál, který se nechá doschnout na řádcích, sklídit do balíků hranolovitých či kulatých. Balíky je nutné následně skladovat v zakrytých prostorech s ochranou proti dešti (Stražil et al., 2011).

2.2.3.9 Využití produktu

Vedle použití fytohmoty lesknice pro přímé spalování nebo na výrobu elektřiny lze využít v zeleném stavu jako krmivo nebo pro výrobu bioplynu. Porost lze také využít na výrobu osiva pro následnou reprodukci (Weger et al., 2012).

2.2.4 Kukuřice

Historie pěstování kukuřice (*Zea mays* L.) jako kulturní plodiny je stará déle než 5 600 let. Z původní vlasti Jižní Ameriky se do Evropy dostala koncem 15. století a do střední Evropy se rozšířila z Balkánu (Weger et al., 2012). Patří k rostlinám C4 cyklu přesto se pěstuje i v chladnějších oblastech ČR. Setkáváme se s ní od 40° jižní šířky až po 56° severní šířky (Šantrůček, 2001). Kukuřice je rostlina jednoletá, jednodomá, různopohlavní, cizosprašná. Patří do třídy jednoděložných (*Monocotyledonae*), řádu lipnicotvaré (*Poales*), čeledi lipnicovitých (*Poaceae*), (Novák a Skalický, 2008). V krátkém vegetačním období vytváří značné množství ústrojně hmoty vysoké energetické hodnoty. Její nadzemní asimilační orgány i kořenový systém mají velkou schopnost přijímat energii a živiny z prostředí a přeměňovat je v organickou hmotu (Velich, 1994).

2.2.4.1 Botanická charakteristika

Primární kořenovou soustavu tvoří kořeny, které se zakládají již v zárodku, sekundární kořenovou soustavu tvoří soubor stonkových adventivních kořenů. Stéblo kukuřice je plné a je současně zásobním orgánem. Stéblo kukuřice je rozdělené kolénky. Výška stébla se v našich podmínkách v závislosti na hybridu pohybuje od 1,2 do 3 m. Listy kukuřice jsou protistojné. Listová čepel je široká s nápadným středním žebrem (Diviš et al., 2010). Květy jsou různopohlavní, jednodomé. Samčí květy jsou uspořádány v terminální volnou latu složenou z hustých lichoklasů. Samičí květenství zvané palice vyrůstá z úžlabí listu a je těsně obaleno mnoha listy (Valíček, 2002). Obilky kukuřice obsahují 72 % škrobu a 12 % bílkovin a 8-9 % tuku (Diviš et al., 2010).

2.2.4.2 Nároky na stanoviště

Pro dobrý vývoj a vysoké výnosy vyžaduje kukuřice harmonické působení všech vegetačních faktorů. Potřebuje hodně světla, rozvíjí se v podmínkách vysokých teplot, za vegetaci spotřebuje značné množství vody i minerálních živin a vytváří velkou plochu asimilačních orgánů (Velich, 1994).

Kukuřice je teplomilná rostlina. Hybridy začínají klíčit, když teplota pudy dosahuje 7-8°C. Optimální teplota pro klíčení je 25-28°C (Vrzal a Novák, 1995). Rychlost růstu při klíčení je závislá na příjmu vody (Šantrůček, 2007). Nároky na celkovou sumu teplot jsou dané raností hybridu a pohybují se v rozmezí 1700-3200°C (Vrzal a Novák, 1995).

Kukuřice využívá velmi dobře světlo. Na jeden ha půdy vytváří 20 000 – 60 000 m² asimilační plochy (LAI 2 - 6). Kukuřice má nároky nejen na určitou intenzitu osvětlení, ale i na délku osvětlení v dané vývojové fázi. Kratší světelný den sice urychluje kvetení, ale zároveň zmenšuje počet listů a výšku rostlin. Pro využití dopadajícího světla je důležité rozmístění rostlin v porostu (Šantrůček, 2001).

Transpirační koeficient je poměrně nízký, pohybuje se v rozpětí 240 – 370. Avšak k vysoké produkci celkové hmoty potřebuje kukuřice dostatek vody, zejména v období intenzivního růstu tj. v období mezi metáním a mléčnou zralostí. (Vrzal a Novák, 1995).

Podle půdních podmínek je kukuřice schopná čerpat vláhu až z hloubky 2,5 m. Díky bohatě rozvinutému kořenovému systému a dobrému hospodaření s vláhou dobře překonává krátké přísušky. (Pulkrábek et al., 2003).

Kukuřice nemá zvláštní nároky na půdu. Příznivě reaguje na půdy hlinité, lehčí, hluboké, záhřevné s dostatkem humusu. Snáší půdy slabě kyselé a slabě zásadité (Velich, 1994).

2.2.4.3 Odrůdy

Výběr odrůdy patří mezi nejdůležitější pěstitelská opatření. V ČR je k dispozici velké množství hybridů v závislosti na účelu pěstování (využití) a

klimatických podmínkách (Weger et al., 2012). Podle stupně ranosti jsou hybridy označovány číslem FAO (Vrzal a Novák, 1995).

2.2.4.4 Osevní postup

Kukuřice je zlepšující plodinou nejčastěji pro obiloviny. Pro ozimé obiloviny jen tehdy, je-li čas na přípravu půdy a dodržení agrotechnického termínu setí (Diviš, 2010). Kukuřice není plodinou, která by vyžadovala speciální předplodinu. Nejvhodnější předplodinou jsou jeteloviny, víceleté píce a okopaniny hnojené statkovými hnojivy (Vrzal a Novák, 1995). Nejčastěji se však zařazuje po obilninách, nejlépe pšenici (Šantrůček, 2007).

2.2.4.5 Zpracování půdy

Kukuřice je velmi náročná na přípravu půdy, vyžaduje hluboké zpracování půdy. U kukuřice je vhodné provést na podzim podryvání. Podryvání se provádí na hloubku 45 - 50 cm a je možné ho spojit se základním hnojením. Bez podryvání je vhodné provést podmítku, která má jednak plevelohubný účinek a jednak šetří vláhu. Další operací je střední nebo hluboká orba minimálně čtrnáct dní po podmítce. Před setím se půda kypří do hloubky 50 – 60 mm těžkými nebo rotačními branami. V současné době se využívají mechanizační prostředky umožňující minimalizaci zásahů pomocí kombinátorů (Vrzal a Novák, 1995). Ochranu porostů proti plevelům je možno provádět před setím chemicky nebo mechanicky (Petr a Húska, 1997).

2.2.4.6 Založení porostu

Na hektar se vysévá přesný počet klíčivých zrn, který se v závislosti na ranosti hybridu a způsobu pěstování (na zrno, siláž) pohybuje od 60 do 110 tisíc jedinců na 1 ha. Vzdálenost řádků se volí od 0,70 do 0,75 m, při pěstování na siláž se volí i 0,50 m (Diviš, 2010).

2.2.4.7 Výživa a hnojení

Kukuřice příznivě reaguje na živiny v tzv. „staré půdní síle“, proto je výhodné hnojit intenzivněji předplodinu. Živiny je pak kukuřice schopna čerpat

i z hlubších půdních horizontů. Naopak na přímé hnojení nereaguje porost příliš výrazně (Vrzal a Novák, 1995).

Na 1 t zrna průměrně odčerpá 25-30 kg N, 4,5-7 kg P a 23-29 kg K. Draselná a fosforečná hnojiva se zapravují nejlépe na podzim při zpracování půdy. Dusíkatá hnojiva se aplikují na jaře jednorázově před setím nebo volíme dělení dávky na dávku před setím a v době vegetace do fáze 5-7. Listu. Uplatňuje se i hnojení „pod patu“ NPK hnojivy nebo Amofos, případně foliární hnojení. Vhodné je organické hnojení chlévským hnojem v dávce 30-50 t/ha, zelené hnojení nebo rozdrčená sláma s dávkou 30-40 kg N/ha při zaorání (Diviš, 2010).

Často se používá kejda, která může být aplikována na jaře po zasetí i při meziřádkové kultivaci (Pulkrábek et al., 2003).

2.2.4.8 Ochrana a ošetření porostů

Kukuřice roste v počátečním vývoji velmi pomalu, a proto kukuřice v tomto období nekonkuruje rychle rostoucím plevelům. V počátečních fázích růstu provádějí opatření k potlačení plevelů (Pulkrábek et al., 2003). Zásah chemický nebo mechanický musí vytvořit takové podmínky, aby byl stav porostu kukuřice prvních 40-50 dní od vzejítí bezplevelný (Diviš, 2010).

Ochrana proti nejčastějším škůdcům, jako je zavíječ kukuřičný, spočívá v ošetření insekticidy. Pokud porost není při významném napadení škůdci ošetřen, hrozí snížení výnosu až o 30 % a následné houbové infekce (Svoboda, 2005).

2.2.4.9 Sklizeň a posklizňová úprava

Kukuřice na zrno je fyziologicky zralá ke sklizni (žlutá zralost), když obsah sušiny v zrnu dosahuje hodnoty 60 – 62 %. Sklizeň se provádí sklízecími mlátičkami s drobnými úpravami, např. adaptér pro odlamování palic. Optimální vlhkost je do 30 %. Při vyšší vlhkosti se začíná zvyšovat procento ztrát a poškození zrna a snižuje se výkonnost mlátičky (Vrzal a Novák, 1995).

Zrno po sklizni se musí buď vysušit na standardní vlhkost (14 %) nebo se konzervuje při sklizňové vlhkosti. Sušení se provádí buď ohříváním vzduchem, nebo

neupravovaným. Sušení celých palic se provádí zejména u osivové kukuřice a rovněž při využití na potravinářské účely (Šroller et al., 1997).

Na fytomasu se sklízí kuřice v mléčně voskové zralosti (obsah sušiny 27 %) sklízecí řezačkou při délce řezanky 25-25 mm. Sklizeň by měla být ukončena před příchodem prvních mrazíků. V příznivých podmínkách je možné sklízet kukuřici speciálními stroji dělenou sklizní a to technologií LKS - zpracování palic s listeny (50 % sušiny) nebo CCM zpracování palic bez listenů (60 % sušiny), (Moudrý, 2006).

2.2.4.10 Využití produktu

Energetické využití kukuřice je zaměřeno hlavně na produkci bioplynu z kukuřičné siláže. Kukuřičná siláž, určená k výrobě bioplynu, by měla být zásadně jen ze zdravých, zelených a nepremrzlých rostlin, s celkovým množstvím sušiny mezi 28-32 %. Pro co nejvyšší produkci metanu nesmí hmota obsahovat větší množství plísní a toxinů. Pokud je siláž dobře zakonzervovaná, vznikne také více energie, a tedy i více metanu (Weger et al., 2012).

2.2.5 Čirok

Čirok (*Sorghum*) se pěstuje v teplejších klimatických oblastech po celém světě pro všestranné využití. Tyto rostliny vytvářejí za vhodných podmínek dostatek fytomasy, která může být použita vedle jiných možností také k energetickému využití pro spalování, výrobu bioplynu a etanolu (Kára et al., 2005). Čirok pochází z Afriky a představuje nejvýznamnější obilninu aridních oblastí (Moudrý a Strašil, 1999).

2.2.5.1 Botanická charakteristika

Čirok je jednoletá bylina z čeledi lipnicovité (*Poaceae*), skupiny vousatkovité (*Andropogoneae*). Čirok je teplomilná rostlina typu C4 (Šimon a Strašil, 2000). Kořenová soustava je silně vyvinutá s množstvím kořenových vlásků, které mají velkou schopnost absorbovat z půdy vodu a živiny (Moudrý a Strašil, 1999).

U většiny odrůd jsou vytvořeny též tzv. vzdušné kořeny, které prorůstají do půdy a slouží jednak k upevnění rostliny v zemi a jednak k přijímání vody ve formě rosy. Tyto kořeny se vytvářejí většinou na prvním, méně často na druhém kolénku stébla (Kára et al., 2005).

Stéblo je silné, tvrdé a hladké, kolénky rozdělené na jednotlivé články, jejichž počet závisí na odrůdě a délce vegetace. Stébla dosahují výšky 1,5 – 5,5 m. Listy čiroku jsou 50-100 mm široké a 0,50-0,80 m dlouhé. Stébla i listy jsou pokryty slabým voskovým povlakem. Květenstvím je lata různého tvaru a velikosti. Klásky jsou jednokvěté a seskupují se po 2, 3 až 4 na stopkách druhotných větviček. HTS se pohybuje v rozmezí 10-70 g (Moudrý a Stražil, 1999).

Podle hlavních směrů využití se dají rozdělit do čtyř skupin:

- Čirok obecný (*S. vulgare* var. *eusorghum*): Pěstuje se hlavně na zrno. Většinou jde o formy s nižším vzrůstem.
- Čirok technický (*S. vulgare* var. *technicum*): Má silně vyvinutou latu, která bývá surovinou pro výrobu košťat a kartáčů. Zrno je vedlejším produktem.
- Čirok cukrový (*S. vulgare* var. *sacharatum*): Má šťavnatou dřeň i v biologické zralosti zrna. Používá se jako krmná, zejména silážní rostlina. Někdy se lisuje ze stébel šťáva, ze které se vyrábí líc, sirup apod.
- Čirok súdánský, súdánská tráva (*S. vulgare* var. *sudanense*): Tato skupina má tenká stébla, bohaté olistění a vytváří velké množství hmoty. Je nejvhodnější pro případné energetické využití (Petříková et al., 2006).

2.2.5.2 Nároky na stanoviště

Méně náročné čiroky pěstované na zrno vyžadují sumu teplot 2500 °C. Při pěstování na hmotu mohou být sumy teplot i nižší (Petříková et al., 2006). Nesnáší pokles teplot pod 10 °C (Moudrý a Stražil, 1999). Na půdu jsou čiroky poměrně nenáročné, přesto vysoké výnosy poskytují jen na strukturních půdách. Čiroky jsou velmi odolné vůči suchu, značně šetří s vodou. Koeficient transpirace má 200 litrů na 1 kg sušiny (Petříková et al., 2006).

2.2.5.3 Odrůdy

Vzhledem k jednotnému Evropskému katalogu bylo ve všech státech unie registrováno celkem 440 odrůd, z toho v ČR 10. V současné době se pěstují, podobně jako u kukuřice, nejvíce hybridní odrůdy (Weger et al., 2012).

Čiroky jsou v současné době vzhledem ke svému potenciálu jednou z nejintenzivněji šlechtěných plodin na světě. Příkladem je kříženec čiroku obecného a súdánské trávy Hyso, který nemá příliš vyhraněné nároky na teplotu a proto dosahuje dobrých výnosů i ve středních polohách (Petříková et al., 2006).

2.2.5.4 Osevní postup

Čirok zařazujeme do osevního postupu podobně jako kukuřici. Čirok snáší i opakované pěstování 2-3 roky po sobě (Moudrý a Stražil, 1999). Lze jej zařadit po obilninách, zejména po ozimé pšenici, jako hlavní plodinu také po okopanině. Lze pěstovat jako druhá plodina po ozimé luskobilní směsce (Petříková et al., 2006). Čiroky se stále více prosazují jako následná plodina po energetickém žitu na zeleno, GPS nebo po první sklizni víceleté pícniny (Pančíková, 2012). Po čiroku pěstovaném pro energetické využití a sklizeném do konce zimy lze pěstovat pouze jařiny (Petříková et al., 2006).

2.2.5.5 Agrotechnika

Příprava půdy je obdobná jako u kukuřice. Čiroky vyžadují dostatečně hlubokou orbu s kvalitně zapraveným organickým hnojivem. Při jarním zpracování půdy je vhodné použít kombinátory pro sloučení pracovních operací (Kára et al., 2005).

Optimální doba setí je dána požadavky na teplotu půdy pro vyklíčení. Musíme proto při volbě doby setí brát v úvahu celé prostředí dané oblasti, teplotu půdy a její vlhkost. Sejeme koncem dubna nebo začátkem května, když je půda již prohřátá alespoň na 12 °C. Výsev čiroků na zrna se nejčastěji provádí do řádků vzdálených od sebe 30–80 cm. Výsevní množství čiroků se odvíjí od účelu pěstování a pohybuje se od 15 do 30 kg/ha. Hloubka setí čiroků je 3–5 cm. Po setí se doporučuje pozemek uválet. Pro výsev se používají secí stroje konstruované

pro výsev obilnin, nebo speciální secí stroje na přesný výsev kukuřice nebo čiroku (Weger et al., 2012).

2.2.5.6 Hnojení

Hnojení je podobné jako u kukuřice. Počáteční růst čiroku je pomalý, proto je odběr živin zpočátku malý. Čirok nepoléhá, proto k němu můžeme hnojit většími dávkami dusíku (Weger et al., 2012). Průmyslová hnojiva jsou doporučována v dávkách 100-150 kg N, 30-70 kg P, 60-150 kg K na hektar (Petříková et al., 2006). Lze používat zelené hnojení nebo hnojení chlévským hnojem nebo kejdou. Doporučované dávky jsou 30–50 t/ha chlévského hnoje (Weger et al., 2012).

2.2.5.7 Ochrana rostlin

Počáteční růst porostu je velmi pomalý a je nutné udržet bezplevelný stav v prvních dvou měsících růstu. U mladých porostů je důležitým zásahem rozrušovat půdní škraloup a to vláčením lehkými branami, později plečkováním. V samotném boji proti plevelům je postřik herbicidy v porovnání s plečkováním účinnější (Kára et al., 2005). Z chorob se někdy na listech vyskytuje rez čiroková. Ochrana proti sněti spočívá v moření osiva. Z živočišných škůdců napadá čirok hmyz (listové mšice, zavíječ kukuřičný, a další) i vyšší živočichové (Weger et al., 2012).

2.2.5.8 Sklizeň a posklizňová úprava

Vlastní způsob a termín sklizně závisí na směru pěstování (Petříková et al., 2006). Čirok cukrový se siláží napřímo při optimálním obsahu sušiny. Súdánská tráva a její kříženci se hodí pro dvoufázovou sklizeň v době, kdy mají vysokou stravitelnost, nebo pro přímou sklizeň tehdy, když je obsah sušiny optimální. Čirok technický se sklízí v době technické zralosti, když jsou laty žluté a pružné. Zrnový čirok sklízíme kombajnem v době, když jsou zrna dobře vybarvená a lesklá (Weger et al., 2012).

Čiroky pěstované na výrobu bioplynu a na siláž se sklízí na začátku metání. Obvykle dávají dvě seče, první podle podnebí koncem června až do poloviny července, druhou od poloviny do konce září. K sečení se používá celá škála řezaček nebo žacíh strojů různých výkonů. Posečená fytomasa se nejčastěji nechává

zavadnout na sušinu 28–35 %, obvykle do 24 hodin, následně je shrnovaná, nařezána a odvezena. Také se uplatňuje sklizeň podobná jako u kukuřice, kdy se biomasa nechá dozrát na poli na sušinu 28–35 %, a pak se přímo sklízí a řeže řezačkou (Weger et al., 2012).

U biomasy sklízené na spalování je důležitým parametrem obsah sušiny. Na podzim čirok obsahuje více než 50% vody, a proto je vhodnější ho sklízet samohodnými sklízecími řezačkami koncem zimy, kdy mráz rostliny částečně vysuší. V důsledku nepříznivých podmínek dochází přes zimní období k lámání rostlin a tím i k vysokým ztrátám biomasy, které dosahují až 50% v porovnání s podzimním termínem sklizně (Petříková et al., 2006). Obsah vody je během vegetace i po zimě, kdy mráz většinu jiných plodin vysuší, velmi vysoký. Je třeba jej uměle dosušet, což je ale značně nákladné, proto čiroky nejsou vhodné pro přímé spalování (Weger et al., 2012).

Další možnosti využití čiroků jsou velmi široké. Pro technické účely lze ze zrna získat škrob a líh, nebo se získává etanol ze zrna i celých rostlin (Weger et al., 2012). Čirok je využíván jako potravinářská, krmná nebo průmyslová plodina (Chobotová a Prokeš, 2013).

3. Cíle práce

Cílem práce je charakterizovat vybrané energetické plodiny z hlediska požadavků na prostředí, pěstování a sklizeň a vyhodnocení jejich výnosových parametrů.

Dílčí cíle:

Založení maloparcelkových pokusů a sledování polních pokusů.

Ověření vhodnosti pěstování Szarvasi-1 pro energetické účely.

Porovnání výnosových parametrů vybraných energetických plodin.

Ekonomická efektivita pěstování vybraných plodin dle normativů.

Hypotézy:

Energetická výtěžnost ze spalování metanu získaného z rostlin při výrobě bioplynu je nižší než energetická výtěžnost ze spalování celých rostlin.

U víceleté trávy Szarvasi-1 jsou celkové technologické náklady na hektar v průměru za 10 let nižší než u vybraných jednoletých plodin.

4. Materiál a metody

Obecná charakteristika vybraných energetických rostlin je tvořena formou literární rešerše. Zaznamenány byly informace získané porovnáváním odborných literárních podkladů. Dále byly použity informace z osobního rozhovoru s pěstitelem Szarvasi-1.

Charakteristika pokusných stanovišť.

Založení maloparcelkových pokusů, polních pokusů a ošetření porostů.

Porovnání výnosových parametrů pomocí literárních zdrojů.

Metody ekonomického vyhodnocení.

4.1 Maloparcelkové pokusy

Lokalita České Budějovice

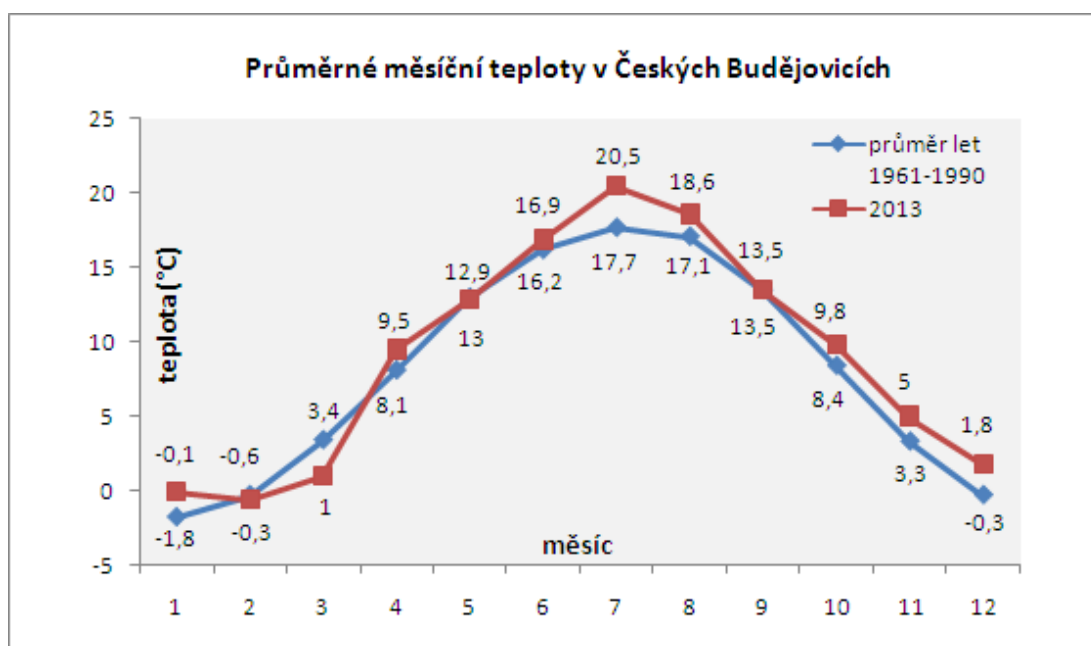
V Českých Budějovicích byly pokusy prováděny maloparcelkovým způsobem. Založeny byly porosty rostlin chřastice rákosovité, Szarvasi-1 a ozdobnice. Základní charakteristika klimatických podmínek oblasti je popsána v tabulce (Tab. 9). Průměrné měsíční teploty a srážky jsou znázorněny v grafech (Graf č. 1 a Graf č. 2). Data byla získána z internetového portálu Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ).

Tab. 9: Charakteristika lokality České Budějovice

Stanoviště	České Budějovice
Nadmořská výška (m. n. m.)	380
Půdní druh	Písčitohlinitý
Půdní typ	Kambizem pseudoglejová
Průměrná teplota vzduchu 1961-1990 (°C)	8,2
Průměrná teplota vzduchu v roce 2013 (°C)	9,1
Průměrný úhrn srážek 1961-1990(mm)	583
Průměrný úhrn srážek v roce 2013(mm)	679

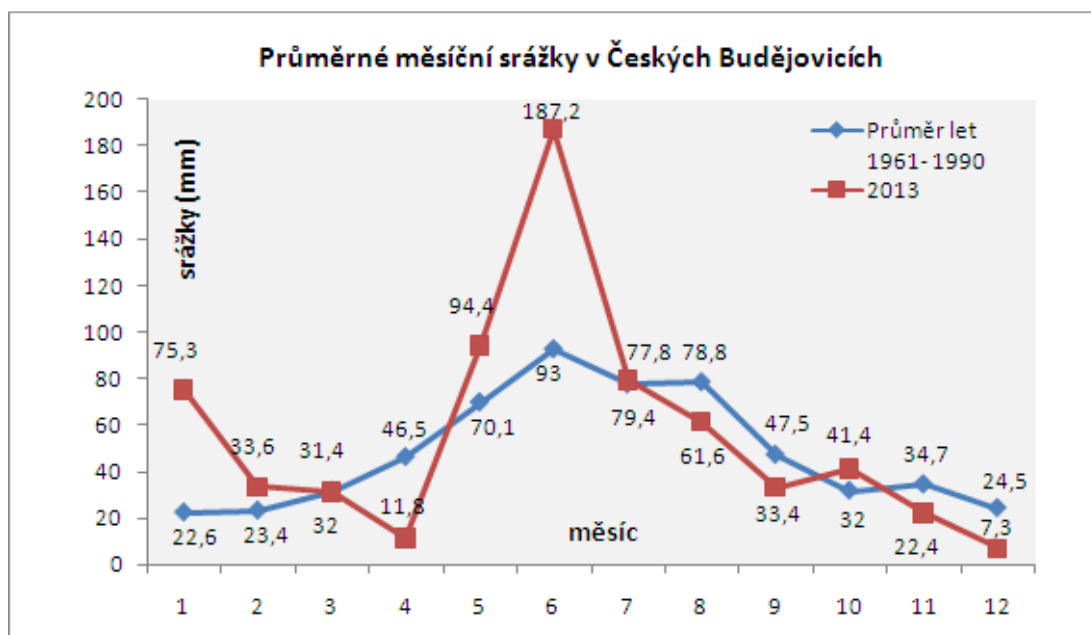
Zdroj: ČHMÚ (2014), Kutil (2009)

Graf č. 1: Průměrné měsíční teploty v Českých Budějovicích



Zdroj: ČHMÚ (2014)

Graf č. 2: Průměrné měsíční srážky v Českých Budějovicích



Zdroj: ČHMÚ (2014)

Založení pokusu

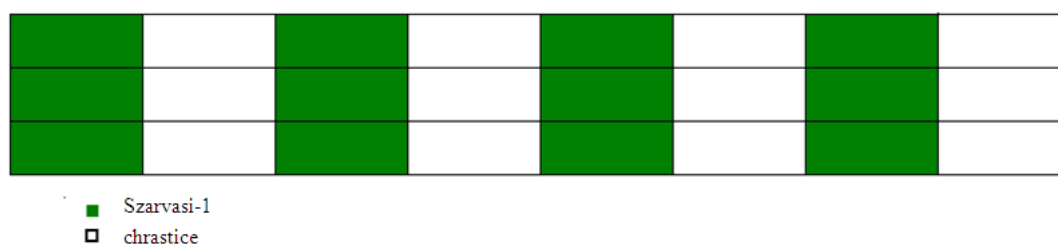
Na podzim roku 2012 byla na stanovišti v Českých Budějovicích provedena orba. Na jaře roku 2013 byla před setím připravena půda a 15. 4. 2013 byla

aplikována hnojiva superfosfát trojitý (300 kg/ha) a síran amonný (200 kg/ha) v místech založení plodin Szarvasi-1, chrastice rákosovité i ozdobnice.

Založení porostu Szarvasi-1 a chrastice rákosovité

Jarní varianta byla vyseta do jedné soustavy parcelék. Jedna soustava parcelék tvoří čtyři opakování Szarvasi-1 střídající se se čtyřmi opakováními chrastice rákosovité ve třech řádcích, jak ukazuje obrázek (Obr. 1).

Obr. 1: Schéma soustavy parcelék



Jedna parcelka Szarvasi-1 i chrastice má rozměry 8 x 1,25 m (mezi parcelkami byli vytvořeny mezery 1 m na šířku soustavy, na délku se střídají mezery 1 m a 2 m).

Dne 17. 4. 2013 bylo provedeno setí v množství 35 g/parcelku osiva Szarvasi-1 a 250 g/parcelku krycí plodiny ječmene jarního. Chrastice rákosovitá byla vyseta v množství 50 g/parcelku (klíčivost 30 %). Po zasetí bylo provedeno válení. Při kontrole porostu 15. 5. 2013 byli parcelky s travami již značně zaplevelené. Následně byl 7. 6. 2013 aplikován herbicid Starane proti dvouděložným plevelům v porostech Szarvasi-1 i chrastice rákosovité. Odplevelovací seč obou druhů trav byla provedena 14. 6. 2013. Následovalo přihnojení 5. 9. 2013 ledkem amonným v dávce 100 kg/ha. Dne 19. 11. 2013 byl odebrán vzorek (0,25 m²) z parcelék Szarvasi-1 a chrastice rákosovité pro stanovení obsahu sušiny a hmotnosti sušiny fytomasy.

Na pokusných pozemcích byla dále zasetá podzimní varianta Szarvasi-1 a chrastice rákosovité na dvě soustavy parcelék, tuto variantu však nepopisuje tato práce.

Založení pokusu ozdobnice

Odkopky oddenků ozdobnice získané z Lukavce u Pacova byli ručně vysázeny 22. 4. 2013 na parcelky o rozměrech 10 x 5 m ve dvou opakováních v řádcích vzdálených od sebe 1 m. V prvním opakování byla vzdálenost rostlin v řádku 0,5 m, ve druhém opakování byla vzdálenost rostlin v řádku 1 m. Mezi oběma opakováními byla ponechána mezera 2 m. Při kontrole porostu 2. 5. 2013 se dalo sledovat poměrně dobré obražení oddenků ozdobnic. Následně byl 7. 6. 2013 aplikován herbicid Starane, proti dvouděložným plevelům. 1. 7. 2013 proběhlo dosázení nevzešlých sazenic ozdobnice. Místo odplevelovací seče bylo 8. 8. 2013 provedeno prosekání plevele v řádcích.

4.2 Polní pokusy

Polní provozní pokusy pěstování Szarvasi-1 byly uskutečněny pod vedením firmy EUROFARMS s. r. o. zastoupené Ing. Jaroslavem Hamplem. Pokusná pole se nacházela ve třech lokalitách (Jihlava, Střílky, Suchdol nad Odrou). Celková rozloha oseté plochy na čtyřech honech byla 38 ha. Klíčivost semen se pohybovala okolo 78 %. Způsob agrotechniky, zakládání porostů a pěstování je popsán u jednotlivých lokalit.

Charakteristika lokality Suchdol nad Odrou

Základní charakteristika klimatických podmínek oblasti je zaznamenána v tabulce (Tab. 10).

Tab. 10: Charakteristika lokality Suchdol nad Odrou

Stanoviště	Suchdol nad Odrou
Nadmořská výška (m. n. m.)	300
Půdní druh	-
Roční průměrná teplota vzduchu (°C)	7,1
Roční průměrný úhrn srážek (mm)	580

Zdroj: ČHMÚ

V Suchdolu nad Odrou se nacházely dva sledované pozemky s plodinou Szarvasi-1. V prvním případě se jednalo o obnovu louky čistosevem, v druhém případě založení porostu na orné půdě, jako podsev do jarního ječmene.

Obnova louky čistosevem

Příprava půdy byla provedena dvojitou desikací 14 dní a 3 dny před setím přípravkem Roundup v množství 4 l/ha. Setí bylo provedeno 16. 5. 2013 secím strojem na přísev luk značky Vredo v množství 40 kg/ha. 17. 5. 2013 bylo provedeno válení. Dne 2. 7. 2013 byl porost ošetřen přípravkem Optica Trio v dávce 1,5 l/ha proti dvouděložným plevelům. Následně bylo dvakrát provedeno mulčování porostu v termínech 26. 7. 2013 a 19. 11. 2013 a hmota byla ponechána jako organické hnojivo. Další přihnojení nebylo provedeno.

Podsev do ječmene jarního

Dne 15. 10. 2012 proběhla příprava půdy do 15 cm. 27. 3. 2013 hnojení močovinou v dávce 160 kg/ha. Setí hlavní plodiny ječmene jarního s podsevem Szarvasi-1 s výsevkem 35 kg/ha proběhlo 17. 4. 2013. Následně bylo pole vláčeno těžkými branami v den setí.

Aplikace přípravků do ječmene jarního: 16. 5. 2013 Agritox 50 SL dávka 0,95 l/ha na plevele dvouděložné jednoleté a plevele dvouděložné vytrvalé. 29. 5. 2013 aplikovány Archer Top 400 EC dávka 1 l/ha padlí a rzi, regulátor růstu Modus 0,3 l/ha, smáčedlo Silvet Star 0,05 l/ha. 24. 6. 2013 použity Artea plus 0,5 l/ha (padlí travní, rez ječná) a insekticid Karate zeon dávka 0,15 l/ha.

Sklizeň ječmene jarního byla provedena 1. 8. 2013 sklízecí mlátičkou, sláma nadrcena a ponechána na pozemku.

Charakteristika lokality Jihlava

Základní charakteristika klimatických podmínek oblasti je popsána v tabulce (Tab. 11).

Tab. 11: Charakteristika lokality Jihlava

Stanoviště	Jihlava
Nadmořská výška (m. n. m.)	540
Půdní druh	Písčitohlinitý
Roční průměrná teplota vzduchu (°C)	6,5
Roční průměrný úhrn srážek (mm)	640

Zdroj: ČHMÚ

Podsev do ječmene jarního

Dne 4. 10. 2012 bylo provedeno hnojení draselnou solí 160 kg/ha. 26. 10. 2012 proběhla příprava půdy do 15 cm. 23. 4. 2013 bylo hnojeno močovinou v dávce 230 kg/ha a následovala příprava půdy do 15 cm. Dne 30. 4. 2013 proběhlo setí hlavní plodiny ječmene jarního s podsevem Szarvasi-1 s výsevkem 32,5 kg/ha secím strojem Väderstad Rapid. 7. 5. 2013 hnojeno 140 kg/ha ledku amonného s vápencem.

Aplikace přípravků do ječmene jarního: 24. 5. 2013 aplikován Stabilan 750 SL - dávka 0,6 l/ha, Starane 250 EC - dávka 0,35 l/ha, Biplay SX - dávka 0,4 l/ha, Artea plus – dávka 0,45 l/ha. 19. 6. 2013 použit insekticid Fury v dávce 0,075 l/ha, Artea plus - dávka 0,5 l/ha a smáčedlo Silvet Star - dávka 0,05 l/ha.

Sklizeň ječmene jarního byla provedena 15. 8. 2013 sklízecí mlátičkou, sláma nadrcena a ponechána jako hnojivo.

Charakteristika lokality Střílky

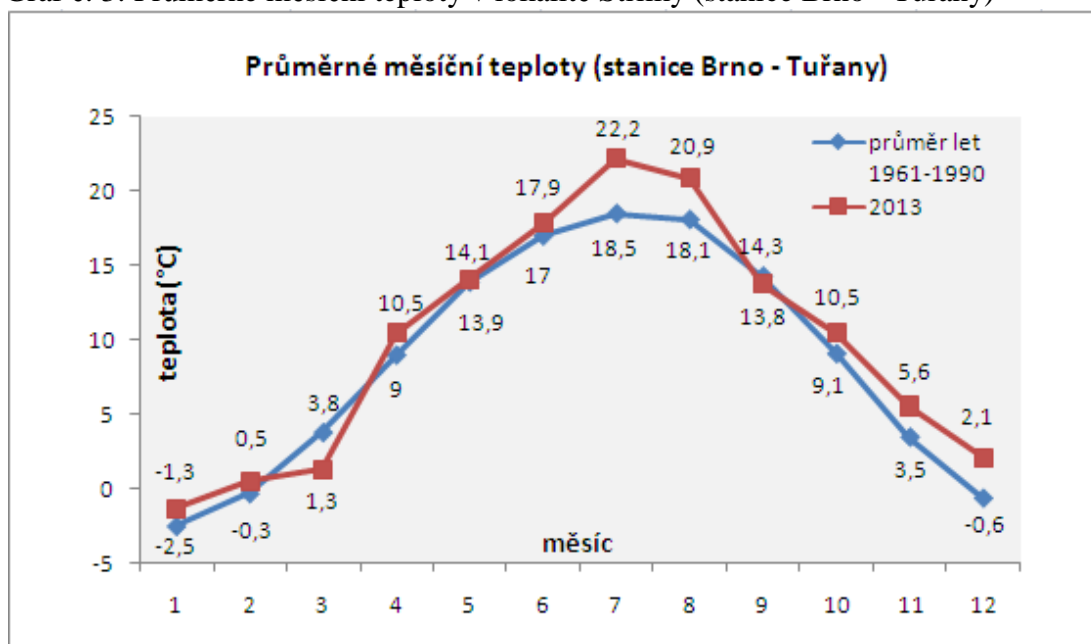
Základní charakteristika klimatických podmínek oblasti je popsána v tabulce (Tab. 12). Průměrné měsíční teploty a srážky jsou znázorněny v grafech (Graf č. 3 a Graf č. 4). Pro lokalitu Střílky byla převzata data z meteorologické stanice Brno – Tuřany.

Tab. 12: Charakteristika lokality Střílky

Stanoviště	Střílky
Nadmořská výška (m. n. m.)	340
Půdní druh	-
Roční průměrná teplota vzduchu (°C)	7,9
Roční průměrný úhrn srážek (mm)	545

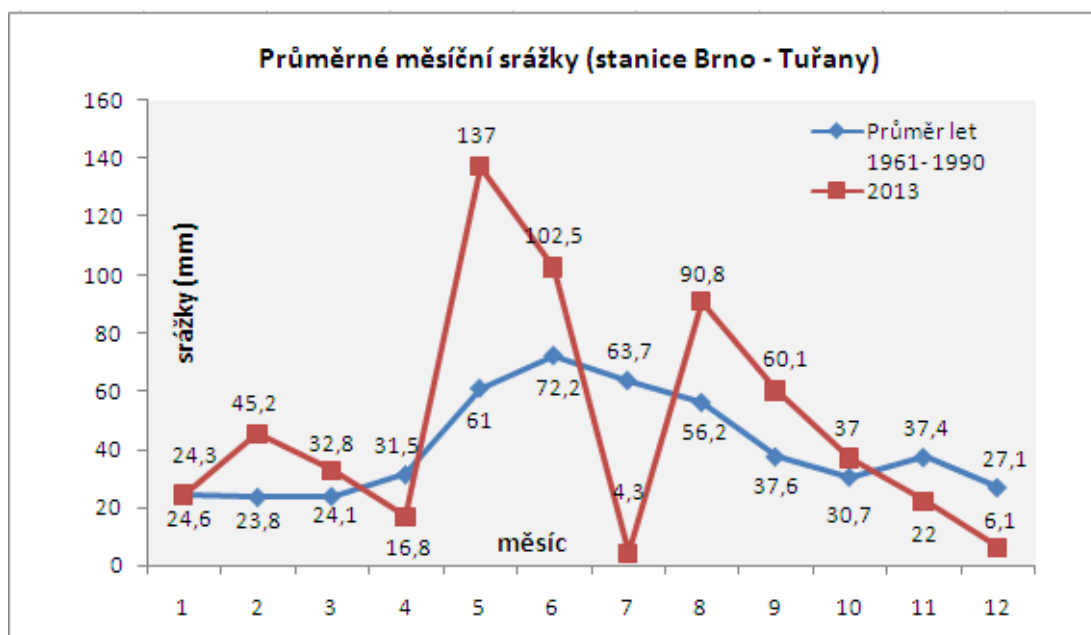
Zdroj: ČHMÚ

Graf č. 3: Průměrné měsíční teploty v lokalitě Střílky (stanice Brno - Tuřany)



Zdroj: ČHMÚ

Graf č. 4: Průměrné měsíční srážky v lokalitě Střílky (stanice Brno - Tuřany)



Zdroj: ČHMÚ

Podzimní čistosev

Příprava půdy do 15 cm byla provedena 28. 8. 2012 a opakována podruhé 6. 9. 2012. Následoval výsev 7. 9. 2012 diskovým secím strojem Pronto 8 DC (8 m) od firmy Horsch s výsevkem 40 kg/ha osiva Szarvasi-1. Přezimování proběhlo

bez problémů. Porost ošetřen na jaře 28. 4. 2013 přípravkem Optica Trio v dávce 1,9 l/ha a přípravkem Mustang forte v dávce 1 l/ha proti dvouděložným plevelům. První seč provedena 19. 7. 2013. Technologie sklizně Szarvasi-1 byla shodná s technologií na sklizeň sena. Usušené seno slisováno do obřích balíků a odvezeno. Výnos tvořil 4,95 t/ha sušiny. Dne 16. 11. 2013 bylo provedeno mulčování a mulč ponechán na pozemku.

4.3 Metody ekonomického vyhodnocení

Při hodnocení pěstování vybraných plodin z ekonomického hlediska, byly jako hlavní zdroje využity dokumenty: Normativy zemědělských výrobních technologií (KAVKA et al., 2006), z tohoto zdroje jsou převzaty informace pro čirok a Normativy pro zemědělskou a potravinářskou výrobu (z internetových stránek: <http://www.agronormativy.cz>). Na těchto stránkách jsou uvedena aktualizovaná data pro pěstování chrastice rákosovité, ozdobnice čínské a kukuřice. Technologie pěstování trávy Szarvasi-1 (při sklizni určené pro spalování) je velmi podobná technologii pěstování chrastice rákosovité, proto byly převzaty normativní náklady chrastice rákosovité (doba pěstování 10 let), částečně upraveny a využity pro Szarvasi-1. Upravena byla pouze cena osiva a hodnota u opakování dle Hampla (2014). Údaje o variabilních a celkových technologických nákladech byly porovnávány s normativy Výzkumného ústavu zemědělské techniky v. v. i., dále jen VÚZT (2014). Také byly využity informace Večeřové (2013), z portálu eagri.cz které se týkají možnosti čerpání dotace jednotné platby na plochu (SAPS) v roce 2013.

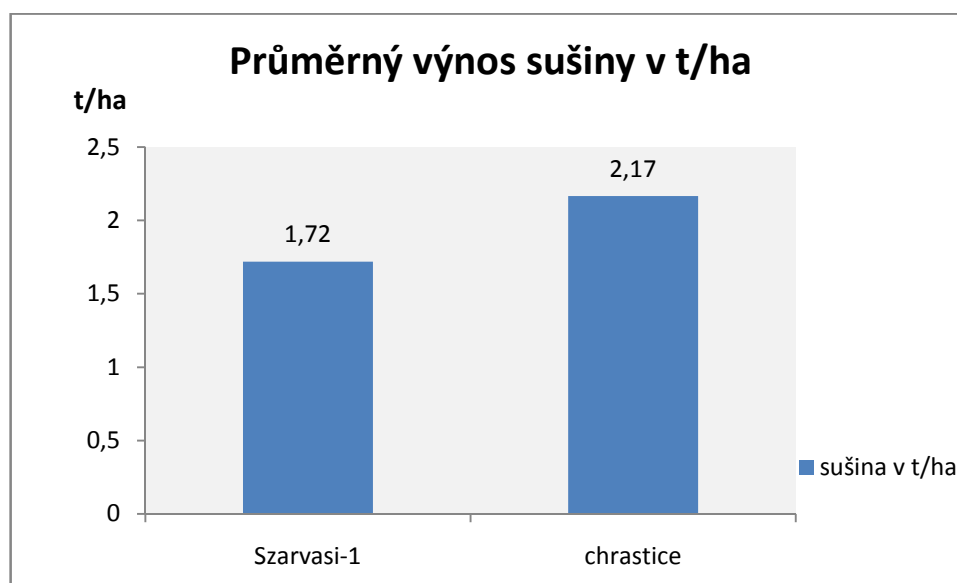
Při výpočtech byly sledovány tyto ukazatele: Fixní náklady, variabilní náklady a celkové technologické náklady u všech vybraných plodin, dále tržby z prodeje energetického produktu, dotace na pěstování, hospodářský výsledek u energetických trav. Sledované parametry byly vyhodnoceny pro standardní technologii pěstování.

5. Výsledky a diskuze

5.1 Výnosové parametry

Na maloparcelkových pokusech v Českých Budějovicích byla v roce 2013 (rok založení pokusů) odebrána pouze jedna sada vzorků. Výnos ze vzorků byl přepočítán a je uváděn v t/ha. Průměrný výnos chrastice rákosovité z těchto vzorků odebraných 19. 11. 2013 činil 6,87 t/ha čerstvé hmoty o průměrné sušině 33,0 %. Výnos sušiny tvořil 2,17 t/ha. Průměrný výnos Szarvasi-1 při odběru vzorku 19. 11. 2013 činil 5,51 t/ha čerstvé hmoty o průměrné sušině 32,6 %, což odpovídá 1,72 t/ha sušiny. Porovnání výnosu sušiny je znázorněno v grafu č. 5. Průměrný výnos sušiny chrastice rákosovité byl o 0,45 t/ha vyšší než výnos sušiny Szarvasi-1.

Graf č. 5: Průměrný výnos sušiny v Českých Budějovicích



Souček (2011) popisuje podobné výsledky, kde výnos chrastice rákosovité při druhé seči 2. 11. 2007 v roce založení porostu dosahoval 5 t/ha čerstvé hmoty při obsahu sušiny 41,6 %, což odpovídá výnosu sušiny 2,08 t/ha.

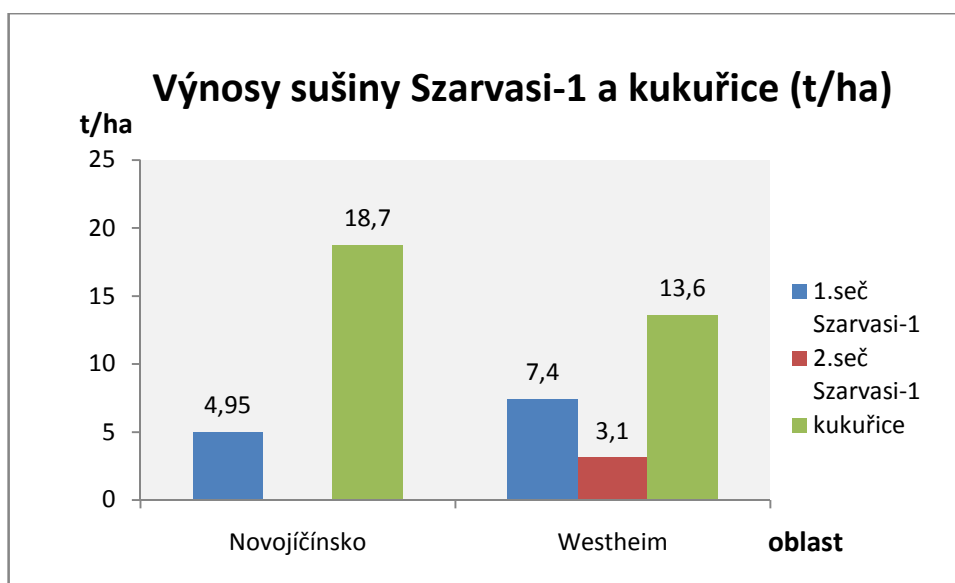
V lokalitách Jihlava a Suchdol nad Odrou byl rok 2013 rokem založení porostu, z toho důvodu nebyl sledován žádný výnosový parametr.

V lokalitě Střílky z první seče 19. 7. 2013 byl dosažen výnos sušiny Szarvasi-1 v prvním užitkovém roce 4,95 t/ha. Druhá seč byla pouze mulčována. KWS OSIVA s.r.o. (2013) udávají průměrné výnosy sušiny kukuřice 18,7 t/ha v roce 2013 v této oblasti (Novojíčínsko).

Výsledky, které uvádí Völklein (2013) z oblasti Westheim (Německo), ukazují průměrné výnosy Szarvasi-1 7,4 t/ha sušiny z první seče provedené 19. 6. 2012 z porostů zakládáných čistosevem 20. 8. 2011. Druhá seč Szarvasi-1 prováděná 30. 10. 2012 dala průměrný výnos sušiny 3,1 t/ha. Průměrný výnos sušiny kukuřice v této oblasti tvořil 13,6 t/ha.

V grafu č. 6 lze vyčíst, že výnos sušiny z první seče Szarvasi-1 byl v lokalitě Střílky (Novojíčínsko) o 2,45 t/ha nižší než v lokalitě Westheim. Naopak výnos sušiny kukuřice byl v lokalitě Novojíčínsko o 5,1 t/ha vyšší než v oblasti Westheim.

Graf č. 6: Výnos sušiny Szarvasi-1 a kukuřice v lokalitách Novojíčínsko a Westheim



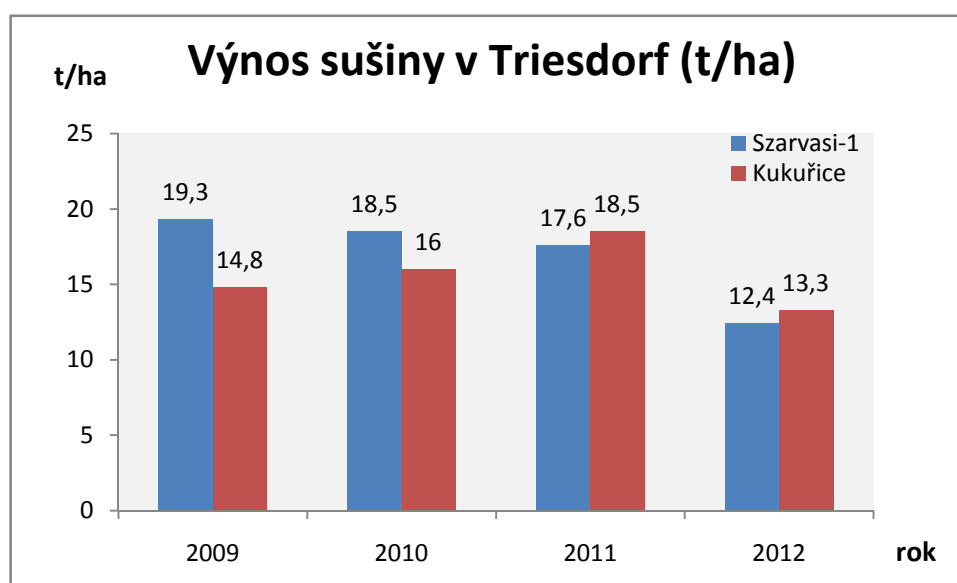
Upraveno dle: KWS OSIVA s. r. o. (2013), Völklein (2013)

Odlišné výnosy u Szarvasi-1 mohou být způsobeny různými faktory (odlišné stanovištní podmínky, různá intenzita hnojení, vliv ročníku, nestejně technologie pěstování). Podle Hampla (2014) byl celkově porost ve Střílkách po dlouho trvající zimě slabý a následně po květnových srážkách značně zaplevelený, což také s vysokou pravděpodobností ovlivnilo první výnos. Druhá sklizeň v lokalitě Střílky

nebyla provedena z důvodu nepříznivého průběhu počasí. Jak ukazuje graf č. 3, teploty v měsíci červenci a srpnu byly nadprůměrné a zároveň dle grafu č. 4 byly srážky v červenci podprůměrné. Hampl (2014) uvádí, že po seči porost Szarvasi-1 špatně obrůstal a následná sklizeň druhé seče by byla ekonomicky nerentabilní pro nízký výnos hmoty.

Pěstováním Szarvasi-1 pro energetické účely se zabývá i vzdělávací centrum Triesdorf v Bavorsku. Výsledky pokusů z let 2009 – 2012 ukazují uspokojivé výnosy Szarvasi-1 (průměrně 16,95 t/ha sušiny) ve srovnání s výnosy kukuřice (průměrně 15,65 t/ha sušiny), přehled je uveden v grafu č. 7.

Graf č. 7: Výnos sušiny v Triesdorf v letech 2009 - 2012



Upraveno dle: Heinz (2013)

Schrabauer (2013) udává odlišné výnosy sušiny z oblastí Alpenvorland a Wiener Becken v Rakousku. Průměrný výnos sušiny Szarvasi-1 tvoří 13,4 t/ha a je tak v obou lokalitách nižší než průměrný výnos sušiny kukuřice, která tvoří 18 t/ha.

Kára et al. (2005) zaznamenává průměrné výnosy sušiny, čerstvé hmoty a vlhkost čerstvé hmoty vybraných energetických druhů (čirok, ozdobnice a chrastice) v různých termínech odběru fytomasy v letech 1996 – 2001. Dále Diviš (2011) uvádí průměrné výnosové parametry u kukuřice z pokusů v letech 2008 - 2010 (Tab. 13).

Tab. 13 : Výnos čerstvé hmoty (č. h.), sušiny fytomasy (t/ha) a vlhkost (%) vybraných druhů v různých termínech sklizně

Plodina	1. odběr *			2. odběr **			3. odběr ***		
	Výnos		Vlhkost	Výnos		Vlhkost	Výnos		Vlhkost
	Č. h.	Sušina		Č. h.	Sušina		Č. h.	Sušina	
Čirok	44,8	15,0	66,2	27,1	13,0	52,1	16,2	9,4	42,0
Ozdobnice	44,4	16,0	64,0	31,0	15,5	50,0	15,3	11,7	14,0
Chrastice	24,5	8,1	67,0	15,0	8,0	46,8	7,61	6,2	18,5
Kukuřice	54,9	16,2	70,6	37,4	13,3	64,2	14,7	11,6	23,4

*odběr v době největšího nárůstu fytomasy, ** odběr na podzim, *** odběr brzy na jaře

Upraveno dle: Kára et al. (2005), Diviš (2011)

Z tabulky lze vyčíst, že u všech sledovaných druhů byl dosažen nejvyšší výnos sušiny v době největšího nárůstu fytomasy oproti odběru na podzim, kdy již výnos sušiny dosahuje nižších hodnot. Nejnižší výnos sušiny byl sledován u všech vybraných plodin při termínu odběru brzy na jaře oproti předchozím odběrům. Vlhkost čiroku při jarním odběru dosahuje 42 %, proto lze konstatovat, že při takto vysoké vlhkosti čiroku není vhodné hmotu přímo spalovat. Ozdobnice a chrastice dosahující při jarním odběru vlhkosti 14 % a 18,5 %, jsou rostliny vhodné pro přímé spalování. Toto tvrzení potvrzuje i dostupná literatura např. Weger et al., (2012).

V tabulkách 14 – 16 je uveden vliv variant hnojení v různých lokalitách u vybraných energetických rostlin (čiroku, ozdobnice, chrastice rákosovité) na výnos sušiny fytomasy.

Tab. 14: Průměrné výnosy sušiny fytomasy čiroku (t/ha) podle variant na sledovaných stanovištích za období 1993 - 2004.

Stanoviště/Varianta *	Ruzyně	Troubsko	Lukavec	Chomutov	Průměr
N0	10,5	26,1	2,3	10,0	12,2
N1	11,7	27,2	6,1	11,5	14,1
N2	12,2	27,9	7,0	11,8	14,7
Průměr variant	11,5	27,1	5,1	11,1	13,7

* Hnojení dusíkem v průmyslových hnojivech (kg/ha): N0 = 0, N1 = 60, N2 = 120

Zdroj: Petříková et al. (2006)

Významný rozdíl ve výši výnosu čiroku je zaznamenán mezi jednotlivými lokalitami. Pro tvorbu sušiny fytomasy je nejvhodnější teplejší a sušší lokalita Troubsko, naopak nejméně příznivá je chladnější a vlhčí lokalita Lukavec.

Tab. 15: Průměrné výnosy sušiny fytomasy ozdobnice (t/ha) podle variant hnojení na sledovaných stanovištích za období 1996 - 2004.

Stanoviště/Varianta *	Ruzyně	Troubsko	Lukavec	Průměr
N0	22,6	21,8	11,2	18,5
N1	30,1	23,0	11,7	21,6
N2	31,1	23,1	15,7	23,3
Průměr variant	27,9	22,5	13,0	21,2

* Hnojení dusíkem v průmyslových hnojivech (kg/ha): N0 = 0, N1 = 50, N2 = 100

Zdroj: Stražil (2009)

Nejvyšších výnosů fytomasy ozdobnice bylo dosaženo v lokalitě Ruzyně a nejnižších v lokalitě Lukavec. Lze konstatovat, že teplejší lokalita Ruzyně je z hlediska výnosu nejvhodnější ze zkoumaných lokalit pro pěstování ozdobnice.

Tab. 16: Průměrné výnosy sušiny fytomasy chrastice rákosovité (t/ha) podle variant hnojení na sledovaných stanovištích za období 1996 - 2000.

Stanoviště/Varianta *	Ruzyně	Troubsko	Lukavec	Průměr
N0	7,6	7,9	5,8	7,1
N1	7,7	8,9	7,9	8,2
N2	9,2	10,1	8,8	9,4
Průměr variant	8,3	9,0	7,5	8,2

* Hnojení dusíkem v průmyslových hnojivech (kg/ha): N0 = 0, N1 = 30, N2 = 60

Zdroj: Weger et al. (2012)

Výnos chrastice rákosovité se příliš nelišil ve zmíněných lokalitách. Stražil et al. (2011) potvrzuje, že předností pěstování chrastice rákosovité je široká ekologická amplituda.

Čirok, ozdobnice čínská i chrastice rákosovitá pozitivně reagují na dávku dusíku zvýšením výnosu sušiny fytomasy. V průměru nejnižší schopnost produkce sušiny fytomasy vykazuje chrastice rákosovitá a to 8,2 t/ha. U čiroku tvořil výnos sušiny v průměru 13,7 t/ha, přičemž bylo zaznamenáno široké rozpětí výnosu, které se pohybovalo od 2,3 t/ha do 27,9 t/ha. V průměru nejvyšší výnosy byly zjištěny u ozdobnice čínské, kde výnos sušiny fytomasy tvořil 21,2 t/ha.

Mezi výnosové parametry lze zařadit i spalné teplo. Spalné teplo vybraných druhů bylo určeno pomocí odborné literatury (tab. 17).

Tab. 17: Spalné teplo vybraných druhů

Plodina	Literární zdroj	Spalné teplo MJ/kg
Szarvasi-1	Janowszky (2007)	17,2
	Bikazugi mezőgazdasági nonprofit KFT (2004)	17,0
	Csete (2011)	17,8
Chrastice rákosovitá	Petříková (2005)	17,5
	Součková a Moudrý (2006)	17,5
	Weger et al. (2012)	17,5
Ozdobnice čínská	Petříková (2006)	19,0
	Havlíčková (2008)	18,0
	Weger et al. (2011)	18,2
Čirok	Petříková (2005)	17,6
	Součková a Moudrý (2006)	17,9
	Weger et al. (2012)	17,7
Kukuřice	Fuksa et al. (2006)	17,8

Nejvyšších hodnot spalného tepla (v průměru 18,4 MJ/kg) dosahuje ozdobnice čínská. Z hlediska spalného tepla se jeví jako nejvhodnější plodina pro energetické využití spalováním.

5.2 Výnosové parametry pro výrobu bioplynu

U Szarvasi-1, čiroku a kukuřice byly z odborné literatury získány některé výnosové parametry pro zpracování mokřými procesy, konkrétně pro výrobu bioplynu. Podle Hermutha et al. (2012) jsou pro čirok a kukuřici zpracovány do tabulky údaje o výtěžnosti metanu a bioplynu, koncentrace metanu, výnos metanu a průměrné výnosy sušiny (tab. 18).

Tab. 18: Průměrný výtěžek bioplynu a metanu, hektarový výnos biomasy a metanu

Plodina	čirok	kukuřice
Výtěžnost bioplynu (m ³ /t sušiny)	420 - 620	400 - 710
Koncentrace metanu (%)	52 - 55	52 - 55
Výtěžnost metanu (m ³ /t sušiny)	220 - 340	210 - 390
Průměrné výnosy sušiny biomasy (t/ha)	9 - 22	8 - 18
Výnos metanu (m ³ /ha)	2000 - 7500	1700 - 7000

Upraveno dle: Hermuth et al. (2012)

Jedním z hlavních výnosových parametrů při výrobě bioplynu je výtěžnost metanu, dle odborné literatury jsou tyto údaje zpracovány do tabulky (tab. 19).

Tab. 19: Výtěžnost metanu (l/kg sušiny)

Plodina	Literární zdroj	Výtěžnost metanu (l/kg sušiny)
Szarvasi-1	Luna del Risco (2011)	290
	Geißendörfer (2013)	350
	Boese (2013)	209
Čirok	Mahmood a Honermeier (2012)	305
	Hermuth et al. (2012)	280
Kukuřice	Luna del Risco (2011)	307
	Geißendörfer (2013)	330
	Hermuth et al. (2012)	300

Z průměrných hodnot výtěžnosti metanu a výnosu sušiny dle normativů AGC (2013) byla vypočtena výtěžnost metanu na plochu (tab. 20).

Tab. 20: Výtěžnost metanu na plochu

Plodina	Průměrná výtěžnost metanu (l/kg sušiny)	Výnosy sušiny dle normativů (t/ha)	Teoretická výtěžnost metanu (m ³ /ha)
Chrastice	-	9	-
Szarvasi-1	283	10	2830
Ozdobnice	-	13	-
Čirok	293	10	2930
Kukuřice	312	12,8	3993

Geißendörfer (2013) uvádí, že v německém Triesdorf tvořil průměrný výnos čerstvé hmoty Szarvasi-1 50,2 t/ha při sušině 39 % a průměrný výnos čerstvé hmoty kukuřice 48,1 t/ha při sušině 32 %. Tato hmota byla následně využita pro výrobu bioplynu. U Szarvasi-1 je uváděna výtěžnost metanu až o 20 l/kg sušiny vyšší oproti výtěžnosti metanu kukuřice. V přepočtu na plochu byla dosažena průměrná výtěžnost metanu ze hmoty Szarvasi-1 6614 m³/ha a ze hmoty kukuřice 5082 m³/ha.

Chobotová (2013) říká, že lze dosáhnout u čiroku výtěžku 4800 m³/ha metanu. Sedláček (2013) zaznamenal ve svých pokusech u čiroku hybridu Goliath při meziřádkové vzdálenosti 25 cm v roce 2012 nejvyšší průměrný výtěžek metanu 6375 m³/ha a produkci bioplynu 9659 m³/ha. U hybridu Sucrosorgho zaznamenal

v roce 2012 při meziřádkové vzdálenosti 25 cm průměrnou produkci metanu 4984 m³/ha a produkci bioplynu 7708 m³/ha.

Procházka et al. (2013) uvádí některé výnosové parametry a výtěžnosti bioplynu u různých hybridů kukuřice v lokalitě České Budějovice a v lokalitě Lukavec u Pacova (tab. 21).

Tab. 21: Produkce bioplynu z kukuřice

Parametr		Výnos (t/ha)	Obsah sušiny (%)	Výnos sušiny (t/ha)	Produkce bioplynu (m ³ /ha)
Hybrid	LG 2280				
Stanoviště	České Budějovice	29,8	30,5	9,1	3640
	Lukavec	64,4	26,8	17,2	6880
Hybrid	Atletico				
Stanoviště	České Budějovice	37,2	31,9	11,9	6010
	Lukavec	76,3	25	19,1	8030

Upraveno dle: Procházka et al. (2013)

Čandová (2011) ve svých pokusech zjistila produkční ukazatele u hybridů kukuřice. Při standardním výsevu dosáhl průměrný výnos čerstvé hmoty 56,1 t/ha při průměrné sušině 30,9 % a průměrný výnos sušiny činil 16,2 t/ha. Průměrná výtěžnost bioplynu tvořila 3244 m³/ha a průměrná výtěžnost metanu 1797 m³/ha.

Výtěžnost metanu či bioplynu z plochy je často ovlivněna výší výnosu, a proto se také výsledky v literatuře značně odlišují. Na hodnotě spalného tepla metanu 39,9 MJ/m³, kterou uvádí Macák (2001) se naopak literatura shoduje.

5.3 Energetické vyhodnocení

Z údajů spalného tepla, výtěžnosti metanu a hektarového výnosu na základě odborné literatury byla vypočtena teoretická energetická výtěžnost (tab. 22).

Z vypočtených hodnot lze vyčíst, že energetická výtěžnost při procesu výroby bioplynu je nižší než energetická výtěžnost při spalování u Szarvasi-1 o 34,7 %, čiroku o 34,3 % i kukuřice o 30,3 %. Nejvyšší energetická výtěžnost 239 GJ/ha byla vypočtena u ozdobnice čínské při spalování.

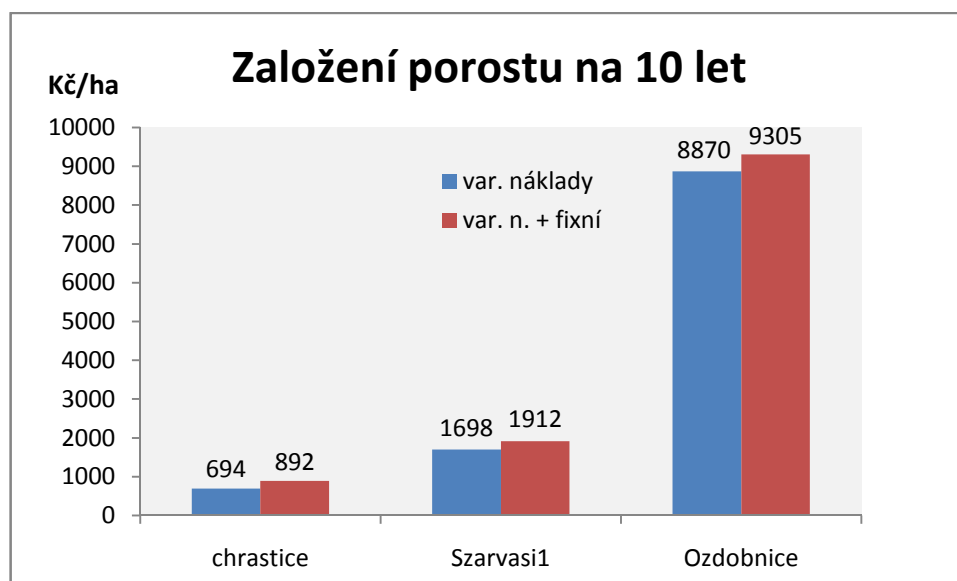
Tab. 22: Teoretická energetická výtěžnost (GJ/ha)

Metan získaný z rostlin	Spalné teplo metanu (MJ/m ³)	Teoretická energetická výtěžnost (GJ/ha)
Sarvasi-1	39,9	113
Čiroku	39,9	117
Kukuřice	39,9	159
Spalovaná plodina	Spalné teplo (MJ/kg)	
Chrastice	17,5	158
Szarvasi-1	17,3	173
Ozdobnice	18,4	239
Čirok	17,8	178
Kukuřice	17,8	228

5.4 Ekonomické vyhodnocení

V této kapitole je vyhodnocena ekonomická stránka standardní technologie pěstování vybraných víceletých a jednoletých druhů pro energetické účely (využití produktu na spalování). Tržní cena biomasy byla stanovena podle Kavky (2006) na 1 000 Kč/t sušiny. Teoretický výnos sušiny jednotlivých plodin je dán dle normativů: Chrastice rákosovitá 9 t/ha, ozdobnice čínská 13 t/ha, čirok 10 t/ha, kukuřice 12,8 t/ha. U Szarvasi-1 byl stanoven pro výpočty průměrný výnos 10 t/ha. Přehled normativů výrobní technologie *Elymus elongatus* poddruhu *ponticus*, odrůdy Szarvasi-1 je uveden v příloze č. 1.

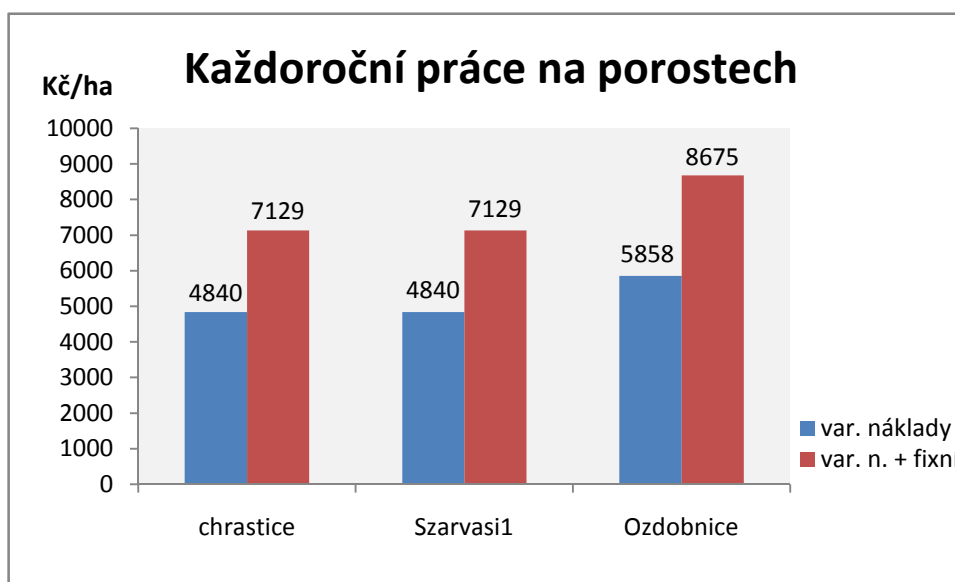
Graf č. 8: Porovnání nákladů na založení porostu na 10 let



Dle normativů byly zjištěny variabilní a celkové náklady na založení porostu (graf č. 8) a na každoroční práce na porostech (graf č. 9). Náklady vynaložené v prvním roce na založení porostu jsou rozpočítány na 10 let pěstování.

Celkové náklady na založení porostu chřastice rákosovité tvoří 892 Kč/ha za rok. Celkové náklady u Szarvasi-1 jsou více než dvakrát vyšší v porovnání s chřasticí rákosovitou a tvoří 1912 Kč/ha za rok. Celkové náklady na založení porostu ozdobnice čínské jsou více než desetkrát vyšší, než u chřastice rákosovité a tvoří 9305 Kč/ha za rok.

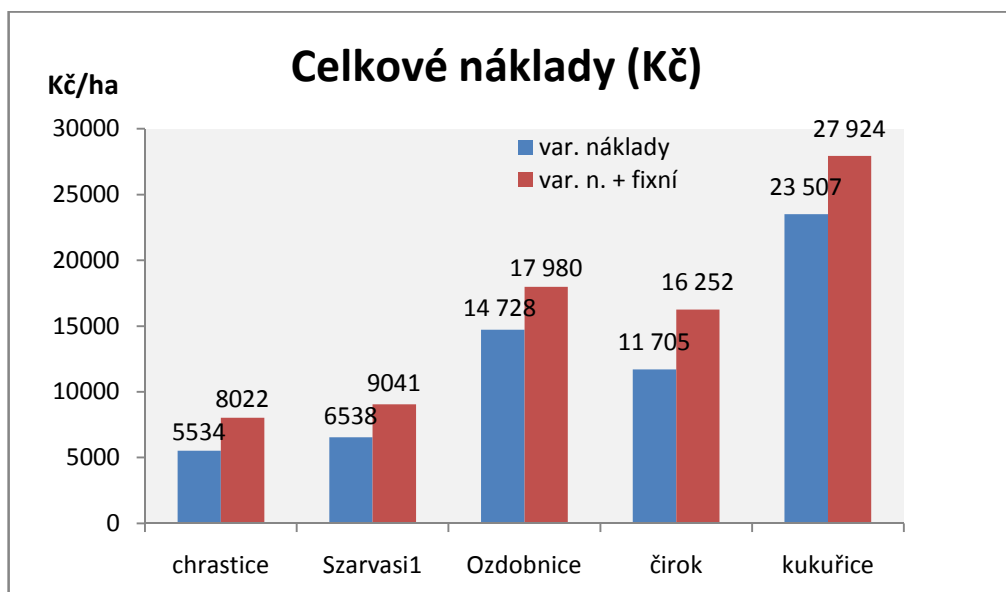
Graf č. 9: Každoroční práce na porostech



Náklady na každoroční práce na porostech jsou u víceletých trav téměř shodné. Vyšší náklady u ozdobnice čínské jsou pravděpodobně způsobeny vyšším výnosem hmoty a náklady na její sklizeň a dopravu.

Dle normativů byly zaznamenány variabilní a technologické náklady (variabilní + fixní náklady) na celou technologii pěstování vybraných plodin (Graf č. 10). Variabilní náklady dosahují následujících hodnot: Chřastice rákosovitá 5534 Kč/ha, Szarvasi-1 6538 Kč/ha, ozdobnice čínská 14 728 Kč/ha, čirok 11 705 Kč/ha a kukuřice 23 507 Kč/ha. Celkové technologické náklady jsou následující: Chřastice rákosovitá 8022 Kč/ha, Szarvasi-1 9041 Kč/ha, ozdobnice čínská 17 980 Kč/ha, čirok 16 252 Kč/ha a kukuřice 27 924 Kč/ha.

Graf č. 10: Celkové náklady za rok (Kč/ha)



Tab. 23: Celkové náklady za rok (Kč/ha)

Druh	Variabilní náklady		Variabilní náklady + fixní náklady	
	Dle AGC	Dle VÚZT	Dle AGC	Dle VÚZT
Chrastice rákosovitá	5 534	6 321	8 022	9 821
Szarvasi-1	6 538	-	9 041	-
Ozdobnice čínská	14 728	22 870	17 980	26 370
Čirok	11 705	17 369	16 252	20 869
Kukuřice	23 507*	22 272	27 924*	26 272

* Technologie pěstování na siláž - pro srovnání byly odečteny náklady na skladování

Zdroj: AGC (2013), VÚZT (2014)

V tabulce (tab. 23) jsou uvedeny náklady dle normativů AGC (2013) a porovnány s údaji VÚZT (2014). Hodnoty uváděné VÚZT jsou u chrastice rákosovité, ozdobnice čínské a čiroku u variabilních i celkových technologických nákladů vyšší, u kukuřice nižší ve srovnání s normativy AGC.

Z Ekonomického vyhodnocení pěstování trav (tab. 24) bylo zjištěno, že variabilní náklady u ozdobnice jsou vyšší než tržby z prodeje energetického produktu. Z toho vyplývá, že i celkové náklady ve výši 18 370 Kč/ha jsou vyšší než tržby (13 000 Kč/ha). Technologický příspěvek na úhradu pěstování ozdobnice (neboli zisk) je záporný, tedy ztráta 5 370 Kč/ha. Při započtení dotace je hospodářský výsledek kladný, dosahuje však pouze 699 Kč/ha.

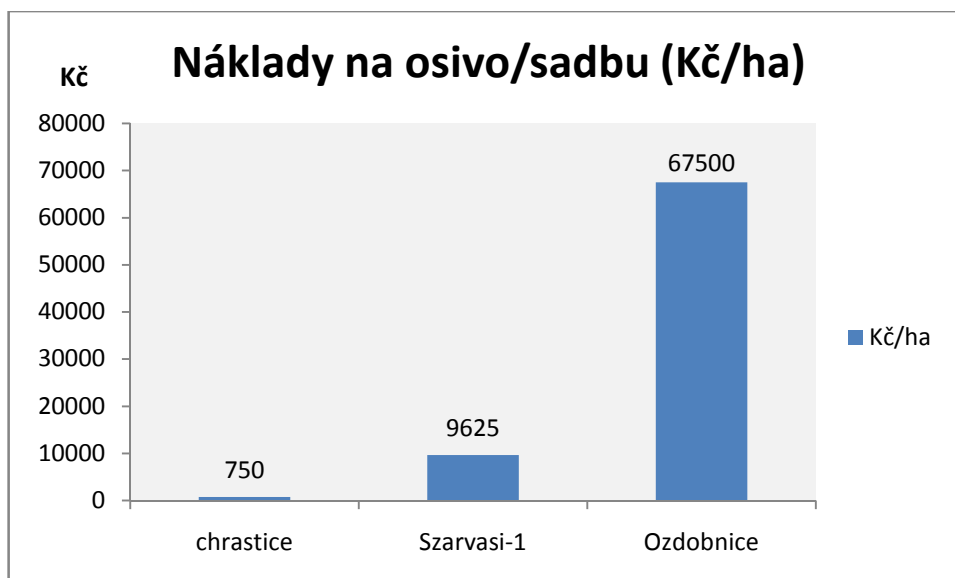
Tab. 24: Ekonomické vyhodnocení pěstování trav za rok v Kč/ha

Plodina	chrastice	ozdobnice	Szarvasi-1
Variabilní náklady celkem	5 534	15 118	6 538
Tržby z prodeje energetického produktu	9 000	13 000	10 000
Příspěvek na úhradu (tržby – var. náklady)	3 466	-2 118	3 462
Normativní fixní náklady	3 500	3 500	3 500
Celkové technologické náklady	8 022	18 370	9 041
Technologický příspěvek na úhradu	978	-5 370	959
Dotace (jednotná platba na plochu SAPS)	6 069	6 069	6 069
Hospodářský výsledek	7047	699	7 028

Variabilní náklady na pěstování chrastice rákosovité a Szarvasi-1 jsou nižší než tržby z prodeje energetického produktu. Dále i celkové technologické náklady jsou nižší než tržby jak u chrastice tak i u Szarvasi-1. Technologický příspěvek na pěstování tvoří u chrastice rákosovité 978 Kč/ha a u Szarvasi-1 959 Kč/ha. Při započítání dotace tvoří hospodářský výsledek u chrastice rákosovité 7047 Kč/ha a u Szarvasi-1 7028 Kč/ha.

U vybraných plodin byly zjištěny náklady na osivo (sadbu). Údaje pro víceleté trávy chrastici rákosovitou a ozdobnici čínskou (graf č. 11) jsou získány z normativů (AGC, 2013). Hodnoty pro Szarvasi-1 jsou získány z vlastního průzkumu trhu a údajů Hampla (2014).

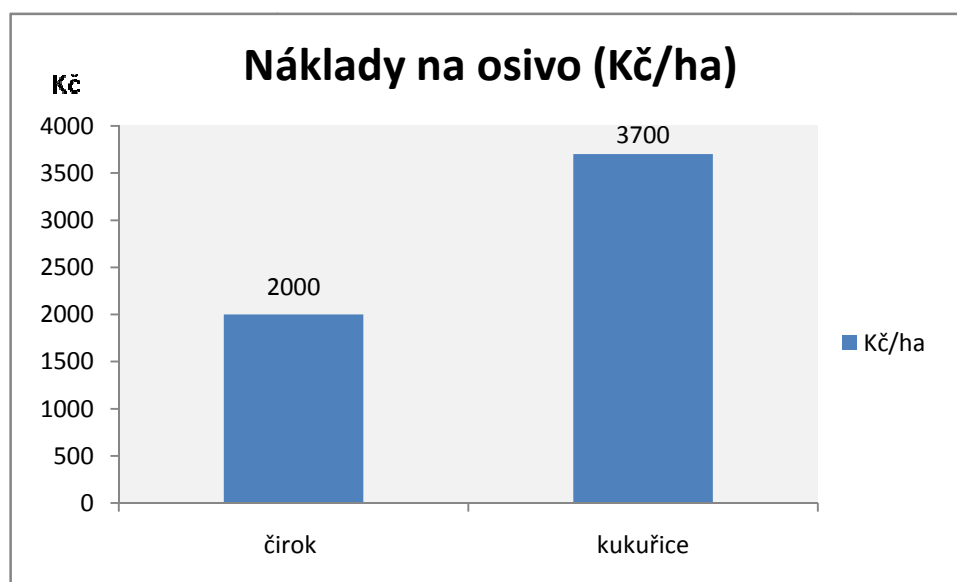
Graf č. 11: Náklady na osivo a sadbu u víceletých trav



Náklady na osivo tvoří u chrastice 750 Kč/ha, u Szarvasi-1 9 625 Kč/ha a u ozdobnice tvoří náklady na sadbu až 67 500 Kč/ha.

Údaje o nákladech na osivo kukuřice a čiroku v grafu č. 12 jsou získány z normativů (Kafka, 2006 a AGC, 2013).

Graf č. 12: Náklady na osivo jednoletých plodin



U jednoletých plodin se pohybují náklady na osivo čiroku okolo 2000 Kč/ha a náklady na osivo kukuřice okolo 3700 Kč/ha.

Dle zjištěných údajů jsou z celkových nákladů (variabilních + fixních) náklady na genetický materiál (osivo či sadbu) velice odlišné. U víceletých trav tvoří náklady na osivo u chrastice rákosovité 1,0 % u Szarvasi-1 10,7 % u ozdobnice náklady na sadbu až 37,5 % z celkových nákladů na pěstební technologii v průběhu deseti let pěstování. U jednoletých plodin tvoří podíl nákladů na osivo u čiroku 12,3 % a u kukuřice 13,3 % z celkových nákladů na pěstební technologii každoročně. Porovnáme-li grafy č. 8. a č. 11 lze konstatovat, že náklady na založení porostu víceletých trav na deset let jsou značně ovlivněny výší nákladů na osivo (sadbou).

6. Závěr

Na maloparcelkových pokusech v Českých Budějovicích byl dosažen výnos 2,17 t/ha sušiny chrastice rákosovité a výnos 1,72 t/ha sušiny Szarvasi-1 v roce založení porostu.

Na polním pokusu v lokalitě Střílky byl dosažen z první seče 19. 7. 2013 výnos 4,95 t/ha sušiny Szarvasi-1 v prvním užitkovém roce, při založení porostu 7. 9. 2012 čistosevem.

Ze zjištěných výsledků plyne, že výše výnosu vybraných plodin je ovlivněna mnoha faktory. Faktory jsou následující: Lokalita (půdní druh a typ, nadmořská výška), přírodní podmínky (srážky, teplota a sluneční svit), dále agrotechnika, intenzita hnojení, termín sklizně a další faktory jako odrůda, či vliv ročníku. Vzhledem ke zmíněným faktorům se však domnívám, že z hlediska výnosu zjištěného v odborné literatuře a také z hlediska vypočtených hodnot teoretické energetické výtěžnosti, spočívá nejvyšší produkční a energetický potenciál na jednotku plochy v pěstování ozdobnice čínské, dále nižší u kukuřice, čiroku, Szarvasi-1 a nejnižší u chrastice rákosovité. Tuto domněnku lze potvrdit pouze dlouholetým pěstováním těchto plodin v konkrétních podmínkách.

Trávy Szarvasi-1 a chrastice rákosovitá vykazují nižší výnosový potenciál než kukuřice a čirok, přesto zabezpečují dostatečnou protierozní ochranu půdy na rozdíl od kukuřice a čiroku a splňují tak podmínky zemědělského hospodaření ve shodě s ochranou životního prostředí tzv. standardy dobrého zemědělského a environmentálního stavu (GAEC), které jsou jednou z podmínek poskytnutí plné výše přímých plateb na plochu a dalších aktuálních podpor.

Výpočtem byla potvrzena hypotéza, že při spalování metanu získaného z rostlin mokrou cestou je energetická výtěžnost nižší než při spalování celých rostlin, u Szarvasi-1 o 34,7 %, čiroku o 34,3 % a kukuřice o 30,3 %.

Z ekonomického hlediska mají plodiny s nejvyšším výnosem také nejvyšší celkové technologické náklady. Od nejvyšších technologických nákladů k nejnižším jsou plodiny řazeny v tomto pořadí: Kukuřice 27 924 Kč/ha, ozdobnice čínská 17 980 Kč/ha, čirok 16 252 Kč/ha, Szarvasi-1 9 041 Kč/ha, chrastice rákosovitá 8 022 Kč/ha. Hypotéza, že u Szarvasi-1 jsou celkové technologické náklady na hektar v průměru za 10 let nižší než u kukuřice a čiroku, byla potvrzena.

U víceletých trav tvoří náklady na osivo u chrastice rákosovité 1,0 % u Szarvasi-1 10,7 % u ozdobnice náklady na sadbu až 37,5 % z celkových technologických nákladů na pěstební technologii v průběhu deseti let pěstování. U jednoletých plodin tvoří podíl nákladů na osivo u čiroku 12,3 % a u kukuřice 13,3 % z celkových technologických nákladů každoročně.

Mezi pozitivní vlastnosti Szarvasi-1 patří vytrvalost (10 a více let), odolnost vůči suchu, bezproblémové přezimování. Negativní vlastností je pomalý růst v počáteční fázi při vzcházení a následné zaplevelování. Szarvasi-1 se jeví jako plodina vhodná pro energetické účely. Zda se uplatní pěstování Szarvasi-1 v podmínkách ČR a zda budou v pěstitelské praxi ověřeny výnosy dosažené v zahraničí, teprve ukáže čas. Pěstování Szarvasi-1 je v ČR teprve ve fázi polních pokusů, přesto např. v Německu již několik let narůstají plochy s touto plodinou a vyprodukovaná hmota je následně využívána pro výrobu bioplynu. Využití Szarvasi-1 pro energetické účely může být při započítání dotací (SAPS) součástí komplexního řešení produkčních, energetických i ekonomických aspektů.

7. Přehled použité literatury a zdrojů

Literatura

BUFKA, Aleš a Daniel ROSECKÝ. MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU. Obnovitelné zdroje energie v roce 2012. Praha: Oddělení datové podpory koncepcí Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR, listopad 2013. Dostupné z: <http://download.mpo.cz/get/49392/55707/604683/priloha001.pdf>

CSETE, Sándor et al. Tall Wheatgrass Cultivar Szarvasi-1 (*Elymus elongatus* subsp. *ponticus* cv. Szarvasi-1) as a Potential Energy Crop for Semi-Arid Lands of Eastern Europe. Sustainable Growth and Applications in Renewable Energy Sources, Dr. Majid Nayeripour (Ed.) Rijeka, Croatia: InTech, 2011. ISBN 978-953-307-408-5. Dostupné z: http://cdn.intechopen.com/pdfs/24435/InTech-Tall_wheatgrass_cultivar_szarvasi_1_elymus_elongatus_subsp_ponticus_cv_szarvasi_1_as_a_potential_energy_crop_for_semi_arid_lands_of_eastern_europe.pdf

ČANDOVÁ, Dana. *Využití kukuřice při výrobě bioplynu*. Praha, 2011. Dostupné z: <http://www.agrobiologie.cz/pds/dp/candova.pdf>. Disertační práce. ČZU v Praze. Vedoucí práce Josef Pulkrábek.

ČESKO. Zákon č.165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2012. Dostupné z: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=z&id=24254>

DIVIŠ, Jiří. Pěstování rostlin: (učební texty pro obor provozní podnikatel a pozemkové úpravy a převody nemovitostí). 2., dopl. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2010, 260 s. ISBN 978-80-7394-216-8.

DIVIŠ, Jiří. Pěstování kukuřice k energetickým účelům. In: *Acta Pruhoniana*. Průhonice: Výzkumný ústav okrasného zahradnictví, 2011, s. 27-31. ISBN 978-80-85116-79-3.

EUREC AGENCY. The future for renewable energy. [2nd ed.]. London: James, 2002. ISBN 19-029-1631-X. Dostupné z: <http://vec.vsb.cz/userfiles/pdf/studijni-materialy/biomasa.pdf>

FUKSA, Pavel, Daniela KOCOURKOVÁ, Josef HAKL a Hana ČERVENKOVÁ. *Akumulace energie spalného tepla u kukuřice: Sborník příspěvků*. Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2006. ISBN 80-719-4859-4.

GRUNEWALD, Jana. Ungarisches Energiegras: Riesenweizenras/ Agropyron elongatum. *Energiepflanzen für Biogasanlagen: Sachsen*. 2012, č. 1, s. 47. Dostupné z: http://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/f/n/fnr_brosch.energiepflanzen-sachsen.pdf

HAMPL, Jaroslav. Osobní sdělení. Heroltice, 21. 1. 2014.

HAVLÍČKOVÁ, Kamila. Zhodnocení ekonomických aspektů pěstování a využití energetických rostlin: Vědecká monografie. 1. vyd. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2007, 92 s. ISBN 978-80-7040-948-0.

HAVLÍČKOVÁ, Kamila. Rostlinná biomasa jako zdroj energie. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví s Novou tiskárnou Pelhřimov, 2008, 83 s. ISBN 9788074150043.

HERMUTH, Jiří, Dagmar JANOVSÁ, Zdeněk STRAŠIL, Sergej USŤAK a Josef HÝSEK. *Čirok obecný - Sorghum bicolor (L.) MOENCH, možnosti využití v podmínkách České republiky: Metodika pro praxi*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2012. ISBN 978-80-7427-093-2. Dostupné z: www.vurv.cz/sites/File/Publications/ISBN978-80-7427-093-2.pdf

CHOBOTOVÁ, Magdalena a Karel PROKEŠ. Čirok, plodina s budoucností. In: *Farmář*. Praha: Profi Press, 2013, č. 2, s. 24-26. ISSN 1210-9789.

JANOWSZKY, János a Zsolt JANOWSZKY. A Szarvasi-1 energiafű fajta – egy új növénye a mezőgazdaságnak és az iparnak. In: Tasi, J. *A magyar gyepgazdálkodás*

50 éve. Gödöllő: Szent István Egyetem, 2007. s. 89-92. ISBN 978-963-9483-77-4.
Dostupné z: http://www.mkk.szie.hu/dep/gygt/konferencia/barcsak_kiadvany.pdf

JANOWSZKY, Zsolt a János JANOWSZKY. New annual Hungarian plants (industrial grasses) as raw materials in the pulp and paper industry. *Papíripar: Journal of the Technical Association of the Paper and Printing Industry and the Institute of Media Technology*, Óbuda University. Budapest: Muzszaki Kvk, 2012, roč. 56, č. 4.
Dostupné z: http://epa.oszk.hu/00800/00863/00046/pdf/EPA00863_papiripar_2012_04.pdf

KÁRA, Jaroslav, Zdeněk STRAŠIL, Petr HUTLA a Sergej UŠŤAK. Energetické rostliny: Technologie pro pěstování a využití. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2005, 81 s. ISBN 80-86884-06-6.

KAVKA, Miroslav. *Normativy zemědělských výrobních technologií: pěstební a chovatelské technologie a normativní kalkulace (práce, materiál, energie, náklady, produkce, tržby, příspěvek na úhradu fixních nákladů)*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2006, 376 s. ISBN 80-727-1164-4.

KAŽMIERSKI, Tomáš. Genetické modifikace - možnosti jejich využití a rizika. Praha: Ministerstvo životního prostředí České republiky, 2008, 48 s. ISBN 978-80-7212-493-0. Dostupné z: http://www.mzp.cz/Biosafety/pdf/Genetic%20Modifications_Possibilities%20of%20their%20Use%20and%20Risks.pdf

KOHOUT, Pavel. Rychle rostoucí dřeviny v energetice: (topoly a vrby) : [odborná monografie]. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2010, 101 s. ISBN 978-80-7394-247-2.

KOLONIČNÝ, Jan a Veronika HASE. *Využití rostlinné biomasy v energetice*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2011, 150 s. ISBN 978-80-248-2541-0. Dostupné z: <http://www.biomasa-info.cz/cs/doc/bioen.pdf>

KUTIL, Josef. Hodnocení produkční schopnosti vybraných druhů energetických trav. České Budějovice, 2009. Diplomová práce. Jihočeská Univerzita, ZF, 57 s.

LIBRA, Martin a Vladislav POULEK. *Zdroje a využití energie*. 1. vyd. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2007, 141 s. ISBN 978-80-213-1647-8.

LUNA DEL RISCO, Mario Alberto. *Biochemical methane potential of Estonian substrates and evaluation of some inhibitors of anaerobic digestion*. Tartu, 2011.

Dostupné z:

http://dspace.emu.ee/bitstream/handle/10492/150/Thesis_Mario%20Luna_2011.pdf?sequence=1. Disertační práce. Estonian university of life sciences.

MAHMOOD, Athar a Bernd HONERMEIER. Chemical composition and methane yield of sorghum cultivars with contrasting row spacing. *Field Crops Research*. 2012, č. 128.

MALAŤÁK, Jan a Petr VACULÍK. *Biomasa pro výrobu energie*. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2008, 206 s. ISBN 978-80-213-1810-6.

MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU. Aktualizace Státní energetické koncepce České republiky. Praha, listopad -2012. Dostupné z:

<http://download.mpo.cz/get/47607/53721/595041/priloha001.pdf>

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. Možnosti energetického využití biomasy. Praha 1: Ministerstvo zemědělství, 2013. ISBN 978-80-7434-122-9.

MOOSBAUER, Sepp. Hirschgras – eine gute Ergänzung zu Mais. In:

BioNachrichten. Stelzlhof: Biokreis e.V., 2012, č.1., s. 38. ISSN 0 178 476507193F.

Dostupné z: http://www.birgit-raab.de/pdf/Bionachrichten-1_Feb-Mrz-2012_Biogas-Fluch-oder-Segen-kl.pdf

MOTLÍK, Jan et al. Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice. Praha: ČEZ, a. s., 2007, s. 13-15.

MOUDRÝ, Jan a Zdeněk STRAŠIL. *Pěstování alternativních plodin: (učební texty)*.

1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 1999, 165 s. ISBN 80-704-0383-7.

NOVÁK, Jan a Milan SKALICKÝ. *Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika*. Vyd. 1. Praha: Powerprint, 2008, 327 s., xi s. barev. obr. příl. ISBN 978-809-0401-112.

PANČÍKOVÁ, Jana. Čirok jako alternativa kukuřice. In: *Zemědělec: Odborný a stavovský týdeník*. Praha: Profi Press, 2012, XX, č. 44. s. 18-19. ISSN 1211-3816.

PASTOREK, Zdeněk, Jaroslav KÁRA a Petr JEVIČ. *Biomasa: obnovitelný zdroj energie*. Praha: FCC Public, 2004, 286 s. ISBN 80-865-3406-5.

PETR, Jiří a Jozef HÚSKA. *Speciální produkce rostlinná*. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita, Agronomická fakulta, 1997, 193 s. ISBN 80-213-0152-X.

PETŘÍKOVÁ, Vlasta. *Rostliny pro energetické účely*. Praha: ČEA, 2005, 32 s. ISBN 80-239-5497-0. Dostupné z: http://www.mpo-efekt.cz/dokument/99_8089.pdf

PETŘÍKOVÁ, Vlasta, Václav SLADKÝ, Zdeněk STRAŠIL, Miroslav ŠAFAŘÍK, Sergej USŤAK a Jaroslav VÁŇA. *Energetické plodiny*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2006, 127 s. ISBN 80-867-2613-4.

PORVAZ, Pavol. *Pestovanie ozdobnice čínskej (Miscanthus sinensis Anderss.) na energetické účely*. Michalovce: Ústav agroekológie, 2008, 32 s. ISBN 978-80-88872-93-1.

PULKRÁBEK, Josef, Ivana CAPOUCHOVÁ a Karel HAMOUZ. *Speciální fytotechnika*. 2. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, c2003, 188 s. ISBN 80-213-1020-0.

SEDLÁČEK, Jiří. *Využití čiroků na produkci bioplynu*. Praha, 2013. Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Vedoucí práce Pulkrábek, Josef.

SCHEINOST, Pamela, Derek TILLEY, Dan OGLE a Mark STANNARD. Plant Guide: Tall Wheatgrass *Thinopyrum ponticum* (Podp.) Z. -W. Liu & R. -C. Wang. *USDA NRCS Plant materials center*. 2008, č. 1, s. 5. Dostupné z: http://plants.usda.gov/plantguide/pdf/pg_thpo7.pdf

SCHRABAUER, Josef. *Trockentolerante, perennierende Gräserarten für eine Futternutzung bzw. energetische Verwertung im semihumiden und semiariden Produktionsgebiet*. Wien, 2010. Dostupné z: https://zidapps.boku.ac.at/abstracts/oe_list.php?paID=3&paSID=8166&paSF=-1&paCF=0&paLIST=0&language_id=DE. Masterarbeit. Universität für Bodenkultur Wien.

SOUČKOVÁ, Helena a Jan MOUDRÝ. *Nepotravinářské využití fytomasy*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2006, 95 s. ISBN 80-704-0857-X.

STRAŠIL, Zdeněk. *Základy pěstování a možnosti využití ozdobnice (Miscanthus)*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2009, 48 s. ISBN 978-80-7427-006-2. Dostupné z: <http://www.vurv.cz/files/Publications/ISBN978-80-7427-006-2.pdf>

STRAŠIL, Zdeněk a MOUDRÝ, Jan jr. Porovnání Chrastice rákosovité (*Phalaris Arundinacea* L.) a ozdobnice (*Miscanthus*) z produkčního hlediska. In: *Acta Pruhoniciana*. Průhonice: Výzkumný ústav okrasného zahradnictví, 2011, s. 5-11. ISBN 978-80-85116-79-3.

STRAŠIL, Zdeněk, Alois KOHOUTEK, Jiří DIVIŠ, Jan MOUDRÝ, jr., Jan MOUDRÝ a Miroslav KAJAN. *Trávy jako energetická surovina: Certifikovaná metodika pro praxi*. Vyd. 1. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, 2011, 36 s. ISBN 978-80-7394-313-4.

SVOBODA, M. K pěstování kukuřice. In: *Úroda: časopis pro rostlinnou výboru*. Min. Zemědělství a Výživy. Praha: Profi Press s.r.o, 2005, s. 23-26. ISSN 0139-6013.

ŠANTRŮČEK, Jaromír. *Základy pícninářství*. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Agronomická fakulta, 2001, 139 s. ISBN 80-213-0764-1.

ŠANTRŮČEK, Jaromír. *Encyklopedie pícninářství*. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2007, 157 s. ISBN 978-80-213-1605-8.

ŠIMON, Josef a Zdeněk STRAŠIL. *Perspektivy pěstování plodin pro nepotravinářské účely: (studijní zpráva)*. 1. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2000, 50 s. Studijní informace, č. 3/1999. ISBN 80-727-1047-8.

ŠNOBL, Josef. *Rostlinná výroba IV.: (chmel, len, konopí, využití biomasy k energetickým účelům)*. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Agronomická fakulta, Katedra rostlinné výroby, 2004, 119 s. ISBN 80-213-1153-3.

ŠROLLER, Josef et al. *Speciální fyto technika - rostlinná výroba*. 1. vyd. Praha 4: EKOPRESS, s.r.o., 1997. ISBN 80-86119-04.

VALÍČEK, Pavel. *Užitkové rostliny tropů a subtropů*. Vyd. 2., upr. a dopl. Praha: Academia, 2002, 486 s. ISBN 80-200-0939-6.

VELICH, Jiří. *Pícninářství*. Vyd. 1. V Praze: Vysoká škola zemědělská, 1994, 204 s. ISBN 80-213-0156-2.

VRZAL, Jaroslav a Daniel NOVÁK. *Základy pěstování kukuřice a jednoletých pícnin*. 1. vyd. V Praze: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1995, 32 s. Rostlinná výroba (Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR). ISBN 80-710-5097-0.

WEGER, Jan, Zdeněk STRAŠIL, Petr HUTLA. Produkční a energetické vlastnosti ozdobnice (*Miscanthus* sp.) Pěstované v podmínkách České republiky. In: *Acta Pruhonicensiana*. Průhonice: Výzkumný ústav okrasného zahradnictví, 2011, s. 27-31. ISBN 978-80-85116-79-3.

WEGER, Jan, Zdeněk STRAŠIL, Roman HONZÍK a Jaroslav BUBENÍK. *Možnosti pěstování biomasy jako energetického zdroje v Ústeckém kraji*. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, 2012, 78 s. ISBN 978-80-85116-66-3. Dostupné z: <http://www.obv.cz/files/publikace01.pdf>

Internetové zdroje

AGC. Pěstební technologie. *Normativy pro zemědělskou a potravinářskou výrobu AGroConsult* [online]. 2013 [cit. 2014-02-19]. Dostupné z:
<http://www.agronormativy.cz/>

BIKAZUGI MEZŐGAZDASÁGI NONPROFIT KFT. "*Szarvasi-1*" energiafű [online]. 2004 [cit. 2013-12-04]. Dostupné z: <http://www.energiafu.hu/nemesit.html>

BOESE, Lothar. Mehrjährige Energiepflanzen im Vergleich. *Alternative Energiepflanzen* [online]. 2013 [cit. 2014-04-02]. Dostupné z:
http://www.llfg.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MLU/LLFG/Dokumente/13_boese_fb_biogas.pdf

ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. *Měsíční přehledy pozorování* [online]. 2014 [cit. 2014-01-10]. Dostupné z:
http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/mesicni_data/mdata_cs.html

EUROPEAN COMMISSION. Eurostat: Share of renewable energy in gross final energy consumption. [online]. 2013 [cit. 2014-01-15]. Dostupné z:
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&init=1&plugin=1&language=en&pcode=t2020_31

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. *Elymus elongatus* [online]. 2012 [cit. 2013-12-04]. Dostupné z: <http://eunis.eea.europa.eu/species/190210/general>

GEIßENDÖRFER, Herbert. Perennierende Gräser - Leistungsstarke Alternative zu Energiemais?. In: *Landwirtschaftliches Bildungszentrum Triesdorf* [online]. Triesdorf, 2013 [cit. 2014-02-24]. Dostupné z: http://www.aelf-wb.bayern.de/erwerbsskombination/41827/linkurl_0_3.pdf

HEINZ, Markus. TriesdorferEnergiepflanzenversuche – Erfahrungen aus vier Anbaujahren. *Triesdorfer Energiepflanzentag* [online]. 2013 [cit. 2014-02-20]. Dostupné z: http://www.triesdorf.de/images/stories/fachinfos/heinz_triesdorf.pdf

- KWS OSIVA s. r. o. Výsledky sklizní pokusů KWS osiva 2013: kukuřice. *KWS* [online]. 2013 [cit. 2014-02-20]. Dostupné z: http://www.kws.de/aw/KWS/czechia/Kuku_345_ice/~bnqg/Poloprovozni-pokusy/
- MACÁK, Jan. *Energetika – návody k výpočtům*. [online]. Praha: VŠCHT, 2001 [cit. 2014-03-24]. Dostupné z: http://web.vscht.cz/~mistovae/en_tabulky.pdf
- MEZŐGAZDASÁGI SZAKIGAZGATÁSI HIVATAL KIADVÁNYA. *Nemzeti fajtajegyzék: Szántóföldi Növények* [online]. Budapest, 2008 [cit. 8-12-2013]. Dostupné z: www.nebih.gov.hu/data/cms/684/47/fajtajegyzekszant08.pdf. ISSN 1585-8308.
- MOOSBAUER, Josef a Gerhard RIEGLSPERGER. Hirschgras. *KernKraft* [online]. 2013 [cit. 2013-9-11]. Dostupné z: <http://maisersatz.de/energiepflanze.html>
- MOUDRÝ, Jan. Energetické rostliny: *Multimediální texty*. [online]. 2007 [cit. 2013-12-19]. Dostupné z: <http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/EKOENERGETIKA/>
- MOUDRÝ, Jan. Kukuřice setá (*Zea mays* L.). *Multimediální texty* [online]. 2006 [cit. 2013-12-10]. Dostupné z: http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/database/Kukurice_seta.htm
- PETŘÍKOVÁ, Vlasta. Obnovitelná energie z polních kultur. *Biom.cz* [online]. 2002-02-05 [cit. 2013-11-19]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/obnovitelna-energie-z-polnich-kultur>. ISSN: 1801-2655.
- PETŘÍKOVÁ, Vlasta. Nedostatek biomasy. *Biom.cz* [online]. 2011-03-14 [cit. 2013-12-11]. Dostupné z WWW: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/nedostatek-biomasy>. ISSN: 1801-2655.
- PROCHÁZKA, J., M. DOHÁNYOS, M. KAJAN a Jiří DIVIŠ. Produkce bioplynu z kukuřice. In: *Česká bioplynová asociace*. [online]. 2013. [cit. 2014-02-20]. Dostupné z: <http://www.czba.cz/produkce-bioplynu-z-kukurice.html>
- ROPA.CZ. Biopalivo a biomasa. [online]. WEBALL, s.r.o., květen 2012 [cit. 2014-01-15]. Dostupné z: <http://www.ropa.cz/biopalivo-a-biomasa/>

SCHRABAUER, Josef. Unterschiedliche Gräserarten für die energetischen Nutzung – Versuchsergebnisse aus Österreich. *Triesdorfer Energiepflanzentag* [online]. 2013 [cit. 2014-02-20]. Dostupné z:

http://www.triesdorf.de/images/stories/fachinfos/schrabauer_oesterreich.pdf

SOUČEK, Jiří. Chrastice rákosovitá pro energetické využití – pěstování a sklizeň.

Biom.cz [online]. 2011-05-02 [cit. 2014-02-14]. Dostupné z WWW:

<<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/chrastice-rakosovita-pro-energeticke-vyuziti-pestovani-a-sklizen>>. ISSN: 1801-2655.

THE PLANT LIST. *Elymus elongatus (Host) Runemark* [online]. 2010 [cit. 2013-10-31]. Dostupné z: <http://www.theplantlist.org/tpl/record/kew-411120>

VEČEŘOVÁ, Dana. Ministr Miroslav Toman podepsal sazby přímých plateb pro rok 2013. In: *Eagri* [online]. 2013 [cit. 2014-02-19]. Dostupné z:

http://eagri.cz/public/web/mze/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/x2013_ministr-miroslav-toman-podepsal-sazby.html

VÖLKLEIN, Michael. Durchwachsende Silphie, Riesenweizengras – Erfahrungen eines Praktikers. *Triesdorfer Energiepflanzentag* [online]. 2013 [cit. 2014-02-20].

Dostupné z: http://www.triesdorf.de/images/stories/fachinfos/voelklein_praktiker.pdf

VÚZT. Ekonomika pěstování plodin. *Výzkumný ústav zemědělské techniky v. v. i.*

[online]. 2014 [cit. 2014-03-17]. Dostupné z: <http://www.vuzt.cz/?I=A37>

8. Seznam zkratk

ATP	Alternativní paliva
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČR	Česká republika
EU	Evropská unie
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
OZE	Obnovitelný zdroj energie
PEZ	Primární energetické zdroje
PRO	Průmyslové odpady
RRD	Rychle rostoucí dřeviny
TKO	Tuhý komunální odpad
VÚZT	Výzkumný ústav zemědělské techniky

9. Přílohy

Příloha č. 1: Normativy výrobní technologie druhu *Elymus elongatus*, poddruhu *ponticus*, odrůdy Szarvasi-1

Výchozí ukazatele		
Ukazatel	Standardní technologie	
Výnos sušiny celkové nadzemní hmoty [t/ha]	10	
Farmářská cena sušiny [Kč/t]	1000	
Tržba z prodeje sušiny [Kč/ha]	10000	
Sazba pojištění proti živelným pohromám [Kč/ha]	0	
Normativ fixních nákladů [Kč/ha]	3500	
Výtěžnost energie [GJ/ha]	173	
Dotace (SAPS) [Kč/ha]	6068,88	
Ekonomické vyhodnocení		
	Var. nákl.	Var. náklady +fixní stroje
Založení porostu na 10 let [Kč/ha]	1698	1912
Každoroční práce na porostech [Kč/ha]	4840	7129
Celkové náklady [Kč/ha]	6538	9041
Ukazatel	Na 1 ha	Na 1 t hlavního produktu
Pojištění proti živelným pohromám v Kč/ha	0	
Variabilní náklady celkem v Kč	6538	654
Tržní produkce + dotace celkem v Kč	16069	1607
Příspěvek na úhradu (tržní produkce celkem - variabilní náklady) v Kč	9531	953
Normativní fixní náklady v Kč	3500	350
Bod ukončení výroby v Kč/t		654
Práh zisku v Kč/t		1004
Technologické náklady (= variabilní náklady celkem + fixní náklady na stroje) v Kč	9041	904
Technol. příspěvek na úhradu (= tržní produkce celkem - technol. nákl.) v Kč	7028	703

Pěstební technologie											
Opak./rok	Operace	Den	Popis				Technické zajištění				
	Práce h/ha	Nafta l/ha	ZM kg/ha	Práce	ZM bez PH	Stroje vč. Pha PM	Celk. var. nákl.	var. nákl. + fix.			
			Založení porostu na 10 let								
0,05	Sečení plevelů	Podzim, před podmítkou	6	Na silně zaplevelených pozemcích a zejména na ladem ležících půdách. Mulčování nebo posečení vysokovrůstných plevelů pro usnadnění podmítky a zaorání.	0	59	0	347	Mulčovač nebo žací stroj	406	595
0,015	Vápnění	Podzim, před podmítkou nebo orbou	14	Vápnění provádíme pouze na půdách s pH < 5,5, a to jednou za 3 roky. Dle údajů ÚKZÚZ činí celkový podíl rozlohy kyselých půd v ČR cca 15 %. Před zakládáním porostu na lehčích půdách použijeme dolomitický vápennec cca 2-2,5 t/ha, na těžších půdách lze použít i pálené vápno 1,5-2 t/ha.	2250	0	1800	0	Služba	3150	3150
0,1	Podmítka	Podzim, ihned po sklizni předplodiny	8	Hloubka zpracování půdy 8-12 cm. Co nejdříve po sklizni předplodiny nebo po mulčování nebo sečení vysokovrůstných plevelů.	0	43	0	445	Talířový podmítač nebo radličkový kypřič	488	635
0,025	Hnojení P do zásoby před setím víceleté plodiny	Podzim, těsně před orbou	2,4	Aplikujeme libovolně fosfor obsahující hnojivo (většinou superfosfát) a to pouze při nízké a velmi nízké zásobě přístupného P (méně 50 mg/kg půdy dle rozborů Mehlich-III). Hnojíme v dávce 90-120 kg P ₂ O ₅ /ha, tj. 500-667 kg/ha 18 % superfosfátu. Při vyšším obsahu P v půdě hnojení neprovádíme. Dle údajů ÚKZÚZ činí celkový podíl rozlohy půd s velmi nízkou a nízkou zásobou fosforu v ČR cca 25 %.	583	63	4375	139	Rozmetadlo minerálních hnojiv, nakladač	4577	4727
0,012	Hnojení K do zásoby před setím víceleté plodiny	Podzim, těsně před orbou	1,5	Aplikujeme libovolné hnojivo obsahující draslík (většinou draselná sůl - DS), a to pouze při nízké a velmi nízké zásobě přístupného K (méně 170 mg/kg půdy dle rozborů Mehlich-III). Hnojíme v dávce 90-120 kg K ₂ O/ha, tj. 150-200 kg/ha 60% DS. Při vyšším obsahu K v půdě hnojení neprovádíme. Dle údajů ÚKZÚZ činí celkový podíl rozlohy půd s velmi nízkou a nízkou zásobou draslíku v ČR cca 12 %. Jarní hnojení K lze kombinovat s hnojením N	175	41	1859	100	Rozmetadlo minerálních hnojiv, nakladač	2000	2129
0,1	Hnojení kaly ČOV	Podzim, těsně před orbou	17,5	Hnojení kaly ČOV za účelem zvýšení zásoby živin a organických látek. Je nutno dodržovat stanovené předpisy dle vyhlášky MŽP ČR č. 382/2001 Sb. Hnojení kaly se sušinou >18 % se provede jednorázově před založením porostu. Kalkulujeme aplikaci 5 tun sušiny kalu neboli 25 tun kalu ČOV s 20 % obsahem sušiny jednorázově před založením porostu.	25000	245	0	800	Rozmetadlo statkových hnojiv, nakladač	1050	1675
0,1	Orba s urovnáním	Podzim, (X-XI)	20	Střední orba (20-25 cm) s urovnáním současně nebo bezprostředně s orbou za účelem rozdrobit a urovnat povrch půdy a zabránit tvorbě velkých ztvrdlých hrud. Při zpracování ladem ležící půdy hlubší orba (25-30 cm), jinak totéž.	0	94	0	1036	Pluh, smyk, ozubený válec	1129	1490

Opak./rok	Operace	Den	Popis				Technické zajištění		
			Práce h/ha	Nafta l/ha	ZM kg/ha	Práce	ZM bez PH	Stroje vč. Pha PM	Celk. var. n.
0,1	Likvidace plevelů	Jarní období (III-V)	1,8	3	35	516	97	648	771
0,1	Vlácení a válení	Jarní období (III-V)	8,2	0	50	0	444	497	740
0,1	Setí	Jarní až letní období (IV-VI)	4,2	30	41	9625	246	9912	10080
0,1	Válení	Ihned po zasetí	3,4	0	28	0	161	189	250
0,075	Sečení plevelů	Cca 3-5 týdnů po vzejití	6	0	59	0	347	406	595
0,1	Likvidace dvouděložných plevelů	Cca 3-5 týdnů po vzejití	1,8	2,5	35	569	97	701	824
Každoroční práce na porostech									
0,16	Hnojení P	Na jaře nebo po sklizni	2	278	56	2083	122	2261	2404
0,08	Hnojení K	Na jaře nebo po sklizni	1,5	75	41	797	100	938	1067
0,2	Hnojení N	Jarní období (III-IV)	1,5	182	41	1314	100	1455	1584

Opak./rok	Operace	Den	Popis				Technické zajištění	
	Práce h/ha	Nafta l/ha	ZM kg/ha	Práce	ZM bez PH	Stroje vč. Pha PM	Celk. var. n.	var. nákl. + fix.
0,3	Hnojení statkovými hnojivy	Jarní období (III-IV) 10,5	15000	147	1500	480	2130	2505
0,5	Hnojení kaly ČOV	Jarní období (III-IV) 10,5	15000	147	0	480	630	1005
0,5	Letní sečení	Léto (VII-VIII) - D 5,5	0	88	0	321	409	595
0,5	Podzimní sečení	Podzim (IXXI) - D 5,5	0	88	0	321	409	595
1	Obracení	D + 1-5 2,7	0	28	0	155	183	360
1	Lisování suché hmoty	D + 3-7 5	0	56	0	793	849	1545
0,5	Odvoz a uložení balíků do skladu	D + 3-7 10,6	0	129	0	395	524	999
0,5	Odvoz a uložení balíků na poli	D + 3-7 4,6	0	70	0	270	340	690
1	Kontrola uložení biomasy	průběžně 0	0	4	0	0	4	7

Opak./rok	Operace		Den				Popis		Technické zajištění	
	Práce h/ha	Nafta l/ha	ZM kg/ha	Práce	ZM bez PH	Stroje vč. Pha PM	Celk. var. n.	var. nákl. + fix.		
0,1	0,29	1,5	182	41	1314	100	1455	1584		
0,15	1,05	10,5	15000	147	1500	480	2130	2505		
0,25	1,05	10,5	15000	147	0	480	630	1005		
0,5	0,39	3,6	0	55	0	213	268	463		
1	0,56	7,5	0	78	0	447	525	720		

Upraveno dle: AGC (2013), Hampl (2014)

Příloha č. 2: Fotografická dokumentace

Obr. 2: Setí maloparcelkových pokusů (Szarvasi-1 a Chrastice rákosovitá) do připravené půdy



Zdroj: Kopecký a Bernas (2013)

Obr. 3: Ruční výsadba ozdobnice



Obr. 4: Ruční výsadba ozdobnice



Obr. 5: Založený porost Szarvasi-1 a chrastice rákosovité 17.5. 2013



Zdroj: Kopecký a Bernas (2013)

Obr. 6: Porost ozdobnice 10. 10. 2013



Obr. 7: Parcelky chrastice rákosovité (vlevo) a Szarvasi-1 (vpravo) 10. 10. 2013

