

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

Katedra rostlinné výroby

Obor: Všeobecné zemědělství - sp. EASH

TÉMA DIPLOMOVÉ PRÁCE:

ENERGETICKÉ VYUŽITÍ FYTOMASY

Autor diplomové práce:

Milan Blaho

Vedoucí diplomové práce:

prof. Ing. Jan Moudrý, CSc.

2008

Děkuji vedoucímu diplomové práce prof. Ing. Janu Moudrému, CSc. za odborné i metodické vedení při zpracování zadané diplomové práce a Ing. Zdeňku Stražilovi, CSc. za odborné konzultace k tématu práce.

Zároveň děkuji doc. Ing. Jiřímu Divišovi, CSc. a Ing. Zdeňku Štěrbovi, Ph.D. za ochotu při poskytování informací.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně na základě vlastních zjištění a za použití uvedené literatury.

V Českých Budějovicích dne 25.4.2008

.....

Abstrakt

Cílem diplomové práce je navrhnout rostlinné druhy vhodné pro produkci fytomasy k energetickému účelům v oblastech se sníženou produkční schopností (LFA), zaměřit se na produkční schopnosti vybraných druhů rostlin. Úkolem bylo shrnout literární údaje širšího souboru energetických plodin, získané od více autorů, převážně z ČR a vyhodnotit jejich vhodnost pro pěstování v LFA podle požadavků na prostředí (půda, pH, klimatické podmínky, vegetační doba, mrazuvzdornost, odolnost proti chorobám a škůdcům,...) a podle produkčních schopností a energetických parametrů (výnos, výška rostliny, spalné teplo, energetická výtěžnost, vlhkost, obsah popela,...). Byly založeny polní pokusy vhodných energetických plodin a na základě výsledků z pěstování byly sestaveny ekonomické modely, které demonstrují jejich možnost reálného využití.

Klíčová slova: fytomasa, energetické plodiny

Abstract

The objective of the thesis is proposing types of crops suitable for the production of phytomass for power purposes in low favourable areas (LFA), focusing on the production capabilities of selected plant species. The assignment was summarising the source data for a broader set of power crops obtained from multiple authors primarily from the Czech Republic, and assessing their suitability for growing in LFA in areas sorted by environment requirements (soil, pH, weather conditions, vegetation period, resistance to frost, resistance to pests and diseases,...) and by production capability and energy parameters (yield, height of plants, combustion heat, caloric value, humidity, ash content, ...) Field tests with suitable power crops were established and economic models were generated based on the results of the cultivation to demonstrate the possibilities of utilisation in reality.

Keywords: phytomass, energy crops

OBSAH

1. ÚVOD	4
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED	5
2.1. Biomasa	5
2.1.1. Definice biomasy	5
2.1.2. Rozdělení biomasy	5
2.1.3. Možnosti energetického využití biomasy.....	8
2.1.4. Význam energetického využití biomasy.....	9
2.1.5. Potenciál a dosavadní využití biomasy v ČR.....	10
2.2. Vlastnosti fytomasy.....	12
2.2.1. Vlhkost	12
2.2.2. Výhřevnost.....	13
2.2.3. Obsah popela.....	14
2.2.4. Objemová hmotnost.....	15
2.3. Výběr vhodných energetických rostlin.....	16
2.4. Pěstování a úprava fytomasy.....	18
2.4.1. Pěstování fytomasy.....	18
2.4.2. Posklizňová úprava biomasy.....	20
2.5. Produkční schopnost energetických rostlin.....	21
2.6. Ekonomika pěstování energetických rostlin.....	23
2.7. Spalování biomasy.....	24
2.7.1. Emise ze spalování biomasy.....	26
3. CÍL PRÁCE.....	28
4. MATERIÁL A METODIKA.....	29
4.1. Screening.....	29
4.2. Polní pokusy.....	29
4.2.1. Plodiny.....	29
4.2.2. Stanoviště.....	30
4.2.3. Pokusy.....	31
4.2.3.1. Metodika obecně.....	31

4.2.3.2. Lesknice rákosovitá.....	31
4.2.3.3. Triticale.....	32
4.2.3.4. Kukuřice.....	32
4.3. Ekonomika.....	33
5. VÝSLEDKY	34
5.1. Výběr energetických rostlin vhodných pro LFA	34
5.1.1. Vyhodnocení požadavků na prostředí trav.....	34
5.1.2. Vyhodnocení produkčních a energetických schopností trav.....	36
5.1.3. Vyhodnocení požadavků na prostředí vytrvalých energetických rostlin.....	38
5.1.4. Vyhodnocení produkčních a energetických schopností vytrvalých energetických rostlin	39
5.1.5. Vyhodnocení požadavků na prostředí jednoletých energetických rostlin.....	41
5.1.6. Vyhodnocení produkčních a energetických schopností jednoletých energetických rostlin.....	43
5.1.7. Diskuse ke kapitole 5.1 Výběr energetických rostlin vhodných pro LFA	44
5.2. Výsledky exaktních pokusů s vybranými rostlinami v LFA.....	46
5.2.1. Pokusy s lesknicí rákosovitou.....	46
5.2.2. Ekonomika pěstování lesknice rákosovité.....	47
5.2.3. Pokusy s tritikale.....	51
5.2.4. Ekonomika pěstování ozimého tritikale.....	52
5.2.5. Pokusy s kukuřicí.....	56
5.2.6. Ekonomika pěstování kukuřice.....	59
6. DISKUSE.....	62
7. ZÁVĚR.....	65
8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	66

1. ÚVOD

V současné době je hledání alternativních zdrojů, neboli obnovitelné energie celosvětovou záležitostí. Obnovitelné zdroje energie jsou přírodní zdroje, které jsou pro využití buď okamžitě nebo pravidelně k dispozici a neustále se obnovují. S využíváním těchto zdrojů energie souvisí i snaha rozvojových zemí snižovat rizika změny klimatu následkem antropogenních činností.

V České republice se význam obnovitelných zdrojů stále zvyšuje, neboť mohou přispívat k zabezpečení celkové energetické potřeby společnosti. Bylo rozhodnuto, že do roku 2010 se podíl obnovitelných zdrojů energie zvýší ze současných 3 % na 12 % z hrubé spotřeby elektřiny. Kromě tepelné energie, slunečního záření, kinetické energie větru a vodních toků je především biomasa alternativním zdrojem energie pro všechny typy uživatelů, protože zdroje fosilních paliv se rychle vyčerpávají a jejich těžba je ekonomicky a energeticky náročná.

Optimální využití biomasy jako domácího obnovitelného zdroje v krajině je možno posuzovat z více hledisek jako například energetického, ekonomického, zemědělského, globálně environmentálního a krajinně-ekologického. Dostupný a případně ekonomicky využitelný potenciál biomasy pro energetické využití a podíl jednotlivých forem biomasy v ČR bude zřejmě ještě dlouho otázkou diskutovanou na mnoha úrovních.

Poměrně nový zdroj biomasy tvoří porosty tzv. energetických rostlin, kam řadíme různé druhy dřevin, trvalek a bylin, jejich kultivary a sorty, dále přírodní a záměrné křížence. Obecně se tedy záměrně pěstovaná biomasa dělí na energetické plodiny dřevnaté a nedřevnaté. Hlavní předností energetických rostlin nedřevnatých, které tvoří poměrně rozsáhlou skupinu (přes 100 druhů jednoletých, dvouletých, víceletých a vytrvalých, které byly testovány v ČR a okolních zemích), jsou vysoké výnosy, dají se sklízet běžnými zemědělskými sklizňovými stroji. Při pěstování víceletých rostlin můžeme počítat s nižšími výrobními náklady. Rozvoj energetického využití fytomasy dává nový prostor pro rozvoj zemědělství a rozvoj venkova, pro uplatnění pracovních sil a zlepšení efektivity hospodaření zemědělských podniků i zpracovatelských kapacit.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1. BIOMASA

2.1.1. Definice biomasy

Za biomasu je v užším pojetí považována organická hmota rostlinného původu vznikající na bázi fotosyntetické konverze sluneční energie. Pod pojmem biomasa si však můžeme představit substanci biologického původu, která zahrnuje rostlinnou biomasu (fytomasu) pěstovanou na půdě, hydroponicky nebo ve vodě, živočišnou biomasu, vedlejší organické produkty a organické odpady. Podle MOUDRÉHO, STRAŠILA (1998) se pod pojem biomasa zahrnují veškeré přírodní produkty, které jsou výsledkem procesu fotosyntézy, schopného zachytit 1 – 3 % dopadající sluneční energie. Podobně definuje biomasu SLADKÝ (1998) jako organickou hmotu převážně rostlinného původu vznikající neustále na Zemi v důsledku fenoménu fotosyntézy z oxidu uhličitého z ovzduší, vody a minerálních látek vázáním části dopadající energie ze Slunce. PETŘÍKOVÁ (2004) píše, že biomasou je veškerá organická hmota rostlinného i živočišného původu, přičemž biomasa, která je pouze rostlinného původu, se nazývá fytomasa, a jejím zpracováním vznikají „fytopaliva“. Biomasu definuje PASTOREK (2005) jako substanci biologického původu, tj. rostlinného i živočišného, můžeme konstatovat, že takováto hmota podléhá vždy za příznivých podmínek biodegradabilnímu procesu (rozkladu). Dle HAVLÍČKOVÉ (2005) biomasou v nejširším slova smyslu rozumíme hmotu všech organismů na zemi. Zahrnuje tedy, jak jejich tělesné schránky, tak i živé či neživé produkty jejich činnosti (obaly, exkrementy, semena, dřevo).

2.1.2. Rozdělení biomasy

Energetickou biomasu můžeme podle PASTORKA (2004) rozdělit do pěti základních skupin:

1. fytomasa s vysokým obsahem lignocelulózy,

2. fytomasa olejnatých plodin,
3. fytomasa s vysokým obsahem škrobu a cukru,
4. organické odpady a vedlejší produkty živočišného původu,
5. směsi různých organických odpadů.

Pro získávání energie se využívá:

- a) biomasa záměrně pěstovaná k tomuto účelu,
- b) biomasa odpadní (rostlinné zbytky ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny, odpady z živočišné výroby, komunální organické odpady z venkovských sídel, organické odpady z potravinářských a průmyslových výroby, lesní odpady).

HAVLÍČKOVÁ (2007) udává, že biomasu vhodnou pro výrobu energie je možno podle způsobu jejího vzniku rozdělit na následující skupiny:

- a) zbytková biomasa a recyklovaná biomasa z výrobků po ukončení jejich životnosti
- b) záměrně produkovaná biomasa

Rostliny vhodné pro pěstování k energetickému a průmyslovému využití v našich podmínkách lze rozdělit podle KOVÁŘOVÉ, ABRHAMA (2002) na:

- a) jednoleté: např. obiloviny, řepka, konopí, len, lnička a další alternativní olejny, topinambur aj.
- b) víceleté a vytrvalé: např. ozdobnice čínská, chřastice rákosovitá, křídlatka japonská, rákos obecný aj.
- c) rychle rostoucí dřeviny: např. topoly, vrby, olše aj.

Energetická fytomasa se nejčastěji využívá ve formě nejrůznějších odpadních hmot organického původu, nebo vedlejších produktů. Jak píše PETŘÍKOVÁ (2005), jedná se především o dřevní či lesní odpady, nebo o slámu. Vedle těchto hmot jsou významným zdrojem energetické fytomasy záměrně pěstované energetické rostliny. Vyprodukovanou biomasu lze pak rozdělit na dřevní hmotu, která se získá pěstováním rychle rostoucích dřevin a na fytomasu získanou pěstováním plodin v polních kulturách.

Jak píše HAVLÍČKOVÁ, KNÁPEK (2005), biomasu vhodnou pro výrobu energie je možno podle způsobu jejího vzniku rozdělit na následující skupiny:

1. Odpadní, zbytková a recyklovaná biomasa:
 - a) Odpad z pilařské výroby, dřevozpracujícího a papírenského průmyslu

- b) Těžební odpad (nehroubí) z lesního hospodaření např. z prořezávek, probírek a z mýtní těžby
 - c) Sklizňové zbytky zemědělské prvovýroby, zejména sláma obilná a řepková
 - d) Štěpka z údržby břehových porostů, městské a krajinné zeleně (např. parky, stromořadí)
 - e) Recyklované dřevo ze stavebního průmyslu
 - f) Organické nebo rostlinné zbytky ze zpracovatelského průmyslu zejména mlékárenského a potravinářského (např. rostlinné obaly olejnatých semen-slunečnice, tuky)
2. Záměrně produkovaná biomasa z porostů energetických plodin:
- a) Štěpka z tzv. rychle rostoucích dřevin (výmladkové plantáže topolů a vrb na zemědělské půdě)
 - b) Sláma z nedřevnatých plodin: např. ozdobnice, energetické obilí a mnoho dalších (u nás šťovík Uteuša)
 - c) Palivové dříví (v některých případech z výmladkových plantáží)

Pod pojem biomasa z rostlin řadí FRYDRYCH a ANDERT (2005) slámu obilovin, řepkovou slámu, energetické dřeviny a energetické byliny. Byliny pro energetické využití jsou jednoleté a víceleté. Z jednoletých rostlin jsou vhodné pro spalování proso, konopí a rostliny rodu čirok.

Záměrně pěstovaná biomasa se dále dělí podle HAVLÍČKOVÉ a KNÁPKA (2005) na energetické plodiny:

1. dřevnaté - rychle rostoucí dřeviny (RRD)
2. nedřevnaté :

Jednoleté (laskavec, konopí seté, sléz přeslenitý)

Dvouleté: (pupalka dvouletá, komonice bílá)

Víceleté a vytrvalé: (mužák prorostlý, jestřabina východní, topinambur, psineček bílý, čičorka pestrá, oman pravý, šťovík krmný, sveřep bezbranný, sveřep samužníkový, lesknice rákosovitá, ozdobnice čínská, kostřava rákosovitá)

Z hlediska způsobu využití rozděluje MURTINGER (2007) biomasu do dvou skupin:

- a) biomasa suchá, s vlhkostí do 40%, kterou je možné po eventuálním vysušení spalovat (dřevo, obilná sláma, biomasa jiných energetických rostlin).

b) biomasa vlhká, s vlhkostí nad 40%, která se využívá zpravidla k výrobě bioplynu (kejda, hnůj nebo kaly z čističek vod).

2.1.3. Možnosti energetického využití biomasy

Možnosti energetického využití fytomasy popisují SOUČKOVÁ a MOUDRÝ (2006) následovně:

- a) spalování, pyrolýza (teplo)
- b) zplyňování (metan, čpavek, dehet)
- c) zkapalňování (olej)
- d) esterifikace (metylester řepkového oleje)
- e) anaerobní digesce (bioplyn, metan)
- f) alkoholové kvašení (etanol)
- g) kompostování (teplo z kompostu)

Jak popisuje NOSKIEVIČ (1996) energii z rostlin je možno získávat buď přímým spalováním celých rostlin nebo jejich částí, popř. výrobou paliv z produktů z nich získaných (oleje, estery, alkoholy). Způsob získávání energie se pak podřizuje výběru tzv. technických plodin. Perspektivní se jeví i tendence získávání biomasy z ekologicky zatížených oblastí, popř. míst určených k rekultivaci.

Podle UŠŤAKA (2000) jsou výsledným produktem energetických plodin biopaliva (fytopaliva), která mohou být tuhá (řezanka, balíky, brikety, pelety atd.), tekutá (rostlinné oleje, bionafta, bioetanol) nebo i plynná (bioplyn). Z hlediska energetické bilance představují tuhá fytopaliva nejvyšší energetickou účinnost využití biomasy (včetně započtení energie nutné k výrobě strojů a zařízení) jsou podstatně nižší, než je obsah disponibilní energie ve výsledné produkci.

Energeticky využívat biomasu lze podle CITYPLAN (1999) několika způsoby:

- a) Termochemickou přeměnou (tzv. suché procesy):
 - spalování (produktem je vysokopotenciální teplo),
 - zplyňování (produktem je topný plyn),
 - pyrolýza (produktem je bioolej a dehet).
- b) Biochemickou přeměnou (tzv. mokré procesy):

- alkoholové kvašení (fermentace, výroba etanolu),
 - metanové kvašení (anaerobní fermentace, výroba bioplynu).
- c) Chemickou přeměnou:
- esterifikace surových bioolejů.

2.1.4. Význam energetického využití biomasy

Biomasa je ze všech obnovitelných zdrojů dle PETŘÍKOVÉ (2004) nejpodstatnější, neboť má oproti ostatním zdrojům (voda, vítr, sluneční svít) řadu výhod. Lze ji konzervovat a použít v době, kdy je potřeba. Sušenou či jinak konzervovanou fytomasu lze skladovat libovolně dlouhou dobu a využívat ji podle konkrétních podmínek v různé kombinaci: samostatně, podle jednotlivých druhů, nebo společně s uhlím.

Podle CITYPLAN (1999) jsou hlavní výhody využití biomasy v energetice:

- a) obnovitelnost (nevyčerpatelnost) zdroje energie, na rozdíl od fosilních paliv,
- b) z hlediska produkce tzv. skleníkových plynů, především CO₂, se považuje biomasa za neutrální palivo (CO₂ se sice při spalování uvolňuje, ale přibližně stejné množství CO₂ je fotosyntézou při růstu biomasy z atmosféry spotřebováno),
- c) většinou zanedbatelný nebo malý obsah síry,
- d) zvyšuje nezávislost na dovozu primárních energetických zdrojů,
- e) často je biomasa odpadní látkou, což je výhodou z hlediska ekonomického (cena) a odpadového hospodářství,
- f) pěstování biomasy zlepšuje sociální poměry (zaměstnanost) venkova při transformaci zemědělství (převod potravinářské produkce na průmyslovou) a přispívá k ochraně životního prostředí, zemědělské půdy, převážně k odstranění devastace půdy průmyslovou a důlní činností.

Důvodem, proč využívat biomasu je podle VÁNI (2003) to, že intenzivní využívání fosilních paliv se stává pro trvale udržitelný rozvoj lidské společnosti neúnosné a řada států se snaží co největší podíl fosilních energií nahradit obnovitelnými energiemi, tj. energií solární, větrnou, geotermální, vodní a energií z biomasy, která má obvykle nejvyšší potenciál.

PETŘÍKOVÁ (2004) píše, že využívání biomasy pro energii při jejím postupném nahrazování fosilních paliv má neocenitelný význam při snižování emisí všeho druhu. Nejdůležitější význam energetické biomasy je v tom, že redukuje koncentraci skleníkových plynů (především oxid uhličitý) v ovzduší. Při spalování biomasy sice také dochází k uvolnění CO₂ stejně jako při spalování fosilních paliv, ale v případě biomasy nastává nulová bilance, tzn.: kolik se ho uvolní při spalování, tolik jej rostliny odčerpají fotosyntézou.

S tímto tvrzením souhlasí MOUDRÝ a STRAŠIL (1998). Při využívání biomasy pro energetické účely se uzavírá cyklus CO₂. Při spalování rostlinného materiálu se uvolní pouze tolik CO₂, kolik bylo předtím ze vzduchu využito fotosyntézou.

Souhrnně lze význam využívání biomasy pro energetické účely podle PETŘÍKOVÉ (2004) vyjádřit takto:

- a) zajištění obnovitelných zdrojů energie
- b) příspěvek k redukcí skleníkových plynů
- c) údržba kulturní krajiny (nezaplevelená pravidelně obdělávána pole)
- d) efektivní využívání přebytečné půdy
- e) vytváření nových pracovních příležitostí
- f) stabilizace venkovského prostoru
- g) posílení energetické soběstačnosti v regionech

2.1.5. Potenciál a dosavadní využití biomasy v ČR

V současnosti leží v ČR ladem asi 0,5 mil. ha půdy a očekává se, že z hlediska produkce potravin nebude možné dlouhodobě využívat více než 1 mil. ha (z celkové rozlohy více než 3 mil. ha orné půdy), uvádí PETŘÍKOVÁ a kol. (2006). Dále píše, že z hlediska udržitelného rozvoje je však nezbytné s touto půdou nadále dobře hospodařit. Jednou z významných možností je pěstování energetických plodin, přičemž pro naplnění cíle roku 2010 by stačilo využít asi polovinu uvedené výměry, tj. asi 250 tis. Ha. V horizontu 30 let lze využít až 1,5 mil ha, tj. asi 35 % výměry zemědělské půdy v ČR, v souladu s osevními postupy.

Jak uvádí TOŠOVSKÁ (2007), potřebný objem energetické fytomasy lze podle odborníků vypěstovat na rozloze asi 350 – 400 tisíc ha půdy, kterou je pro tento účel v blízké budoucnosti možno vyčlenit.

Biomasa se v současnosti podle HAVLÍČKOVÉ (2007) používá pro výrobu a dodávku tepla v lokálních a centralizovaných systémech zásobování teplem velmi omezeně. Pouze asi 20 výtopen je postaveno na výlučném použití biomasy. Použitým palivem je většinou zbytková a odpadní biomasa z místních zdrojů – piliny, dřevní odpad a štěpka. Biomasa hraje dominantní roli v budoucím předpokládaném nárůstu užití obnovitelných zdrojů energie (OZE). Státní energetická koncepce předpokládá, že podíl biomasy dosáhne k cílovému roku 2030 cca 85 % celkového podílu jak primárních energetických zdrojů, tak i v případě výroby elektřiny z OZE.

Energie z biomasy by se měla využívat především k vytápění obcí, zejména tam, kde není zaveden zemní plyn. Rozhodování o využití biomasy musí zahrnovat také logistiku a ekonomické propočty a musí mu předcházet i dobře uvážená volba mezi centrálním a lokálním vytápěním biomasou, zejména u obcí a menších měst s rozptýlenou zástavbou. V rámci ČR je třeba pečlivě vyhodnotit provoz stávajících energetických zdrojů využívajících biomasu pro výrobu tepla a elektřiny a zhodnotit současný trh s biomasou. Dosavadní zdroje tepla a elektřiny spalující biomasu využívají především zbytkovou biomasu, například dřevní štěpky. Protože potenciál této formy biomasy je omezený, je nutné rozvíjet pěstování rostlin pro energetické účely - fytomasy. Po hledání nejvhodnějších rostlin, výzkumu a praktickém ověřování se na základě získaných zkušeností pro fytoenergetiku nejvíce osvědčily rychle rostoucí dřeviny a energetické byliny, uvádí ZELENÝ (2004).

Energetickou biomasu je možno podle MOUDRÉHO a STRAŠILA (1998) pěstovat nejenom na přebytečné půdě, ale také na různým způsobem zdevastované půdě, na půdě v oblastech s vysokou imisní zátěží, s ohledem na nebezpečí kontaminace produkce škodlivými látkami, všude tam, kde je ekonomika tržních plodin neefektivní a také v oblastech, kde je nutné výrazné snížení vstupů chemie.

Tab. č.1 Druhy potenciálu energetických plodin podle PETŘÍKOVÉ a kol. (2006)

Druh potenciálu	Produkce biomasy (tis.tun)	Energie (TJ)
Ekonomický (2004)	2 738	41 000
Dostupný	9 037	136 000
Využitelný	13 693	205 000
Technický	18 348	275 000
Teoretický	27 385	411 000

PASTOREK (2004) uvádí další perspektivy biomasy v regionální energetice. Kromě centrálních výtopen a tepláren je možné využít biomasu i pro výrobu pelet a briket. Zejména pelety přinášejí pohodlí podobné jako při plynovém vytápění. Většina „čistých“ biopaliv má např. nízký bod měknutí, tání a tečení popela (obilní sláma) nebo velkou produkci emisí CO (např. Krmný šťovík Uteuša a většina travin) či velký obsah popelovin, kolem 5 % (skoro všechna). To jsou nepříjemné vlastnosti, které pelety ze dřeva nemají.

Význam rozvoje obnovitelných zdrojů energie roste, připomíná MUŽÍK a HUTLA (2003), a stává se jednou ze základních podmínek trvale udržitelného rozvoje zemědělství i společnosti. Podle údajů UNESCO by během 50 let mohl podíl energií z obnovitelných zdrojů dosáhnout až 30% celkové spotřeby, ve státech EU by tento podíl měl v roce 2010 dosáhnout 12%

Podle různých studií se pohybuje ekonomicky využitelný potenciál biomasy (bez vynaložení mimořádných investic) v ČR kolem 10 mil. t suché hmoty/r, tj. při průměrné výhřevnosti 16 GJ/ts.h. to odpovídá energii asi 158 PJ/r (158.109 MJ/r, což je cca 9,14 % hrubé spotřeby primárních energetických zdrojů v ČR). (CITYPLAN,1999)

2.2. VLASTNOSTI FYTOMASY

2.2.1 Vlhkost

Vlhkost v palivech by podle UŠŤAKA (2005) měla být co možná nejnižší, aby bylo zajištěno ekologické a efektivní spalování. Za optimální se považuje vlhkost biomasy

v rozmezí 15 – 20 % (tzv. standardní sušina). Moderní kotle dokážou spálit biomasu i při 50 % vlhkosti, výtěžnost energie však při zvyšování vlhkosti nad 20 % prudce klesá.

Vlhkost definuje PETŘÍKOVÁ a kol. (2006) jako podíl vody (v %) na celkové hmotnosti vzorku paliva. Hranice obsahu vody pro využitelnost biopaliva je 50 %, u dobrých paliv max. 55 %. Obsah vody se až doposud stanovil vysoušením vzorku při teplot 105 °C po dobu 24 hodin, kdy ale dochází k určité nepřesnosti únikem části těkavých hořavin. Nově se zavádějí elektronické metody přímého stanovení obsahu vody.

Vlhkost biomasy by dle KOVÁŘOVÉ (2002) neměla přesáhnout 20 % hmotnosti, optimální je 15 % hmotnosti. Uplatnění tohoto požadavku předpokládá skladovat biomasu v jednoduchých skladech lehké konstrukce, které ji chrání proti nepříznivému počasí s možností provzdušňování.

Typickou vlastností biomasy je poměrně vysoký a proměnný obsah vody. Voda v biomase jednak snižuje poměr využitelného tepla a hmotnosti biomasy (spalné teplo), jednak při jejím odpaření se spotřebuje část tepla (projeví se snížením výhřevnosti) a konečně vlhkost paliva snižuje účinnost spalovacího zařízení, neboť se zvyšuje množství vzniklých spalin a tím také komínová ztráta. Je proto výhodné používat ke spalování co nejsušší biomasu, nejlépe proschlou přirozeným způsobem na vzduchu, např. skladováním přímo na zemědělské ploše. Umělé sušení je většinou ekonomicky nevýhodné. (CITYPLAN, 1999)

Biopaliva lze podle PASTORKA (2004) spalovat v různých formách. Zatím jsou největším spotřebitelem i dodavatelem biopaliv dřevozpracující závody. V závislosti na technologii výroby a typu dřevozpracujícího závodu se obsah vody v dřevní hmotě pohybuje v širokém rozmezí, a to $W = 7 - 60\%$.

2.2.2. Výhřevnost

Výhřevnost je definována podle CITYPLAN (1999) jako množství tepla uvolněného dokonalým spálením, přičemž vodní pára ve spalinách nezkondenzuje, obvykle se udává v [MJ/kg].

Celkové množství tepla (v kJ) na jednotku daného vzorku paliva (1 g) s daným obsahem vody po úplném spálení při tlaku 1 bar, jestliže ze vzorku při spálení odpařená voda a voda

ze spáleného vodíku ze vzorku zůstanou ve formě vodní páry a odchází se spalinami. Běžně se udává v MJ/kg nebo v GJ/t nebo v kWh/kg. Stanoví se také výpočtem ze spalného tepla určeného v kalorimetru odečtením tepla, které odchází ve známém množství vody ve formě páry, uvádí PETŘÍKOVÁ a kol. (2006).

Výhřevnost stébelnin – zejména slámy obilovin a travin je poměrně vysoká, je to 18 – 19 MJ.kg⁻¹. To je asi necelá polovina výhřevnosti ropných paliv. Ve skutečnosti však biomasa vždy obsahuje nejméně 10% vody, v průměru je vlhkost slámy v balících uskladněných v halových skladech nebo v zakrytých stozích 14 – 16 %. Při hoření se tato voda odpařuje a tím snižuje základní výhřevnost sušiny biomasy. Je-li teplota spalin za kotlem (výměníkem) vyšší než 101 °C, toto teplo, obsažené ve vodní páře, se nevyužije, uvádí PASTOREK (2004). Dále autor píše, že výhřevnost paliva se také snižuje s časem, zejména činností mikroorganismů, hub a plísní.

Výhřevnost slámy a celých rostlin obilnin je podle ŠNOBLA a kol. (2004) v průměru o něco nižší než u hnědého uhlí a třikrát nižší než má topný olej. Pohybuje se od 12 do 15 MJ/kg v závislosti na sušině.

Podle MURTINGERA (2007) výhřevnost suché biomasy je zpravidla v rozmezí 15 – 19 MJ/kg; s rostoucím obsahem pryskyřic nebo olejů výhřevnost roste a naopak výrazně klesá s rostoucím obsahem vody.

SOUČKOVÁ (2006) uvádí, že výhřevnost fytomasy je závislá především na obsahu vody, na druhu dřeva (chemické složení suché dřevní hmoty při spalování), a také například na obsahu pryskyřice, která výhřevnost zvyšuje. (dřevní a bylinné hmoty) je běžně uváděna v kJ/kg nebo MJ/kg, popř. kWh/kg paliva. Výhřevnost dřevní štěpky je uváděna 14,9 MJ/kg (neplatí pro všechny dřeviny). Je nutné znát vždy obsah vody, protože výhřevnost s rostoucím obsahem vody výrazně klesá. Výhřevnost fytomasy je stanovena výpočtem na základě určeného spalného tepla a výsledků prvkového rozboru paliva.

2.2.3 Obsah popela

Popel z tuhých paliv obsahuje látky, které se při určité teplotě spékají do škváry. Popel z biopaliva, zejména slámy, má vysoký obsah draslíku, vápníku a křemíku a už při teplotách nad 800 °C měkne. Okolo 900 °C tvoří sklovitou hmotu, která poškozuje zejména

vyzdívku a rošty. Tomu se předchází dvoustupňovým spalováním. V první části topeniště při teplotách okolo 800 °C dochází ke zplynování – nedokonalému hoření produkcí plynů a popele. V druhé části – dohořivací komoře – probíhá úplné spálení vyprodukovaných plynů s přídatkem horkého sekundárního vzduchu. Studený vzduch by podporoval tvorbu sazí, komentují MOUDRÝ a STRAŠIL (1998).

Podle ŠNOBLA a kol. (2004) pevná biopaliva mají podobné látkové složení, přičemž stébelné plodiny obsahují více popelovin (8 %) než dřeviny (1 %).

Popel popisuje PETŘÍKOVÁ a kol. (2006) jako anorganický zbytek po spálení slámy a energetických stébelnin s příměsí několika procent nedopalu (kolínka stébel). Podíl podroštového, nezávadného popelu a létavého popílku, který obsahuje těžké kovy, může být až 3 : 1. Proti dřevnímu popelu má vyšší obsah drasla a křemíku (45-55 %). To podmiňuje nižší hodnoty lepení, tavení a tečení popelu (860–1000 °C). Spolu s vyšším podílem popelovin v sušině stébelnin (6–14 %) tak vznikají problémy při spalování některých fytopaliv (např. amarantu) s nalepováním popelovin na vyzdívku topenišť.

Je-li teplota tání popela nižší než teplota plamene při hoření, uvádí VÁŇA (2003), pak dochází k zalepování roštu ohniště, což působí problémy. Obsah popela v biomase je relativně nízký. Teplota tání popela je u většiny druhů vysoká, bývá větší než 1 100–1 200 °C, pouze u některých druhů (např. u slámy a vojtešky) se pohybuje mezi 800–900 °C. Zalepování roštu nízkotajícím popelem lze zabránit namícháním paliva, které obsahuje popel o nižší teplotě tání s palivem, jež obsahuje popel vysokotající. Nízkotající popel se při spalování “obalí” popelem vysokotajícím a rošt nezalepí.

MOUDRÝ, STRAŠIL (1998) uvádějí, že při spalování biomasy vzniká jen minimum škodlivých exhalací a navíc odpadají problémy se zneškodněním popelnatých odpadů ze spalování uhlí. Například u slámy vzniká do 6 % popele, který je navíc dobrým minerálním hnojivem.

2.2.4. Objemová hmotnost

Objemová hmotnost pevné biomasy (vztažena na výhřevnost) je 3krát až 10krát vyšší než je tomu u klasických fosilních pevných paliv (např. černé uhlí). Proto může být velikost skladovacího prostoru limitujícím faktorem.

Tab.č. 2 Objemové hmotnosti paliv ze slámy dle HAVLÍČKOVÉ a kol.(2007)

Palivo	Měrná hmotnost (kg/m ³)	Hmotnost kusu (kg/ks)	Způsob manipulace
Sláma řezaná	40 – 60	-	Mechanicky
Nízkotlaké balíky standardní	60 – 80	5	Ručně i mechanicky
Vysokotlaké balíky standardní	80 – 120	10	Ručně i mechanicky
Obří balíky válcové	60 – 90	350	Mechanicky
Obří balíky kvádrové	80 -160	400	Mechanicky
Brikety, sypané	500 – 600	0,5 – 1	Ručně i mechanicky
Pelety, granule – sypané	500 - 600	0,01	Ručně i mechanicky

Pozn.: Pelety a granule (do průměru 20 mm, výjimečně do 40 mm)

Brikety (průměr 40 – 90 mm, výjimečně více)

Absolutní objem. Hmotnost briket a pelet dosahuje 1100 – 1600 kg/m³

Podobné hodnoty u objemové hmotnosti uvádí ŠNOBL A KOL. (2004), a to od 40 u řezané, přes 120 u balíkované, do 600 až 1000 kg/m³ u briketovaných a peletovaných výrobků.

2.3. VÝBĚR VHODNÝCH ENERGETICKÝCH ROSLIN

Správná volba plodin a vhodná agrotechnika jsou základem dobré sklizně a tedy i přiměřeného zisku, upozorňuje PETŘÍKOVÁ a kol. (2006). Než se zemědělec rozhodne, zda zařadí energetické plodiny do svého osevního postupu, měl by se seznámit s konkrétními plodinami, potenciálem jejich výnosů, požadavky na agrotechnické postupy a příslušnými termíny. Od těchto parametrů se, mimo jiné, odvíjí náklady na pěstování, z čehož se následně odvozují budoucí zisky.

Jak uvádí HAVLÍČKOVÁ a kol. (2007), obecně platí, že ekonomicky a energeticky efektivnější je pěstování rostlin víceletých a vytrvalých než tradičních jednoletých (pokud

to není vedlejší produkt jako sláma obilovin či olejnin). 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).

Podle MOUDRÉHO, STRAŠILA (1998), se pro energetické využití používá biomasa záměrně pěstovaná k tomuto účelu (obilí, cukrová řepa, olejninny a energetické dřeviny), a biomasa odpadní (řepková sláma, sláma obilovin, kukuřičná sláma, přestárlé travní porosty, dřevní odpady, organické komunální odpady, odpady z živočišné výroby, apod.)

Pro získání energie z rostlinné biomasy přicházejí v úvahu rychle rostoucí druhy stromů, výkonné druhy obilnin – ozimá pšenice, ozimý ječmen, tritikale, kukuřice a některé druhy čiroku. Dále to jsou některé trávy, včetně exotických („Sloní tráva“), podotýká ZIMOVÁ (1991).

PETŘÍKOVÁ (2001) konstatuje, že pro energetické využití biomasy k přímému spalování byly vybírány výnosné plodiny. Vhodné jsou rostliny vysoce vzrůstné, které vytváří velké množství nadzemní hmoty. Pro přímé spalování jsou efektivní rostliny, které dosahují výnosu kolem 10 t suché hmoty z 1 ha.

Dle ZELENÉHO (2004) jsou největší výzkumné a především provozní zkušenosti (ve srovnání s ostatními energetickými bylinami a s rychle rostoucími dřevinami) se šťovíkem Uteuša. Osivo se získává běžnými agrotechnickými postupy. Pro osetí 1 ha produkční plantáže (pole) je potřeba 5 kg semena. Používá se běžná zemědělská technika. V současné době je osivo této plodiny k dispozici pro rozlohu asi 10 tisíc ha. První provozní plantáž o rozloze 30 ha byla založena již v roce 2000. Nyní je v ČR tato plodina zasetá přibližně na 650 ha zemědělské půdy. Může být sklizena každoročně od druhého roku po založení plantáže. Plantáž nemusí být vyňata ze zemědělského půdního fondu. Životnost plantáže je asi 10 let, při dobrých půdních podmínkách i více.

2.4. PĚSTOVÁNÍ A ÚPRAVA FYTOMASY

2.4.1. Pěstování fytomasy

Obecně platí, uvádí USŤAK (2006), že ekonomicky a energeticky efektivnější je pěstování rostlin víceletých a vytrvalých než tradičních jednoletých (pokud to není vedlejší produkt jako sláma obilovin či olejnin). 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 až 10 x).

Způsoby pěstování a sklizně zejména stébelnatých rostlin, využitelných k výrobě některého druhu energie, jako je teplo nebo elektřina, jsou v podstatě shodné s technologiemi pěstování a sklizně běžných zemědělských plodin, píše PETŘÍKOVÁ a kol. (2006). Výjimku tvoří pouze konopí, které vyžaduje buď poněkud upravené, nebo zcela speciální stroje. Pro pěstování všech ostatních rostlin vyhovují běžné výrobní postupy, agrotechnická opatření (hnojení, ochrana) i mechanizace. Odlišná je doba sklizně. U běžných, užitkových rostlin určených k výživě lidí nebo zvířat dochází ke sklizni při nejvyšším obsahu živin, u energetických při největším obsahu energie, tzn. Většinou u stébelnin pro spalování až v přestárlém stavu s nízkým obsahem vody a dusíkatých látek.

Podle VÁNI (2003) je při pěstování energetických rostlin možno využít i půdy nadlimitně kontaminované cizorodými látkami, na kterých je nežádoucí pěstovat potravinářské plodiny. Pěstování energetických rostlin na těchto půdách v dlouhodobém časovém horizontu umožňuje revitalizaci těchto půd.

PETŘÍKOVÁ (2006) upozorňuje pěstitele, že při pěstování nových netradičních plodin je nutné zajistit postupně 3 na sebe navazující kroky :

1. musíme vypracovat spolehlivou pěstitelskou technologii a naučit se plodinu pěstovat
2. o získaných zkušenostech musí být pěstitel řádně informován
3. tyto ověřené agrotechnické zásahy musí pak pěstitel skutečně realizovat

Jak uvádí ZIMOVÁ (1991), jednoleté energetické plodiny se mohou pěstovat na orné půdě, vysévají se časně na jaře. Jejich pěstování je ale nákladnější než u víceletých plodin.

Z energetického a ekonomického hlediska je podle KRAMOLIŠE (2004) také důležité, v kterém termínu plodiny sklízet. Zda v době největšího nárůstu fytomasy, pozdě na podzim nebo brzy na jaře. Obecně největší nárůst fytomasy je u většiny plodin v době kvetení nebo těsně po odkvětu. Potom dochází k postupné ztrátě fytomasy. V prvním termínu sklizně má obsah vody ve fytomase rozmezí 60-80 %/sušina 40-20 %.

Pěstování obilnin, jako jednoletých plodin k energetickým účelům má podle ŠNOBLA a kol. (2004) oproti jiným plodinám přednosti zvláště v tom, že technologie jejich pěstování se zásadě neliší od běžných postupů, nevyžaduje větších investic, nevzniká časová prodleva do prvního výnosu a energetická bilance výrazně pozitivní. Z uvedeného vyplývá, že pěstování obilnin je jedna z nejvýhodnějších variant pro cílené pěstování energetických rostlin, která by navíc zlepšilo rajonizaci pěstování obilnin.

Při výběru rostlin pro masové pěstování pro energetické účely budou rozhodovat kromě agrotechnických hledisek především jejich vlastnosti, které příznivě ovlivní ekonomii energetického využití biomasy. Je to především výnos a výhřevnost rostliny, což lze souhrnně vyjádřit tzv. energetickým výnosem v [GJ/ha] a výsledné náklady na biomasu [Kč/t], popř. na teplo v biomase obsažené [Kč/GJ].(CITYPLAN, 1999)

KOVÁŘOVÁ a ABRHAM (2002) konstatují, že pěstování energetických a průmyslových bylin (stébelnin) je technologicky jednodušší v porovnání s dřevinami používanými pro stejný účel. Při jejich pěstování je totiž možné využít obdobné pracovní postupy a technické vybavení jako u zemědělských plodin. Jednoleté plodiny, pěstované k energetickým a průmyslovým účelům, obvykle neznamenaají pro zemědělský podnik větší investiční zatížení, protože podnik potřebnou techniku vlastní. Významné je rovněž to, že půda zůstává stále v dobrém stavu pro možný návrat k pěstování plodin pro potravinářské účely. Volba druhu kultury a způsob pěstování náleží k nejdůležitějším veličinám určující kvalitu. Týká se to jak jednoletých, tak i víceletých plodin.

PETŘÍKOVÁ (2007) píše, že důležitým parametrem sklizené biomasy je kromě výnosu také obsah sušiny (25–40 %). Ideální je co nejvyšší podíl sušiny, aby nebylo nutné sklizenou biomasu dosušet, případně aby dosoušení proběhlo co nejrychleji. Termín sklizně je u většiny plodin ideální v době kvetení nebo těsně po odkvětu – je největší nárůst fytomasy a obsah sušiny je 40–20 %, tzn. že takto vlhká fytomasa se dá přímo využít pouze na výrobu bioplynu. Ke spalování fytomasy se používají kotle od 45 do 5000 kW.

2.4.2. Posklizňová úprava fytomasy

Vzhledem k výraznému vlivu vlhkosti na výhřevnost je nevyhnutelné biomasu před spalováním vysušit, upozorňuje MURTINGER (2007). Všeobecně se doporučuje snížit vlhkost pod 30%. Za optimální se považuje vlhkost do 20%. Tu lze ještě dosáhnout běžným sušením pod přístřeškem. Pro některé účely (například lisování briket nebo peletek) se musí materiál vysušit na podstatně nižší obsah vody, k tomu již nestačí běžné sušení na vzduchu a je nutné použít sušení při zvýšené teplotě.

PETŘÍKOVÁ a kol..(2006) se zmiňuje o strojích pro zpracování biopaliva. U stébelnin jsou to sklízecí mlátičky, žací stroje, obrabeče a shrnovače, sběrací lisy, sběrací vozy, sklízecí řezačky, děliče balíků, drtiče, sušárny a tvarovací lisy briket a peletek.

Při sklizni fytomasy s cílem využít ji jako fytopaliva se podle SOUČKOVÉ (2006) používají následující úpravy energetického produktu:

- a) hranolové balíky
- b) řezanka
- c) brikety
- d) pelety
- e) štěpka
- f) polena
- g) kusové dříví
- h) energetické otepi

Dle KOVÁŘOVÉ, ABRHAMA, (2002) z vedlejších produktů posklizňového zpracování, mezi které patří drobný odpad stonků a stébel, pazdeří, pokrutiny atd. lze vyrobit biopelety, brikety především jako standardizované nosiče energie pro automatická topná zařízení s vysokou kulturou vytápění. Sláma obilovin (pšenice, žito, tritikale) se v současné době využívá jako zdroj energie a surovin.

Pro tržní účely, píše ŠNOBL a kol. (2004), musí palivo odpovídat jednotným vlastnostem a požadavkům spalovacího zařízení. U stébelnin převažují obří kvádrové balíky z lisů Hesston o hmotnosti 0,3–0,5 t, s rozměry 1,2 x 1,5 x 2,25 m. Uplatňují se jako jediné palivo či jako přídavek ke komunálnímu odpadu. Balíky válcového tvaru slouží většinou pro vlastní potřebu zemědělských podniků. Další standardní formou jsou slaměné

a dřevní brikety lisované ze suchých materiálů o vlhkosti do 12 %. V případě potřeby dosoušení suroviny, zvýšenou cenou je na domácím trhu obtížně prodejná.

Pro přípravu fytopaliv, hodnotí VÁŇA (2003), je možno zpracovat i vedlejší rostlinné produkty a energeticky využitelné zbytky rostlinné výroby. Je to zejména sláma olejnin a obilnin, kukuřice, rostlinné zbytky po zpracování technických, zejména přadných rostlin. Jako fytopalivo je možné využít různé rostlinné a dřevní odpady z různých činností. Jde o odpady z údržby veřejné zeleně, z údržby krajiny, z lesní těžby, ze zpracování dřeva, z papírenského průmyslu, z obalů, beden, palet a bednění.

2.5. PRODUKČNÍ SCHOPNOST ENERGETICKÝCH ROSLIN

Produkce fytohmoty sledovaných plodin je podle PETŘÍKOVÉ a kol. (2006) statisticky průkazně závislá na průběhu klimatických podmínek v jednotlivých letech a na daných stanovištích. Z hlediska výnosů fytohmoty i z dalších sledovaných ukazatelů pro energetické účely (spalování) jsou z uvedených plodin nejvhodnější ozdobnice čínská, chrastice rákosovitá a křídlatka česká.

NOSKIEVIČ (1996) píše, že mezi výhodné energetické zdroje patří především „sloní tráva“, která pochází z tropických oblastí. Jedná se o víceletou travinu, která ve svých domovských podmínkách produkuje cca 75 tun sušiny ročně na 1 ha, v Evropě dosahují její výnosy po aklimatizaci cca 40 tun. Výhřevnost hmoty je 18,56 MJ/kg. Sklizeň této trávy lze realizovat technickými prostředky určenými pro sklizeň silážní kukuřice a výhodou je, že lze tuto sklizeň provádět celoročně. Další energetickou plodinou je obilní sláma, jejíž produkce je 2,5–5 tun sušiny na 1 ha za rok při výhřevnosti 17,5 až 18 MJ/kg, při podílu popela od 5,3–7,1 %. Topinambury poskytují 9–13 tun biomasy na 1 ha, cukrové proso 9 tun na 1 ha .

Jak uvádí PETŘÍKOVÁ (2001), výsledky s pěstováním energetických rostlin jsou u nás zatím hlavně z pokusných či demonstračních podmínek. Pro spolehlivé zavedení energetických rostlin do praxe je nutné získat výsledky přímo z provozních podmínek. Z tohoto důvodu jsme začali vybrané druhy testovat v různých zemědělských podnicích na různých místech v celé ČR. Z dosud testovaných druhů se osvědčil např. krmný sléz, komonice, čičorka pestrá

Energetická výtěžnost fytomasy jednotlivých plodin podle UŠŤAKA (2000), v průměru let 1992 – 1998 a různých stanovišť VÚRV):

Tab. č. 3 Energetická výtěžnost fytomasy

Rostlina	Spalné teplo (s popelovinami) MJ/kg sušiny	Výnosy suché hmoty t/ha	Energetická výtěžnost GJ/ha
<i>Kulturní málo rozšířené plodiny:</i>			
Konopí seté	18,1	11,5	208
Čirok zrnový	17,6	9,8	173
Čirok cukrový	17,8	10,2	182
Čirok Hyso	17,7	16,6	294
Lnička setá	18,8	3,2	59
<i>Netradiční plodiny</i>			
Křídlatka	19,4	48,6	943
Šťovík krmný	17,8	18,8	335
Sléz Meljuka	17,5	8,5	149
Sléz kadeřavý	17,6	8,8	156
Topolovka růžová	17,6	14,2	250
Mužák prorostlý	18,9	17,3	327
Bělotrň	19,6	14,8	290
Boryt	18,5	10,8	200
Komonice bílá	19,9	14,6	291
Rákos	17,7	13,2	234
<i>Plevelné rostliny na ladem ležících půdách</i>			
Lebeda rozkladitá	17,5	16,4	287
Vratič obecný	18,1	12,9	233

2.6. EKONOMIKA PĚSTOVÁNÍ ENERGETICKÝCH ROSTLIN

PETŘÍKOVÁ a kol. (2006) uvádí, že ekonomická efektivnost pěstování energetických plodin závisí na několika zásadních parametrech:

- náklady na pěstování (přímé a nepřímé náklady)
- náklady na skladování a zpracování,
- výkupní cena biomasy (nepřímé výkupní ceny elektřiny, resp. cena tepla).

Jak konstatují MOUDRÝ, STRAŠIL (1998), ceny slámy i další biomasy energetických plodin jsou nižší než ceny hnědého uhlí, ale náklady na kotle a další přídatná zařízení pro jejich spalování jsou až o sto procent vyšší se zřetelem na potřebné sklady a manipulační techniku. A dále, při přímém tepelném využití obilovin záleží především na výnosu biomasy, méně na kvalitě. Přestože by měla být zachována určitá úroveň výnosu, nemusí se uskutečnit produkční a kvalitativní přihnojení a ušetří se také při ochraně rostlin.

Tab. č. 4 Modelové náklady na pěstování vybraných plodin dle PETŘÍKOVÉ a kol. (2006)

Plodina	Přímé náklady (ha/rok)	Celkové náklady (ha/rok)	Výnosy sušiny – podzim (t/ha)	Celkové náklady (Kč/t/rok)	Výnos sušiny – jaro (t/ha)	Celkové náklady (Kč/t/rok)
Saflor	7 740	10 890	6,0	1 815	-	-
Konopí	12 357	15 452	10,0	1 545	7,0	2 207
Čirok	10 030	13 310	15,0	887	9,0	1 479
Lesknice (5)	4 674	7 824	8,0	978	5,8	1 349
Šťovík (10)	6 601	9 751	10,0	975	-	-
Křídlatka (10)	13 430	17 030	16,0	1 064	10,0	1 410
Ozdobnice (10)	19 430	23 180	15,0	1 545	11,7	1 981
Topinambur	65 000	68 550	30,0	2 285	25,0	2 242

Současné znalosti o ekonomice energetických bylin jsou do jisté míry omezeny vzhledem k velmi malému množství realizovaných ploch, krátkosti pěstování (max. cca 11 let) a ne zcela vyřešené problematice mechanizované sklizně, zpracování, úpravy,

skladování, manipulace a spalování resp. využití, uvádí HAVLÍČKOVÁ a kol. (2007). Při využití dosavadních zkušeností a znalostí s pěstováním a využitím energetických rostlin lze minimální cenu biomasy odhadnout ve výši 90–120 Kč/GJ za předpokladu mechanizované sklizně (náklady na sklizeň Kč/t) a výnosu biomasy v rozmezí 110–160 GJ/ha/rok, při současné cenové úrovni ostatních požadovaných služeb.

Jednoleté plodiny, pěstované k energetickým a průmyslovým účelům, obvykle neznamenají pro zemědělský podnik větší investiční zatížení, protože podnik vlastní potřebnou techniku. Významné je rovněž to, že půda zůstává stále v dobrém stavu pro možný návrat k pěstování plodin pro potravinářské účely. Volba druhu kultury a způsob pěstování náleží k nejdůležitějším veličinám určující kvalitu. Týká se to jak jednoletých, tak i víceletých plodin.

Orientační modelové celkové náklady dle KOVÁŘOVÉ a ABRAHAMA (2002) zahrnující všechny operace pěstování, sklizně a transportu produkce do zemědělského podniku bez skladování. Vycházíme z důsledného rozčlenění nákladů na variabilní (proměnné) a fixní (stálé). Variabilní náklady vznikají bezprostředně při výrobním procesu a jsou přímo úměrné rozsahu výroby. Při ocenění hodnoty produkce energeticko-průmyslových plodin uvažujeme časové období od přípravy půdy a setí do sklizně a odvozu produkce,

2.7. SPALOVÁNÍ FYTOMASY

Dle ŠNOBLA a kol. (2004) je spalování biomasy nejstarší známou termochemickou konverzí biomasy. Při teplotách nad 660 °C dochází k rozkladu organické hmoty na hořlavé plyny, destilační produkty, uhlí a dále k oxidaci na oxid uhličitý a vodu. V daném případě pro spalování nelze využít kotelní zařízení, určená ke spalování uhlí a topeniště musí být k tomuto účelu uzpůsobeno.

PASTOREK (2004) konstatuje, že proces spalování biomasy se ovlivněn mnoha faktory:

- a) vysoký podíl uvolňované prchavé hořlaviny při teplotách nad 200 °C, který může tvořit až 80 % hmotnosti sušiny paliva

- b) dlouhé plameny, které zapříčiňují obtíže při průniku potřebného kyslíku do nich pro dokonalé spálení
- c) relativně dlouhá doba prohořívání spalitelných plynů, která činí 0,5 s až několik sekund a během níž nesmí být plamen nikde a ničím ochlazován, neboť by se tvořily saze
- d) vyšší spotřeba spalovacího vzduchu, než je teoretická potřeba – s ohledem na jeho obtížné promíchávání se spalnými plyny
- e) teploty měknutí, tečení a tavení dřevního popela a popela z biomasy (860 až 1 100 °C)
- f) nízká hustota většiny fytopaliv, zejména slámy, dřevní štěpky, pilin, s výjimkou briket a pelet
- g) určitý podíl popílku s obsahem těžkých kovů, vyžadující speciální nákladné filtry, zejména u topenišť vyšších výkonů
- h) paliva z biomasy s větším obsahem chloru vyžadují uskutečnění zvláštních opatření u parních kotlů, kdy u přehříváků je teplota vyšší než 550 °C (s ohledem na korozi), a dále realizovat vedení spalovacího procesu s ohledem na možnost tvorby chlorovaných aromatických sloučenin.

ANDERT, FRYDRYCH, JUCHELKOVÁ (2005) upozorňují, že při spalování trav v energetických blocích s nedostatečným přívodem kyslíku se dostávají nepříjemné nálepy na stěnách kotle.

Technologie přímého spalování biomasy pracují obvykle s kotlem určeným pro spalování biomasy. Nejčastěji se energie uvolněná v průběhu spalování využije k ohřevu vody, nebo k výrobě páry a tedy tepla. Přeměna tepelné energie na elektrickou energii není u těchto zařízení častá, ovšem při kombinaci zařízení s parní turbínou je možná.

Jak uvádí MOUDRÝ a STRAŠIL (1999), pro spalování biomasy se používají kamna nebo kotle nejrůznějších velikostí, výkonů a systémů. Pro spalování biomasy nelze použít kotelní zařízení konstruovaná na uhlí. Také topeniště kotlů musí být uzpůsobeno druhu a stavu paliva, které bude použito. Na rozdíl od fosilních paliv, které po vytěžení nevyžadují velkých úprav, aby je bylo možno spalovat, je třeba paliva z biomasy většinou upravit (krácení, štípání, sekání, lisování, mletí, sušení apod.). Množství uvolněné energie závisí také na výhřevnosti spalované látky.

Při zahřátí na teplotu přes 200 °C dochází k rozkladu a tvorbě hořlavých plynů. Biomasa hoří dlouhým plamenem, což vyžaduje vhodnou konstrukci topeniště. Do plamene se totiž

musí přivést dostatečné množství vzduchu a musí dojít k jeho promíšení, aby mohly všechny těkavé složky dokonale vyhořet. K tomu je třeba dostatečná teplota (plamen se nesmí příliš ochladit).(MURTINGER 2007)

Dle SOUČKOVÉ (2006) se fytomasa zpravidla spaluje v kotelnách o výkonu 8 - 45 kW (kotle nízkých výkonů pro rodinné domky a objekty s tepelnou ztrátou do 50 kW), 45 – 5000 kW (kotle vysokých výkonů pro spalovny, například pro obecní spalovny). V závislosti na výkonu kotle je dodáván energetický produkt. Na českém trhu je dostatečná nabídka těchto zařízení jak od tuzemských tak i zahraničních výrobců.

2.7.1. Emise ze spalování fytomasy

Při spalování biomasy vznikají stejné základní látky jako při spalování jiných organických paliv. Jedná se především o oxid uhličitý a vodu. V závislosti na vedení a podmínkách spalovacího procesu a na sloučeninách obsažených v biomase vzniká množství dalších látek, které jsou považovány za látky znečišťující. V první řadě jde o oxid uhelnatý, který je produktem nedokonalého spalování. V případě dostatečné teploty spalování a dostatečného množství spalovacího vzduchu je oxid uhelnatý oxidován na oxid uhličitý a jeho emise jsou minimální. Dále se jedná o oxidy dusíku. V případě vysokých teplot, které ale při spalování biomasy nejsou obvyklé, vznikají především termické oxidy dusíku, při teplotách běžných pro spalování biomasy (700 – 900 °C) vznikají především palivové oxidy dusíku, z dusíku obsaženého v palivu. Síra je v biomase obsažena v minimálním množství, a proto emise oxidu siřičitého z jejího spalování jsou velmi nízké; to je jedna z velkých předností. (PASTOREK A KOL.,2004)

Z hlediska ekologie je spalování dřeva příznivé, protože uvolněný CO₂ (102,3 kg/GJ) odpovídá množství, které původní rostlina do sebe přijala během růstu. Emise NO_x jsou kolem 0,027 kg/GJ a jsou tak mnohem nižší než při spalování například zemního plynu (0,170 kg/GJ).

Palivo na bázi fytomasy neobsahuje téměř žádnou síru a emise oxidu siřičitého. Ostatní škodliviny v emisích z biopaliva jsou ve srovnání s emisemi z fosilních paliv příznivější. Problematika emisí CO je velmi rozsáhlá a závažná, jedná se především o problematiku dokonalého spálení fytomasy. Vzhledem k tomu, že uhlovodíky a další neúplně spálené

produkty se chovají stejně jako oxid uhelnatý CO, představuje tato emisní složka významný indikátor kvality spalovacího procesu. Protože topeniště na biopaliva z biomasy jsou obvykle provozována v teplotním rozsahu mezi 800 – 1100 °C, nedochází k další tepelné nebo promptní tvorbě oxidů dusíku, takže jeho emise jsou převážně podmíněny množstvím vzduchu ve spalování. (MALAŤÁK, 2005)

Při spalování nevzniká více oxidu uhličitého, než bylo předtím rostlinami přijato. Biomasa neobsahuje téměř síru (ve slámě je asi 0,1 %, ve dřevě téměř není, nejvíce je v seně do 0,5 %, hnědé uhlí má min. 2 %). Tvorbu oxidů dusíku je možno kontrolovat udržováním optimální teploty plamene. Obsah těžkých kovů v biomase je velmi nízký a se spalinami se do ovzduší nedostane. Určité množství může zůstat v popeli, kterého je oproti uhlí velmi málo (obsah popelovin slámy 5 %, dřeva 0,5 %). Z negativních jevů je to nebezpečí úletu jemného popílku (jsou používány odlučovače a filtry). Při spalování vlhké biomasy existuje nebezpečí vzniku kouře (aromatické uhlovodíky). Proto musí být palivo suché, nebo musí mít čas, aby proschlo, než přijde k místu zapálení. (MOUDRÝ, STRAŠIL, 1998)

ANDERT, FRYDRYCH, JUCHELKOVÁ (2005) uvádí, že při dodržení několika základních kritérií (zajištění granulometrie, kontinuálního dávkování, vhodného poměru jednotlivých druhů alternativních a dalších paliv), lze dosáhnout splnění emisních limitů při energetickém využívání.

3. CÍL PRÁCE

Cílem této diplomové práce je navrhnout rostlinné druhy vhodné pro produkci fyto­masy k energetickému účelům v LFA, zaměřit se na produkční schopnosti vybraných druhů rostlin.

Dílčí cíle:

- 1) Vyhodnotit požadavky na prostředí a produkční schopnost většího souboru energetických rostlin podle údajů od různých autorů
- 2) Vybrat ze základního souboru plodiny pro exaktní pokusy na stanovištích v LFA a získat data z pěstovaných kultur.
- 3) Vyhodnotit biologické, technologické, energetické, ekonomické a environmentální aspekty produkce vybraných druhů rostlin.

4. MATERIÁL A METODIKA

Diplomová práce navazuje na projekt MŠMT 2B06131 Energetické využití fytomasy. Podkladový materiál byl získán jak z výsledků pokusu (rok 2007-2008), tak ze zdrojů citovaných v seznamu použité literatury.

4.1 VÝBĚR ENERGETICKÝCH ROSTLIN PRO LFA

Shrnout literární údaje širšího souboru energetických plodin, získané od více autorů, převážně z ČR a vyhodnotit jejich vhodnost pro pěstování v LFA oblastech podle požadavků na prostředí (půda, pH, klimatické podmínky, vegetační doba, mrazuvzdornost, odolnost proti chorobám a škůdcům,...) a podle produkčních schopností a energetických parametrů (výnos, výška rostliny, spalné teplo, energetická výtěžnost, vlhkost, ztráty opadem,...)

4.2 POLNÍ POKUSY

4.2.1 Plodiny

a) Druh: Lesknice rákosovitá – *Phalaris Arundinacea* L.

Odrůda: Palaton – snáší kyselé i mírně zásadité půdy, netoleruje zasolené půdy, má vynikající odolnost vůči chladu, a proti chorobám a škůdcům

b) Druh: Kukuřice setá – *Zea Mays* L.

Odrůda: 1. LG 22.80 – jedná se o středně raný hybrid k pěstování na siláž, bohatě olistěná rostlina typu stay green, pravidelné nasazení palic s kvalitním ozrněním, tolerantní vůči chladu a suchu, plastický, velmi dobrý zdravotní stav.

2. KWS – Atletico - středně raný silážní dvouliniový hybrid FAO 280, rostliny vyššího vzrůstu, bohatě olistěné, výborná pevnost stébla a odolnost proti kořenovému poléhání, vynikající výnosy silážní hmoty.

c) Druh: Triticale - *Triticosecale Wittm.*

Odrůda: Ticino - polopozdní odrůda, rostliny středně vysoké až nízké, zrno středně velké až malé, odolnost proti napadení padlím travním, rží žita a středně vysoké odolnosti proti poléhání, náchylnost k vymrzání, doporučená pro kombinaci středně vysokého výnosu zrna.

4.2.2 Stanoviště

Pokusné parcely zkoumaných plodin byly založeny na třech stanovištích:

- 1) České Budějovice: pozemek se nachází v nadmořské výšce 380 m, půdní druh zde je písčito-hlinitý, půdní typ kambizem, pseudo-glejová, roční průměrná teplota vzduchu je 7,8 °C, roční průměrný úhrn srážek je 620 mm, pH půdy (KCl) je zde 6,4. Při agrochemickém rozboru půdy podle Melicha byl zjištěno, že obsah fosforu je 190 mg/kg, draslíku 113 mg/kg, hořčíku 123 mg/kg, vápníku 1658 mg/kg a obsah humusu činí 1,8 %.
- 2) Sokolov: tento pozemek leží v nadmořské výšce 570 m, půdní druh zde je jílovitá a má charakter skrývky, jedná se o půdní typ antropogenní, roční průměrná teplota vzduchu je 7,1 °C, roční průměrný úhrn srážek činí 650 mm, půdní reakce (KCl) má hodnotu 6,0. Agrochemický rozbor půdy zaznamenal tyto hodnoty: u fosforu 100 mg/kg, draslíku 170 mg/kg, hořčíku 111 mg/kg, hodnoty u vápníku a obsah humusu nebyl na tomto stanovišti zjištěn.
- 3) Lukavec: pozemek se nachází v nadmořské výšce 570 m, půdní druh je zde písčito-hlinitý, půdní typ je kambizem, roční průměrná teplota vzduchu činí 6,8 °C, roční průměrný úhrn srážek je 686 mm, půdní reakce byla změřena a má hodnotu 6,11. Agrochemický rozbor půd má tyto hodnoty: obsah fosforu 110 mg/kg, draslíku 291 mg/kg, hořčíku 118 mg/kg a obsah humusu je 4,996 %, hodnota vápníku nebyla zjištěna.

4.2.3 Pokusy

4.2.3.1 Metodika obecně

Vybrané plodiny (lesknice, tritikale, kukuřice) byly založeny na výše zmíněných stanovištích. Na každém ze stanovišti byla pokusná parcela rozdělena na čtyři části, neboť se kalkuluje se čtyřmi opakováními (A,B,C,D). Velikost jedné části má rozměry 3 x 30 metrů. Sklizeň plodin probíhala ve třech termínech: před metáním (L), začátkem zimy po prvních mrazech (P), na jaře – do konce března (J). Jednotlivé části parcely byly rozděleny na třetiny (3 x 10 m), které se sklízely v jednotlivých termínech. Sklizená fytomasa jednotlivých třetin parcelky se zvažila, stanovila se sušina, která se potom sloučí dohromady tak, aby součet všech spojených třetin parcelky dal dohromady nejméně 50 kg sušiny materiálu, který se pošle dále (čerstvý resp. nejlépe slisovaný a usušený na požadovanou sušinu) na zpracování na tvorbu pelet a spalování. Pro tvorbu bioplynu bude využit první termín sklizně z důvodu optimálního obsahu vody, pro spalování potom třetí termín sklizně z důvodu nízkého obsahu vody při sklizni a vhodnosti dalších parametrů. Fytomasa kukuřice z třetího termínu sklizně na stanovišti v Lukavci určená na spalování bude nařezána na řezanku nebo budou vytvořeny snopky z celých rostlin a dodatečně odvezena a nařezána. Sklizená fytomasa z třetího termínu sklizně na stanovišti v Lukavci určená pro spalování bude u lesknice a tritikale slisována do malých hranatých balíků a připravena na odvoz a další zpracování.

4.2.3.2 Lesknice rákosovitá

Šířka řádků porostu má 12,5 cm. Optimální hloubka setí je 2-3 cm. Výsevek v čisté kultuře činí 20-25 kg.ha⁻¹ semene. Na podzim před orbou půdy bylo provedeno na všech stanovištích a parcelách jednotné hnojení P,K - 50 kg/ha K a 30 kg/ha P. Na jaře před předseťovou přípravou a potom každý rok na jaře v dubnu se provede hnojení N v dávce 60 kg/ha. Velikost parcel na stanovišti v Českých Budějovicích je 20 x 6 m, 3 opakování (metoda dlouhých parcel). Termín setí byl 17. 4. 2007 a to výsevkem 1,25 kg/360 m, první odplevelování seč proběhla 1. 6., rovněž i postřik proti plevelům byl aplikován v tento den

přípravek Mustang v dávce 0,135 l (doporučená dávka na hektar travin 0,9 l). Druhá odplevelování seč proběhla 2. 8. a třetí 16. 10. 2007. Na stanovišti Lukavec bylo provedeno setí 5. 4. 2007. Postřik proti plevelům byl aplikován 22. 5. a to přípravky Granstar 75 WG (25 g) a Dicopur 750 M (1 l/ha), druhá odplevelovací seč proběhla 19.6. a třetí 2.11. Na pozemku v Sokolově byla lesknice zaseta 24.4.2007.

4.2.3.3 Tritikale

Příprava půdy je stejná jako pro ozimé obilniny. Výsevek bude proveden každoročně nejlépe do konce září. Výsevek 4 mil. klíčivých semen/ha. Hloubka setí 3 – 5 cm. Hnojení P, K není aplikováno. Na podzim nebude použito hnojení N. Po zimě bude provedeno regenerační hnojení N v ledku amonném v dávce 45 kg/ha. Koncem odnožování nebo nejpozději začátkem sloupkování další přihnojení N v močovinně v dávce 45 kg/ha. Byly provedeny dva termíny sklizně oproti metodice. V době počátku mléčné zralosti semene (bioplyn) a v době plné zralosti zrna (spalování). Druhý termín sklizně byl ve formě dělené sklizně (zrno a sláma zvlášť). Termín setí byl na stanovišti v Lukavci 6. 10., v Českých Budějovicích 3.10. a v Sokolově 4.10. 2006. Regenerační hnojení bylo provedeno na všech třech stanovištích 15.3. 2007 pomocí LAV 27,5 % N (45 kg č.ž.) a produkční hnojení proběhlo 26.4. 2007 močovinou (45 kg č.ž.). Oproti metodice proběhly pouze 2 opakování.

4.2.3.4 Kukuřice

Příprava půdy běžná pro kukuřici. Na všech stanovištích a parcelách na jaře před založením porostu vyhnojeno jednotně P 30 kg/ha v superfosfátu a K a 50 kg/ha v draselné soli. Na jaře jednorázově před setím vyhnojeno dusíkem v dávce 150 kg/ha v močovinně (ureastabil). Setí proběhlo při minimální teplotě půdy 6-8 °C přesným secím strojem kolem 100 000 jedinců na ha. Šířka řádku je 75 cm. Parcelku tvoří celkem 6 řádků (dva z každé strany jsou nesklizňové – okrajové). Na stanovišti v Českých Budějovicích proběhlo setí 4.5., v Lukavci 27. 4. a na výsypce v Sokolově 18.5. 2007. Preemergentní ošetření proti plevelům pomocí herbicidu Guardian a Click. Sklizeň stejně jako u trav ve třech termínech. První termín sklizně proběhl v době kdy obsah sušiny byl kolem 30 %

(fytomasa vhodná pro silážování). Druhý termín sklizně byl po prvních mrazících. Třetí proběhl na jaře. Počet parcel byl celkem 4. Sklizňová plocha parcelky je 15 m². U každého hybridu proběhla 4 opakování.

4.3 EKONOMIKA

Z metod zakládání, vedení a sklizně pokusů na sledovaných stanovištích a informacích získaných z provozu byly sestaveny modelové pěstitelské technologie. Byly použity standardní nákladové relace dle Kafky 2006. Při výpočtech byly sledovány následující ukazatele: fixní náklady, variabilní náklady, celkové náklady, příspěvek na úhradu, tržby z prodeje energetického produktu, dotace na pěstování, hospodářský výsledek, rentabilita. Všechny sledované ukazatele byly vyjádřeny jak v Kč na hektar, tak v Kč na 1 tunu produkce. Podrobně byl také hodnocen vliv jednotlivých dotací na náklady produkce. Při kalkulaci bylo počítáno se třemi druhy dotací: jednotná platba na plochu (SAPS), národní doplňková platba k přímým podporám (Top-Up) a dotace na energetické plodiny (EP). Pro rok 2008 stanoveny následující výše jednotlivých dotací: SAPS – 2 791,50 Kč/ha, Top-Up – 1 755,10 Kč/ha a EP – 834 Kč.

5. VÝSLEDKY

5.1 Výběr energetických rostlin vhodných pro LFA

5.1.1 Vyhodnocení požadavků na prostředí trav

Tab. č. 5 Požadavky na prostředí u vybraných druhů trav

Zdroj	Půda	pH	Klimatické podmínky	Choroby a škůdci	Mrazu-vzdornost
Ozdobnice čínská					
Opatrná, Součková (2003)	výživné, hluboké, až mírně vlhké,		slunce, polostín, vyžaduje teplo		mrazu-vzdorná
Moudrý, Stražil (1998)	lehčí strukturní, humózní, písčité, malé či žádné zaplevelení	5,5 – 6,5	teplejší oblasti s vyšším množstvím srážek	značně odolná	1. rok náchylná k vymrznání
Havlíčková a kol. (2007)	humózní, písčité	5,5 – 6,5 (ne nad 7)	teplé oblasti, více srážek	odolná	náchylná k vymrznání 1.rok
Šnobl a kol. (2004)	písčité, strukturní	5,5 – 6,5	teplejší oblasti s vyššími srážkami	méně častá ochrana	
Holub (2007)	lehčí, ne podmáčené	5,0 – 6,5	teplejší oblasti do 700 m.n.m.	odolná	
Lesknice rákosovitá					
Procházka (1995)	těžší, bohatá na živiny	4,0 -7,5	nižší polohy s dostatkem vody	odolná	mrazu-vzdorná
Steinbach (2002)			V pobřežních rákosinách tekoucích vod a jezer		
Opatrná, Součková (2003)	humózní, hlinitojílovitá		slunná, teplá stanoviště,		mrazu-vzdorná
Moudrý, Stražil (1998)	těžké, bohatá zásoba živin	4,0 –7,5	odolná vůči drsným KP	bez-problémová	odolná
Petříková a kol. (2006)	živná	optimum kolem 5	dostatek vody	nečiní problémy	odolná

Srha laločnatá					
Procházka (1995)	střední až lehčí, hlinitá, středně vlhká s dostatkem N	5,0 – 7,0	vlhké	odolná	zimo-vzdorná
Steinbach (2002)	mírně suché až vlhké, výživné		náchylná na sucho		
Demela (1976)	střední až lehčí		dobře snáší sucho	plíseň dusivá, sněžná	bez-problémová
Šantrůček (2001)	vlhké, písčitohlinité, hlinité, humózní,	6 i slabě kyselé			odolnost k vyzimování
Ovsík vyvýšený - <i>Arrhenatherum elatius</i> L					
Procházka (1995)	lehčí až střední	neutrální až alkalické	sušší a teplejší polohy	odolný	
Steinbach (2002)	výživné půdy		suché až slabě vlhké podmínky		
Opatrná, Součková (2003)	písčitohlinité, nenáročný na živiny		slunce, polostín, ne příliš sucho		mrazu-vzdorný
Demela (1976)	střední až lehčí	neutrální	mírnější, teplejší polohy,		
Petříková a kol. (2006)	suché, kypré, teplé, bohaté na živiny, s dostatkem Ca		mírnější klima, nesnáší drsnější podmínky	středně odolný	

Ze zjištěných údajů je zřejmé, že nároky na půdu jsou u uvedených travních druhů poměrně vysoké, v podstatě všechny druhy vyžadují půdu dobře živenou s dostatečnou zásobou vody. Největší toleranci k půdní reakci ze zkoumaných trav vykazuje lesknice rákosovitá a to hodnotami 4,0 – 7,5, naopak nejnižší toleranci k pH potom ozdobnice čínská 5,5 – 6,5. Nejnáročnější trávou co do klimatických podmínek je bezpochyby ozdobnice čínská, která vyžaduje teplejší oblasti s vyšším množstvím srážek, následuje ovsík vyvýšený, kterému se daří rovněž v teplejších polohách, ale s nižšími nároky na vláhu. Jako nejodolnější trávu vůči klimatickým podmínkám lze označit lesknici rákosovitou, která dobře zvládá drsnější klimatické podmínky, o čemž svědčí dle MOUDRÉHO, STAŘILA (1998) její rozšíření v přirozených travních porostech do horských oblastí. Choroby a škůdci uvedeným travám nečiní převážně větší problémy, a

dá se tedy říci, že toto kritérium nemůže limitovat jejich pěstování v LFA oblastech. Zvýšenou náchylností k vymrzání netrpí žádný z uvedených druhů až na ozdobnici čínskou, která je v prvním roce po výsadbě k vymrzání náchylná.

5.1.2. Vyhodnocení produkčních a energetických schopností trav

Tab. č. 6 Produkční a energetické schopnosti vybraných druhů trav

Zdroj	Výnos sena (t/ha)	Výška rostliny (cm)	Energetická výtěžnost (GJ/ha)	Spalné teplo (GJ/t)	Vlhkost (%)	Ztráty (%)	Obsah popela (%)
Ozdobnice čínská							
Šnobl a kol. (2004)	15 - 20		285 - 380	19,06		30 - 40	
Moudrý, Stražil (1998)	15 (30-intenzivní)		268,3	17,887		30 - 40	
Havlíčková (2007)	2.rok: 10 3.a další roky: 20 - 25	kolem 200				30 - 40	
Petříková a kol. (2006)	průměr 15		190 - 380	kolem 19	24 (únor)	Až 30	2 - 3
Šnobl, Pulkrábek (2005)	15	100 - 300	208,3	17,9			
Holub (2007)	15 - 18	400	285 - 342	19,0			
Lesknice rákosovitá							
Procházka (1995)	5 -7, při závlaze i 20 sušiny	i přes 200					
Steinbach (2002)		až 200					
Moudrý, Stražil(1998)	5,3 – 12,6	přes 200			12 - 20	25	
Havlíčková (2007)	5,3 -12,6	přes 200	60,9 – 83,7	17,52	12 – 20 (jaro)		
Petříková a kol. (2006)	7,1 – 9,4	přesahuje 200	125 - 165	17,52	po zimě 12 – 20	22,5	
Šnobl (2004)	4,5 - 9	i 200			12 – 20 (po zimě)	25	

Srha laločnatá							
Procházka (1995)	Až 8	80 - 120					
Steinbach (2002)		50 -120					
Demela (1976)	100 i více, 5 – 6	70 - 110					
Šantrůček (2001)	13,2 (třísečné) 10,2 (pětisečné)						
Ovsík vyvýšený							
Procházka (1995)	5	50-150					
Steinbach (2002)		50 -150					
Demela (1976)	4 - 6	150 a více					
Havlíčková (2007)	3,37 -4,31		52 – 66,5	15,4			
Petříková (2006)	7 – 9				kolem 20 %		

Největší výšky dosahuje ozdobnice čínská spolu s lesknicí rákosovitou, kolem 2 m. S výškou rostlin úzce souvisí i výnos a tak největšího výnosu suchého sena z uvedených trav dosahuje ozdobnice čínská hodnotou v průměru 15 t/ha, tato hodnota může být proměnlivá v závislosti na klimatických podmínkách či intenzitě pěstování. Z produkčního hlediska ještě ucházejících výnosů dosahuje lesknice rákosovitá (kolem 10 t/ha). Z důvodu nedostatečných informací v oblasti energetiky u srhy říznačky, nelze tuto plodinu jednoznačně vyhodnotit. Dá se však předpokládat, že hodnoty spalného tepla a energetické výtěžnosti nebudou daleko od hodnot u ovsíku vyvýšeného. Z energetického hlediska nejvýhodnější se jeví ozdobnice čínská která dosahuje energetické výtěžnosti přes 200 GJ/ha. Hodnoty spalné teplo bude obtížné vyhodnotit, neboť jsou zde značné rozdíly v rámci jedné plodiny, a to zřejmě z důvodu různého obsahu vody při měření. Ztráty na výnosu rostliny jsou uvedeny v procentech jako rozdíl výnosu při sklizni na podzim a časně z jara. Nejvyšších ztrát dosahuje ozdobnice hodnotou 30 – 40 %.

5.1.3 Vyhodnocení požadavků na prostředí vytrvalých energetických rostlin

Tab. č. 7 Požadavky na prostředí u vybraných vytrvalých energetických plodin

Zdroj	Půda	pH	Klimatické podmínky	Mrazuvzdornost	Choroby a škůdci	Vegetační doba
Šťovík Uteuša						
Havlíčková a kol. (2007)	i kamenité a chudší půdy		nížiny i nižší polohy	odolný		
Petříková a kol. (2006)	nenáročný (ne zamokřené)	ne pod 5	nenáročný	odolná vůči vymrzání	celkem odolný	
Ušťak (2002)	bez větších nároků		i horší podmínky		ochrana proti dřepčíku a zlatohlávku	
Šnobl a kol. (2004)	nemá vyhraněné nároky	-	nížiny i vyšší polohy	odolný proti vymrzání		
Topinambur hliznatý						
Moudrý, Stražil (1998)	i horší nebo lesní		chladnější, sušší i vlhčí klima	hlízy až – 30	vysoká	4 – 8 měsíců
Petříková a kol. (2006)	nenáročná	i kyselé	vlhké i suché, chladnější klima	velmi odolná	podléhá minimálně	4 – 8 měsíců
Minx, Diviš (1994)	minimální požadavky		podhorské a horské oblasti	snáší i silné mrazy	dobrá	
Diviš a kol. (2000)	nenáročný		xerofyt, mezofyt	- 3 až – 5 (nat')	odolný	
Křídlatka						
Moudrý, Stražil (1998)	mokrá, živná, nevápenitá, kamenitá		nížiny až podhorský stupeň	citlivá na jarní nebo podzimní mrazy	podléhá minimálně	8 měsíců
Petříková a kol. (2006)	hlubší, mokrá, bohatá na živiny	4 - 8	i chladnější oblasti	pouze mladé rostliny jsou citlivé	zanedbatelný rozsah výskytu	8 měsíců

Šnobl a kol. (2004)	živné i kyselé	neutrální	mírné pásmo	citlivé mladé rostliny	odolná	8 měsíců
Sladký (1998)	hlubší, živné, dostatečně vlhké	4 – 8 (opt 7)	mírné pásmo	odolná proti vymrzání	odolná proti chorobám a plísním	

Z uvedených plodin klade na půdu největší požadavky křídlatka, která preferuje živné půdy naopak šťovík a topinambur mají na půdu minimální požadavky. Na půdní reakci je nejméně náročná křídlatka která snese rozpětí od 4,0 do 8. Z hlediska klimatických podmínek jsou všechny uvedené druhy tolerantní k horším, resp. chladnějším oblastem. S odolností proti vymrzání je na tom nejhůře křídlatka, u které jsou mladé rostliny citlivé na jarní nebo časně podzimní mrazíky. O chorobách a škůdcích u výše sledovaných rostlinách se mluví jen ojediněle a proto jim nepřikládám větší význam.

5.1.4 Vyhodnocení produkčních a energetických schopností vytrvalých energetických rostlin

Tab. č. 8 Produkční a energetické schopnosti vybraných vytrvalých energetických plodin

Zdroj	Výnos sena (t/ha)	Výška (cm)	Obsah popela (%)	Energetická výtěžnost (GJ/ha)	Vlhkost (%)	Spalné teplo (GJ/t)	Ztráty (%)
Šťovík Uteuša							
Havlíčková (2007)	14,2 – 16,2	150 - 200		258 - 295		18,1	
Petříková (2006)	8 - 12	220 - 280			do 25 červenec		
Šnobl (2004)	10 - 20	150 - 200	1,85	168 - 335	12,5	16,77	
Ušťak (2002)	14 - 16	200 - 260					25 - 40
Topinambur hliznatý							
Moudrý, Strašil (1998)	hlízy: 15 – 30 zel.hmota 35 – 100	50 - 250					

Petříková a kol. (2006)	8,9 -14,3	50 - 250		145 – 235	19 (jaro)	16,38	46
Minx, Diviš (1994)	25 – 50 (zelená hmota)	200 - 300					
Jůzl (2000)	hlízy (15 – 50 nadzemní hmota 25 – 100)						
Křídlatka							
Havlíčková (2007)	30 - 54	I 300		546 - 983		18,2	
Petříková a kol. (2006)	20 – 25 (třetí a další léta)		5 - 7	368 - 460	67 podzim a 23 jaro	18,402	30 - 40
Šnobl (2004)	30 – 40 (podzim)	200 – 500		516 - 688	12 – 16 (konec zimy)	17,2	
Sladký (1998)	30 – 40 (podzim)	200 – 500		až 580	8 – 12 (max. 16)	16,57	
Šnobl, Pulkrábek (2005)	20,4	300		397,2		19,4	

Největší výšky z uvedených druhů přes 3 metry dosahuje křídlatka,. Pochopitelně tedy i prvenství ve výnosech bude patřit křídlatce, a to hodnotami od 20 t/ha. Rovněž energetické parametry mluví ve prospěch křídlatky, spalné teplo se pohybuje za hranicí 18 GJ/t a energetická výtěžnost tak dosahuje neuvěřitelných hodnot, i přes 500 GJ/ha. Největších ztrát dosahuje topinambur, hodnoty dosahují téměř 50 %, což je podle různých autorů bráno jako práh využitelnosti. Vlhkost sklizené fytomasy je nejpříjemnější u šťovíku, kdy již v červenci je jeho vlhkost do 25 %. Obsah popela vykazuje nejvyšších hodnot u křídlatky, a to 5 – 7 %.

5.1.5 Vyhodnocení požadavků na prostředí u vybraných jednoletých energetických rostlin

Tab. č. 9 Požadavky na prostředí u vybraných jednoletých energetických plodin

Zdroj	Půda	pH	Klimatické podmínky	Choroby a škůdci	Klíčení (°C)	Suma teplot (°C)	Průměrná denní teplota (°C)
Kukuřice							
Steinbach (2002)	písčítá, jílovitá		teplé a vlhké oblasti	nutná ošetření			
Vrzal (1995)	hlinité, hluboké,		dostatek vláhy		25 - 28	1700 - 3200	13,5 – 17,5
Šašková (1993)	hluboké, provzdušněné, s humusem a Ca	5,5 – 7,2	vlhko	moření osiva			
Velich (1994)	střední až těžší			zavíječ kukuřičný	8 – 10 min.		13
Šnobl, Pulkrábek (2005)	ne těžké a chladné půdy		jižní expozice, teplomilná	vhodné moření osiva	7 - 8		
Tritikale							
Zdroj	Půda	pH	Klimatické podmínky	Choroby a škůdci	Klíčení (°C)	Suma teplot (°C)	Mrazu-vzdornost
Procházka (1992)							nižší
Diviš a kol. (2000)		snáší i kyselé	i nepříznivé podmínky	plíseň sněžná (po žitě)			zimo-vzdorná
Matějková a kol. (2007)	nižší nároky než pšenice	i kyselejší	bramborářské oblasti	fusariózy (vzcházení), plíseň sněžná (moření)			nižší mrazu-vzdornost ve vyšších polohách
Petr a kol. (1997)	tolerance k horší půdě	i nižší	tolerantní k nepříznivým podmínkám	dobrá odolnost			

Konopí seté							
Moudrý, Stražil (1998)	úrodné, hluboké, hlinité, písčito- hlinité, hnojené	ne kyselé	teplejší oblasti, dostatek vláhy na počátku růstu	poměrně odolná		2200 – 2800	mladé rostliny snáší slabší mrazíky
Šnobl, Pulkrábek (2005)	hlubší	neutrální až slabě zásadité	až do 450 m	odolné	7 - 8	1800 – 2000	- 6 °C
Havlíčková (2007)	značně náročné	neutrální	náročná na vodu				citlivější
Petříková a kol. (2006)	dobře vyhnojené zásobené humusem	nesnáší kyselé	chladnější podmínky – nižší výnosy	poměrně odolné			citlivější než len
Čirok							
Moudrý, Stražil (1998)	nenáročná		odolné vůči suchu, šetří vodou	drátovci, osenice, sněti		2500	
Petříková a kol. (2006)	nenáročná, strukturní		odolný proti suchu, náročná na teplo	sněti – moření osiva		2500	
Stražil (1999)	poměrně nenáročná, strukturní		šetří vodou, odolnost proti suchu	pozdější období - mšice		2500	
Petr a kol. (1997)	nemá vyhraněné nároky		teplomilná rostlina				nižší

Z uvedeného vyplývá, že největší nároky na půdní vlastnosti kladou konopí a kukuřice, naopak čirok a tritikale jsou více tolerantní. U půdní reakce má jen konopí problém s kyselými půdami. Na teplejší klimatické podmínky má největší požadavky čirok, neboť je to teplomilná rostlina, podobně je na tom konopí, ale to je na druhou stranu snadněji přizpůsobivé. Jako nejvhodnější plodinou s reakcí na mráz se jeví tritikale. S odolností proti chorobám a škůdcům vychází nejlépe konopí. Osivo tritikale a kukuřice je nutno mořit. U kukuřice se problém, jak s nižší mrazuvzdorností tak odolností proti chorobám a škůdcům, dá snadno vyřešit vhodnou volbou hybridu.

5.1.6. Vyhodnocení produkčních a energetických schopností u vybraných jednoletých energetických rostlin

Tab.10 Produkční a energetické schopnosti u vybraných jednoletých energetických plodin

Zdroj	Výnos sena (t/ha)	Výška (cm)	Vlhkost (%)	Energetická výtěžnost (GJ/ha)	Spalné teplo (GJ/t)	Popel (%)	Ztráty (%)
Kukuřice							
Steinbach (2002)		150 - 250					
Opatrná, Součková (2003)	okolo 13	Až 300					
Šašková (1993)	6 - 11	100 – 300 některé hybridy i 500					
Šnobl, Pulkrábek (2005)	5,5			79,2	14,4		
Velich (1994)	12 – 15 (sušina) 35 – 46 (zelená hmota)						
Tritikale							
Šašková (1993)		70 - 150					
Havlíčková (2007)	9,4 – 13,2			171 - 240	18,5 – 19,0		
Šnobl, Pulkrábek (2005)	3,52 – 4,88 (zrno)	120		68,4	15,2		
Strašil, Šimon (2007)	12,5 – 13,5		Do 18	186	17,5		
Konopí seté							
Moudrý, Strašil (1998)	stonky: 2,5 – 9,4 Semeno: 0,7 – 1,1	200 - 400		62 - 197	Sláma: 18,06 Semeno: 24,62		

Havlíčková (2007)	9,8 – 12,6	200 (i 400)		178 - 229	18,1 (sláma), semeno víc		
Petříková a kol. (2006)	7 - 10	Kolem 200		130 - 180	18,06		
Šnobl, Pulkrábek (2005)	10,5	200		190	18,1		
Čirok							
Moudrý, Strašil (1998)	8,3 – 19,9	100 - 300		146 - 350	17,59		
Petříková a kol. (2006)	9,4 – 26,6	300 a více	66 - podzim, 42 - jaro	168 - 476	17,91		Až 50
Strašil (1999)	3,1 - 31	Kolem 300		55 - 550	17,89		
Šnobl, Pulkrábek (2005)	9,8			101,9	17,6		

U uvedených plodin jsou průměrné výnosy poměrně vyrovnané. Při vhodných podmínkách největších výnosů dosahuje čirok a kukuřice. Problém s vlhkostí se projevuje u čiroku, neboť i při jarní sklizni hodnota neklesla ani pod 40 %. Spalné teplo nejvyšších hodnot bylo zjištěno u konopí. Energetické výtěžnosti jsou nejpříjemnější u čiroku a konopí. Čirok také dosahuje nejvyšších hodnot v procentuálním vyčíslení ztrát, které při sklizni časně zjara dosahují až 50 %.

5.1.7. Diskuse ke kapitole 5.1 Výběr energetických rostlin vhodných pro LFA

Podle zjištěných údajů lze z trav navrhnout pro pěstování v LFA lesknici rákosovitou, a to hlavně pro svůj vysoký výnos, svoji odolnost vůči drsným klimatickým podmínkám, i pro odolnost proti chorobám a škůdcům. Srha říznačka ani ovsík vyvýšený nedosahují dostatečného výnosového potenciálu, aby byly ekonomicky zajímavé. Podle HOFBAUERA (2008) by měl roční výnos suché hmoty odpovídat zhruba 12 t/ha, aby pěstování bylo ekonomické. Z hlediska ekonomické efektivity, doplňují STRAŠIL a

ŠIMON (2007), je však nutné, aby produkce suché hmoty těchto rostlin 1 ha činila alespoň 15 tun. Ozdobnice sice tento potenciál splňuje, ale nebyl by dosažitelný právě v podmínkách LFA oblastí. Proti volbě ozdobnice mluví podle PETŘÍKOVÉ a kol. (2006) také to, že prvním rokem po založení porostu může za nepříznivých podmínek přes zimní období vymrznout. Další nevýhodou, uvádí ještě, jsou vysoké náklady při založení porostu (sadbě).

Z vytrvalých rostlin lze bez výhrad doporučit pro pěstování v LFA šťovík Uteuša, neboť splňuje všechna kritéria podmiňující jeho využití jako energetickou plodinu v těchto oblastech. Pro fytoenergetiku je důležité, že tato plodina (šťovík) ukončí vegetaci rychle a vysychá „na kořenu“ již uprostřed léta. Je to jedna z mála energetických plodin, kterou lze sklídit již v červenci v suchém stavu (25% W). Navíc má sklizená vynikající vlastnosti jako biopaliva a svou kvalitou se přibližuje dřevní štěpce, uvádí PETŘÍKOVÁ a kol. (2006). Při pěstování této plodiny, upozorňuje HOFBAUER (2008), je určitým problémem rozšiřování se semeny do okolí, proto nesmí být šťovík vyséván na okrajích honů u cest a lesa, aby se zamezilo nekontrolovanému rozšiřování do okolí. Topinambur i křídlatka také splňují kritéria, která by je mohla zařadit do osevních postupů v LFA, existují ale určité výhrady, konkrétně křídlatky pro svoje časté zplaňování, agresivitu a rychlé nekontrolovatelné šíření jsou v mnoha evropských zemích i u nás vedeny jako invazní plevel, komentuje UŠŤAK (2002). Co se týče křídlatky, doplňuje HOFBAUER (2008), je potenciál výnosů vysoký ale z důvodů tvorby lehkých a klíčivých semen nelze tuto invazní plodinu doporučit. Právě tvrzení různých autorů, že je možno křídlatku sklízet od podzimu do jara – nejlépe na umrzlém povrchu – podporuje šíření této nebezpečné invazní plodiny. U topinamburu zůstává problémem likvidace porostu, kdy při změně kultury se může topinambur stát nepříjemným plevelem, uvádějí MINX a DIVIŠ (1994), přesto však půdní a klimatické podmínky našich podhorských a horských oblastí jsou vhodné pro pěstování topinamburu, doplňují. Dalším důvodem, který může odradit pěstitele od volby topinamburu, jsou současné náklady na pěstování, které se dle PETŘÍKOVÉ a kol. (2006) odhadují na 68 550 Kč/ha.

Z jednoletých plodin bych do oblastí LFA navrhl tritikale. Tento návrh potvrzuje DIVIŠ a kol. (2000), kdy píše, že tritikale je vhodnou energetickou plodinou v marginálních oblastech, kde se uvažuje s produkcí tritikale pro spalování. Jak uvádí ŠNOBL a

PULKRÁBEK (2005), tritikale je vhodné do okrajových oblastí pěstování ozimé pšenice, především v bramborářských oblastech. Ve vyšších polohách limituje jeho pěstování nižší mrazuvzdornost. Po zvolení vhodného hybridu lze do oblastí LFA navrhnout i kukuřici. Čirok z důvodu vysokého obsahu vody v rostlinách i po zimě a velkých ztrát fytomasy přes zimní období není příliš vhodný pro přímé spalování, hodnotí PETR a kol. (1997). Právě pro svůj obsah vody i v pozdějších termínech sklizně je čirok vhodnější pro výrobu bioplynu, doplňuje STRAŠIL a ŠIMON (2007). Na základě dvouletých výsledků konstatují STRAŠIL a SKÁLA (1996), že rostliny rodu čirok určené pro spalování lze pěstovat v teplejších oblastech ČR, kde dává více než 15 tun sušiny z hektaru, což je množství, které je považováno jako spodní hranice ekonomické rentability rostlin pěstovaných na hmotu určenou pro spalování. Velkou nevýhodou konopí je, že se nedá sklízet běžnou zemědělskou mechanizací. Na sklizeň je nutné použít upravenou zemědělskou techniku nebo speciálně vyvinuté stroje, upozorňuje PETR a kol. (1997). S tímto tvrzením souhlasí DIVIŠ a kol. (2000) a doplňuje, že v současné době se pěstování konopí stalo spornou plodinou a to pro svůj obsah omamných látek a možnosti jejich zneužití pro výrobu drog. K tomu ale podotýká, že se při tom zapomíná, že se pro průmyslové využití používá konopí seté, které má velmi nízký obsah omamných látek.

5.2. VÝSLEDKY POKUSŮ S VYBRANNÝMI PLODINAMI V LFA

5.2.1 Pokusy s lesknicí rákosovitou

Lesknice byla vyseta a následně ošetřována tak, aby se zamezilo jejímu zaplevelení a byla tak připravena na plné produkční využití v následujícím roce i dalších letech. V Lukavci byly navíc oproti metodice v roce založení porostů stanoveny výnosy fytomasy trávy při odplevelujících sečích u lesknice 3,52 t/ha přepočtený na sušinu. Na stanovišti v Sokolově, kde byly plodiny založeny na výsypce, z důvodu velkého sucha na začátku vegetace i v dalším období velmi špatně vzešly porosty trávy. Bylo dohodnuto, že se výsevek bude opakovat na podzim letošního roku nebo na jaře příštího roku. V důsledku pokračujícího sucha a tím i nízkého obsahu vody v půdě na výsypce i na podzim bylo dohodnuto, že špatně vzešlé porosty trav budou zaorány a tráva na tomto stanovišti bude zasetá znovu na jaře příštího roku. V roce založení porostu se fytomasa nesklízela. Při výskytu plevelů v prvním roce byly použity dvě odplevelující seče. Při případném dalším výskytu plevelů v následujících letech se v krajním případě mohou použít herbicidy.

5.2.2 Ekonomika pěstování lesknice rákosovité

Při zpracování nákladů na pěstování lesknice byla použita varianta, kdy byl porost založen na deset let. Pro potřebu srovnání a následného vyhodnocení byly vypracovány dvě možnosti pěstební technologie. První z nich je pěstování lesknice pro podzimní sklizeň (P) a druhá pro jarní sklizeň (J). Na základě zjištěných údajů od různých autorů bylo při výpočtech podzimní sklizně počítáno s průměrným výnosem sušiny 9 t/ha o obsahu vody 22 % a u jarní sklizně s výnosem sušiny 7 t/ha o obsahu vody 16 %.

U ekonomického vyhodnocení pro jednotlivé termíny sklizně byly vypracovány ještě dvě varianty, jedna bez použití dotací a druhá se započítáním dotací do tržeb. Pro rok 2008 je možné čerpat na lesknici rákosovitou všechny tři dotace uvedené v metodice. Aby bylo možné vyjádřit hospodářský výsledek a rentabilitu pěstování, byla stanovena tržní cena upravené fytomasy na 1 000 Kč/t.

Tab. č. 11 Pěstební technologie lesknice rákosovité při založení porostu na 10 let

Operace	Variabilní náklady (Kč/ha)	
	Podzimní sklizeň (P)	Jarní sklizeň (J)
Likvidace plevelů	90,3	83,7
Předseťová příprava (orba, podmítka, vláčení, válení)	163,6	163,6
Založení porostu (setí, válení)	116,8	116,8
Hnojení (N, P, K, statková hnojiva, vápnění)	1 906,5	1193,3
Sečení + obracení	517	343
Lisování, odvoz a uložení balíků do skladu	1 257	1 257
Úklid po sklizni + mulčování	572,5	112,5
Celkem	4 624	3 270

Tab. č. 12 Ekonomické vyhodnocení pěstování lesknice rákosovité

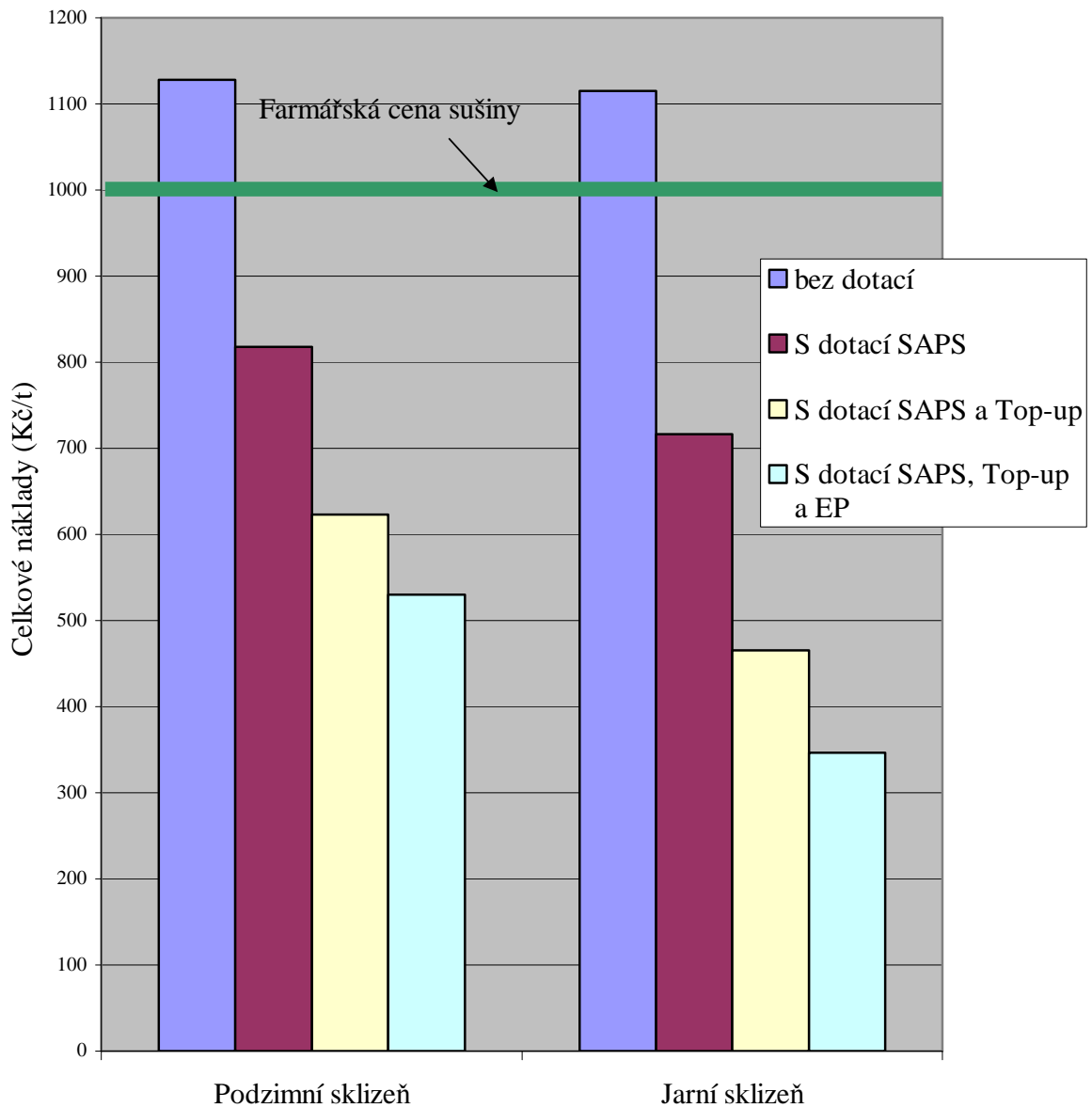
Ekonomický ukazatel	Na 1 ha				Na 1 t			
	P		J		P		J	
	S dotací	Bez dotace	S dotací	Bez dotace	S dotací	Bez dotace	S dotací	Bez dotace
Tržní produkce v Kč	9 000		7 000		1 000		1 000	
Dotace v Kč	5 380	-	5 380	-	598		769	
Tržní produkce + dotace celkem v Kč	14 380	-	12 380	-	1 598		1 769	
Variabilní náklady celkem v Kč	4 624		3 270		514		467	
Příspěvek na úhradu v Kč	9 756	4 376	9 110	3 730	1 084	486	1 301	533
Normativní fixní	3 300		2 800		367		400	

náklady v Kč								
Technologické náklady v Kč	6 855		5 008		762		715	
Technologický příspěvek na úhradu v Kč	7 525	2 145	7 372	1 992	836	238	1 053	285
Celkové náklady v Kč	10 155		7 808		1 128		1 115	
Hospodářský výsledek v Kč	4 225	-1 155	4 572	-808	470	-128	654	-115
Rentabilita v %	41,6	-	58,6	-	-		-	

Tab. č. 13 Vliv dotací na snížení nákladů na pěstování lesknice rákosovité

Ukazatel	Měrná jednotka	Lesknice rákosovitá	
		Podzimní sklizeň	Jarní sklizeň
Výnos fytomasy	t/ha	9,0	7,0
Celkové náklady (bez dotací)	Kč/ha	10 155	7 808
	Kč/t	1 128	1 115
Dotace SAPS	Kč/t	310	399
Náklady po odečtení dotací SAPS	Kč/t	818	716
Dotace Top-up	Kč/t	195	251
Náklady po odečtení SAPS a Top-up	Kč/t	623	465
Dotace na EP (energetické plodiny)	Kč/t	93	119
Náklady po odečtení SAPS, Top-up a EP	Kč/t	530	346

Graf.1 Náklady na 1 t energetické produkce lesknice rákosovité



Ze zjištěných výsledků při výkupní ceně upravené fytomasy 1 000 Kč je ekonomicky přijatelné pěstovat lesknici rákosovitou pro energetické účely jen případně využití dotací. U obou variant pěstování sníží dotace náklady na tunu produkce u podzimní sklizně o 53 % a u jarní sklizně o 69 %. Dotace tak výrazně ovlivňují výši zisku a tak i rentabilitu. Vyššího

hrubého zisku vztaženého na hektar dosahuje varianta jarní sklizně a to hodnoty 4 572 Kč se započítáním dotací oproti podzimní sklizni o výši zisku 4 225 Kč. Rentabilita celkových nákladů lépe vychází pro jarní sklizeň, kdy pro variantu s dotacemi dosahuje hodnoty 58,6 % oproti 41,6 % při podzimní sklizni. U podzimní sklizně u varianty bez dotací by pro dosažení nulové rentability bylo zapotřebí výnosu o hodnotě 10,16 t/ha, při konstantních nákladech anebo zvýšení výkupní ceny upravené fytomasy na 1 128 Kč/t. U jarní sklizně u varianty bez dotace by výnos musel činit 7,8 t/ha nebo zvýšení ceny fytomasy na 1 116 Kč/t.

5.2.5 Pokusy s tritikale

Porost tritikale byl na stanovišti v Českých Budějovicích založen v agrotechnickém termínu při optimální vlhkosti půdy. Ihned po zasetí se dostavilo několik dešťových přeháněk, což vytvořilo vhodné podmínky pro klíčení a vzcházení. Určitým problémem byly časté nálety ptactva (havranů), avšak k výraznějšímu poškození nedošlo a mezerovitost porostu byla pouze ojedinělá. Navíc již v podzimním období začaly rostliny odnožovat, tudíž před zimním obdobím bylo možné porost hodnotit jako vyrovnaný a v optimální růstové fázi i vývojové etapě, dobře připraven k přezimování.

Průběh počasí během zimy (bez sněhové pokrývky) nebyl pro přezimování ideální, avšak z důvodu nadprůměrných teplot nedošlo k poškození porostu. Jarní počasí v měsíci březnu umožnilo provést regenerační hnojení v polovině tohoto měsíce. Průběh počasí v následujících měsících lze hodnotit uspokojivě, na rozdíl od předcházejícího roku se tropické teploty v měsíci květnu nedostavily. Poměrně příznivé teploty i srážky v tomto měsíci daly základ optimálnímu počtu zrn v klase. Tvorbu zrna a zrání urychlily tropické teploty v měsíci červnu.

Tab. č. 14 Výsledky pokusů na stanovišti v Českých Budějovicích

		1. termín sklizně	2. termín sklizně	
		Celá rostlina	Zrno	Sláma
Sušina (%)	1. opakování	44	87	85
	2. opakování	48	85	85
Průměr sušiny (%)		46	86	85
Výnos (t/ha)	1.opakování	14,02	5,91	8,51
	2.opakování	12,94	5,25	9,23
Výnos průměr (t/ha)		13,48	5,6	8,87

Tab. č. 15. Průměrné výnosy sušiny fytomasy (t/ha) a sušina fytomasy při sklizni (%) na všech stanovištích za rok 2007.

Plodina	Termín sklizně	Stanoviště					
		Lukavec		České Budějovice		Sokolov	
		Sušina (%)	Výnos sušiny (t/ha)	Sušina (%)	Výnos sušiny (t/ha)	Sušina (%)	Výnos sušiny (t/ha)
celá rostlina	zač. mléčné zralosti	44	12,42	46	13,48	60	13,20
Zrno	plná zralost	90	5,05	86	5,60	82	2,71
Sláma		88	8,58	85	8,87	82	5,52

5.2.4 Ekonomika pěstování ozimého tritikale

Pro ekonomické vyhodnocení byly použity data z druhého termínu sklizně, tj. při dělené sklizni. Při těchto propočtech se uvažuje s tržní produkcí obou produktů, tedy zrna i slámy. Modelové ekonomické vyhodnocení bylo provedeno pro dvě varianty. U varianty A bylo počítáno s průměrným výnosem ze stanovišť České Budějovice a Lukavec, neboť pro obě stanoviště byl výnos podobný. Průměr tedy činí u výnosu zrna 5,3 t/ha a u výnosu slámy 8,73 t/ha. Pod variantou B bylo počítáno se získanými výnosy ze stanoviště Sokolov.

Výnosy na tomto stanovišti byly podstatně nižší a dosahovali hodnot u zrna 2,71 t/ha a u slámy 5,52 t/ha.

U obou variant byly vypracovány další dvě varianty, jedna bez použití dotací a druhá se započítáním dotací do tržeb. Pro tritikale lze využít pouze dotaci SAPS a Top-up, které mají dohromady hodnotu 4 546 Kč/ha. Pro vyjádření hospodářského výsledku a rentability pěstování byly na základě zjištěných údajů stanoveny výkupní ceny, za zrno je to 4 000 Kč/t. a za slámu pro spalování 1 000 Kč/t.

Tab.č. 16 Pěstební technologie ozimého tritikale

Operace	Variabilní náklady (Kč/ha)
Likvidace plevelů	1 011
Předseťová příprava (orba, podmítka, vláčení, válení)	1 687
Založení porostu (setí, válení)	1 786
Hnojení (N, P, K, statková hnojiva, vápnění)	7 008
Ošetření proti chorobám	357
Sklizeň a posklizňová úprava zrna	1 223
Lisování, odvoz a uložení balíků do skladu	610
Celkem	13 682

Tab. č. 17 Ekonomické vyhodnocení pěstování ozimého tritikale

Ekonomický ukazatel	Na 1 ha				Na 1 t hlavního produktu			
	Varianta A		Varianta B		Varianta A		Varianta B	
	S dotací	Bez dotace	S dotací	Bez dotace	S dotací	Bez dotace	S dotací	Bez dotace
Tržní produkce v zrna v Kč	21 200		10 840		4 000			
Tržní produkce slámy v Kč	8 725		5 520		1 646		2 037	

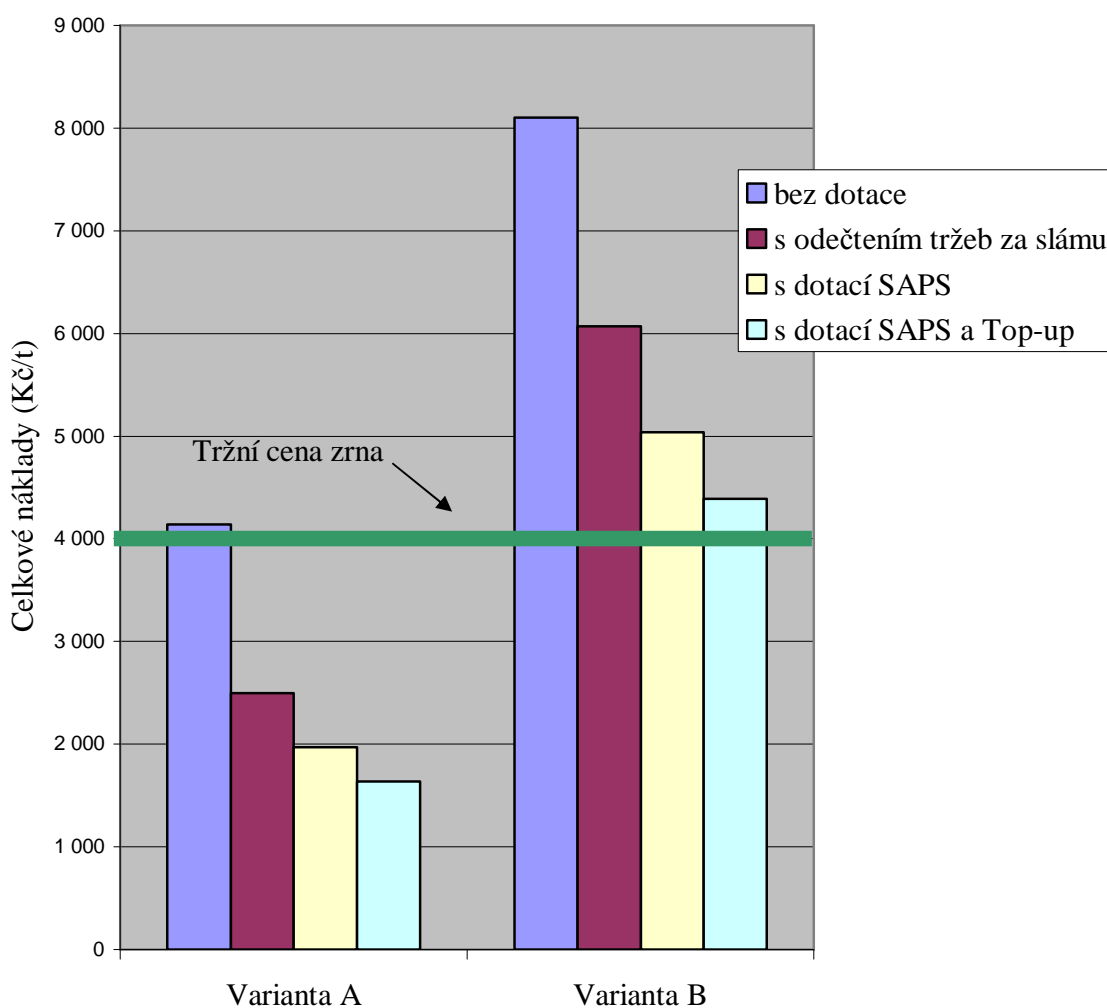
Dotace v Kč	4 546	-	4 546	-	858	-	1677	-
Tržní produkce + dotace v Kč	34 471	-	20 906	-	6 504	-	7 714	
Variabilní náklady celkem v Kč	14 087(+405 pojištění)				2 658		5 198	
Příspěvek na úhradu v Kč	20 384	15 838	6 819	2 273	3 846	2 988	2 516	839
Normativní fixní náklady v Kč	4 200				792		1 550	
Technologické náklady v Kč	17 765				3 352		6 555	
Technologický příspěvek na úhradu v Kč	16 652	12160	3 141	-1 405	3 142	2 294	1 159	- 518
Celkové náklady v Kč	21 965				4 144		8 105	
Hospodářský výsledek v Kč	12 506	7 960	-1 059	-5605	2 360	1 502	- 391	- 206 8
Rentabilita v %	56,9	36,2	-	-	56,9	36,2	-	

Tab. č. 18 Vliv dotací a vedlejší produkce na snížení nákladů pěstování ozimého tritikale

Ukazatel	Měrná jednotka	Tritikale	
		Varianta A	Varianta B
Výnos hlavního produktu (zrna)	t/ha	5,3	2,71
Celkové náklady (bez dotací)	Kč/ha	21 965	
	Kč/t	4 144	8 105
Tržby za slámu	Kč/t	1 646	2 037
Náklady po odečtení tržeb za slámu	Kč/t	2 498	6 068
Dotace SAPS	Kč/t	527	1 030

Náklady po odečtení dotací SAPS	Kč/t	1 971	5 038
Dotace Top-up	Kč/t	331	647
Náklady po odečtení SAPS a Top-up	Kč/t	1 640	4 391

Graf. 2 Náklady na 1 t produkce



Z výsledů je patrné, že u varianty B ekonomika pěstování ozimého tritikale v dané lokalitě při zjištěných výnosech není příznivá. Hodnota nákladů na 1 tunu produkce zrna činí 8 105 Kč při tržní ceně zrna 4 000 Kč/t, a i při započítání tržeb za prodej slámy a všech dostupných dotací do celkových tržeb dosahují náklady na 1 tunu zrna hodnoty

4 391 Kč. Pro nulovou rentabilitu u verze s dotacemi by musela produkce zrna činit 2,97 t/ha (při konstantní produkci slámy a nákladech) anebo by tržní cena zrna musela dosahovat 4 391 Kč/t. U verze bez započtení dotací by nulová rentabilita byla dosažena při výnosu zrna 4,11 t/ha nebo při zvýšení tržní ceny zrna na hodnotu 6 068 Kč/t.

U varianty A je pěstování rentabilní až při započítání tržeb z prodeje slámy do celkových tržeb. Náklady na 1 tunu zrna tak klesnou z hodnoty 4 144 Kč na 2 498 Kč, tj. o 39,7 %. Vliv dotací v tomto případě nerozhoduje o tvorbě zisku, ale pouze o jeho výši a tak i rentabilitě. Náklady na tunu zrna dosahují po přičtení dotací do tržeb hodnoty 1 640 Kč. Hrubý zisk má hodnotu 3 360 Kč/t.. Rentabilita u varianty A pro verzi bez dotací je 36,2 % a pro verzi s dotacemi 56,9 %.

5.2.5. Pokusy s kukuřicí

Na všech sledovaných stanovištích dosahuje vyšších výnosů fytomasy hybrid KWS – Atletico oproti hybridu Limagrain – LG 2280. Vůbec nejvyšších výnosů dosahují oba hybridy v Lukavci hodnotami 17,9 t/ha sušiny u Atletica a 13,95 t/ha u LG 2280. U Atletica byl zjištěn i nepatrně příznivější obsah sušiny, který nepřesahoval hodnotu 20 %. Na stanovišti v Sokolově nebyl zatím 3. termín sklizně zjištěn, ale vzhledem k hodnotám z předchozích sklizní nelze očekávat výsledky, které by potvrdily vhodnost pěstování kukuřice pro tuto oblast. Důležitým a také limitujícím kritériem při pěstování plodin pro využití na spalování je výše ztrát, ty vznikají rozdílem výnosů sušiny mezi podzimní a jarní sklizní a obvykle se vyjadřují procentuálně. Na stanovišti v Českých Budějovicích činily ztráty u hybridu Atletico 32 %, u LG 2280 19 %. Na stanovišti v Lukavci činily ztráty u Atletica 15 % a u LG 2280 13 %.

Tab. č. 19 Výnosy fytomasy ($t \cdot ha^{-1}$) a další sledované ukazatelé u kukuřice na stanovišti České Budějovice

KWS - Atletico								
Termín sklizně	Opakování				Průměr	Výška rostlin	Sušina biomasy	Výnos sušina
	1.	2	3	4				

1.termín 10.9.07	42,8	36,5	34,2	35,1	37,2	220- 230 cm	31,9 %	11,8 t/ha
2.termín 26.10.07	37,9	32,1	30,8	31,2	33,0	-	35,0 %	11,5 t/ha
3.termín 29.2.08	9,64	9,64	10,0	-	9,76	-	80 %	7,8 t/ha
Limagrain – LG 2280								
1.termín 10.9.07	33,4	27,9	28,6	29,7	29,8	180- 190 cm	30,5 %	9,1 t/ha
2.termín 26.10.07	28,9	25,4	26,1	26,9	26,8	-	32,6 %	8,7 t/ha
3.termín 29.2.08	9,28	10,28	8,71	-	9,42	-	75 %	7,05 t/ha

Tab. č. 20 Výnosy fytomasy ($t \cdot ha^{-1}$) a další sledování ukazatelé u kukuřice na stanovišti Lukavec

KWS - Atletico								
Termín sklizeň	Opakování				Průměr	Výška rostlin	Sušina biomasy	Výnos sušina
	1.	2	3	4				
1.termín 8.10.07	78,9	73,1	89,5	63,7	76,3	200- 250 cm	25 %	19,0 t/ha
2.termín 31.10.07	58,6	61,9	60,3	64,2	61,2	-	34,6 %	21,1 t/ha
3.termín 29.3.08	24,17	20,81	20,63	22,49	22,02	-	81,4 %	17,9 t/ha
Limagrain – LG 2280								
1.termín 8.10.07	69,5	66,9	63,0	58,3	64,4	165- 195 cm	26,8 %	17,2 t/ha
2.termín 31.10.07	44,3	42,7	42,1	52,2	45,3	-	35,6 %	16,1 t/ha

3.termín 29.3.08	17,4	16,46	16,78	20,14	17,62	-	79,2 %	13,95 t/ha
---------------------	------	-------	-------	-------	-------	---	--------	---------------

Tab. č. 21 Výnosy fytomasy ($t \cdot ha^{-1}$) a další sledování ukazatelé u kukuřice na stanovišti Sokolov – výsypka

KWS - Atletico								
Termín sklizně	Opakování				Průměr	Výška rostlin cm	Sušina biomasy	Výnos sušina
	1.	2	3	4				
1.termín 5.9.07	28,0	35,0	30,6	29,5	30,8	190,220	23,8 %	7,3 t/ha
2.termín	15,7	12,9	16,8	14,3	14,9	-	35,0 %	5,2 t/ha
Limagrain – LG 2280								
1.termín 5.9.07	12,0	9,6	9,6	6,6	9,5	160-170 cm	21,9 %	2,1 t/ha
2.termín	11,7	8,8	9,8	10,6	10,2	-	41,0 %	4,2 t/ha

Tab. č. 22 Souhrnný přehled obsahu sušiny a výnosu sušiny na všech stanovištích

Plodina	Termín sklizně	Stanoviště					
		Lukavec		České Budějovice		Sokolov	
		Sušina (%)	Výnos sušiny (t/ha)	Sušina (%)	Výnos sušiny (t/ha)	Sušina (%)	Výnos sušiny (t/ha)
Atletico	obsah	25	19,08	32	11,87	24	7,33
LG 2280	sušiny cca 30%	27	17,26	30	11,55	22	2,08
Atletico	po prvních	35	21,17	35	9,09	35	5,17
LG 2280	mrazech	36	16,13	27	8,74	41	4,18
Atletico	jarní sklizeň	81	17,9	80	7,8	-	-
LG 2280		79	13,95	75	7,05	-	-

5.2.6. Ekonomika pěstování kukuřice

Ekonomické zhodnocení bylo provedeno pro oba hybridy a při výpočtech bylo kalkulováno s nejvyššími výnosy, kterých kukuřice dosáhla na stanovišti v Lukavci. U Atletica zde činil výnos 17,6 t/ha a u LG 2280 13,95. Pro oba hybridy byly vypracovány dvě varianty: se za počtením dotací a varianta bez dotací.

Tab. č. 23 Pěstební technologie kukuřice

Operace	Variabilní náklady (Kč/ha)
Likvidace plevelů	2 546
Předseťová příprava (orba, podmítka, kypření, vláčení)	2 054
Založení porostu (setí, válení)	3 168
Hnojení (N, P, K, statková hnojiva, vápnění)	8 295
Sklizeň (sklízecí řezačka)	1 571
Odvoz hmoty	665
Celkem	18 299

Tab. č. 24 Ekonomické vyhodnocení pěstování kukuřice

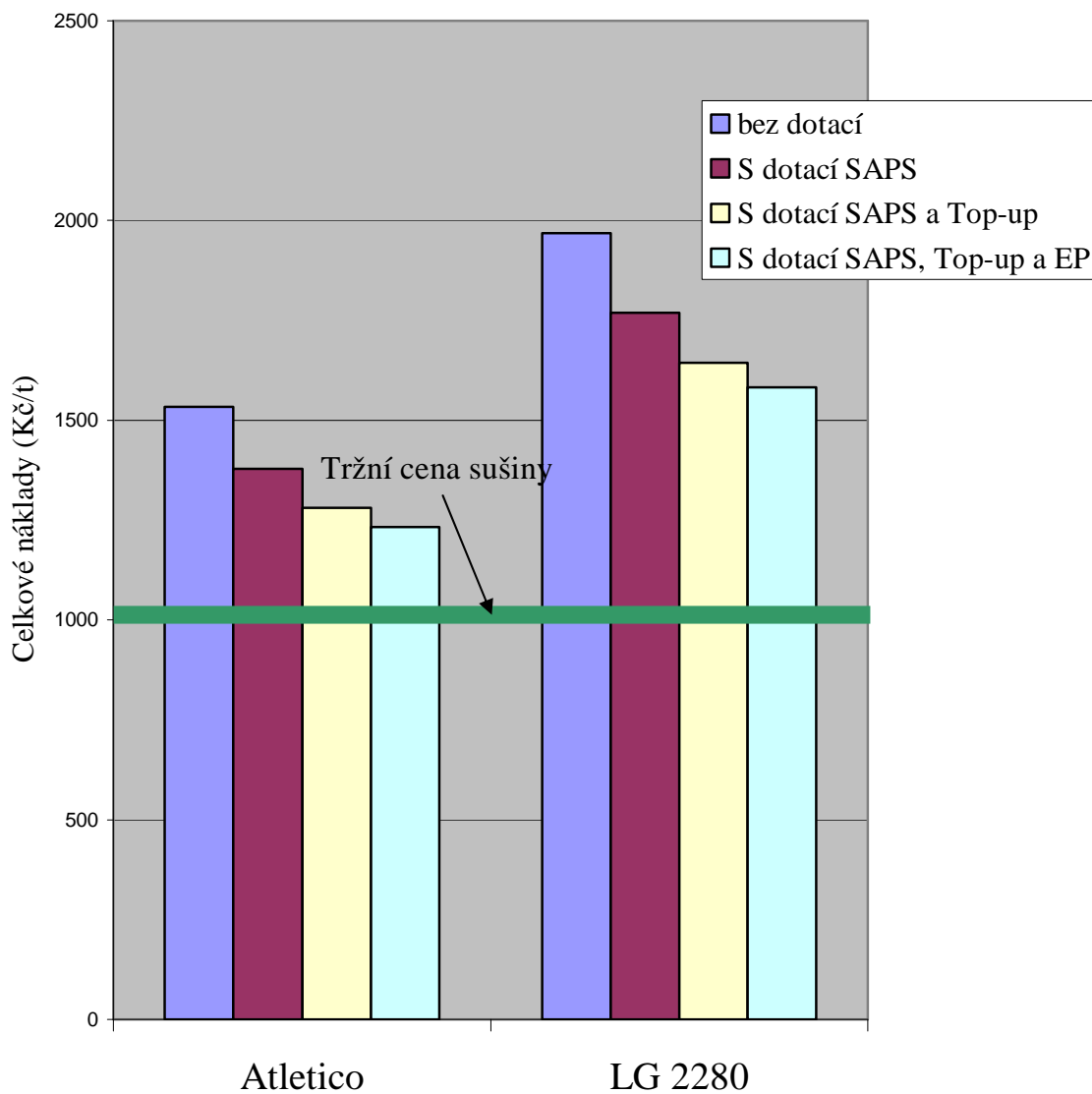
Ekonomický ukazatel	Na 1 ha				Na 1 t			
	Atletico		LG 2280		Atletico		LG 2280	
	S dotací	Bez dotace	S dotací	Bez dotace	S dotací	Bez dotace	S dotací	Bez dotace
Tržní produkce v Kč	17 900		13 950		1 000			
Dotace v Kč	5 380	-	5 380	-	301	-	386	-
Výnosy celkem v Kč	23 280	-	19 330	-	1 301	-	1 386	-

Variabilní náklady celkem v Kč	18 299				1 022		1 312	
Příspěvek na úhradu v Kč	4 981	-399	1 031	-4 349	278	-22	74	-312
Normativní fixní náklady v Kč	5 000				279		358	
Technologické náklady v Kč	22 467				1 255		1 611	
Technologický příspěvek na úhradu v Kč	813	-4 567	-3 137	-8 517	45	-255	-225	-611
Celkové náklady v Kč	27 467				1 534		1 969	
Hospodářský výsledek v Kč	-4 187	-9 567	-8137	-13517	-233	-534	-583	-969
Rentabilita v %	-				-			

Tab. č. 25 Vliv dotací na snížení nákladů pěstování kukuřice

Ukazatel	Měrná jednotka	Atletico	LG 2280
Výnos sušiny	t/ha	17,9	13,95
Celkové náklady (bez dotací)	Kč/ha	27 467	
	Kč/t	1 534	1 969
Dotace SAPS	Kč/t	156	200
Náklady po odečtení dotací SAPS	Kč/t	1 378	1 769
Dotace Top-up	Kč/t	98	126
Náklady po odečtení SAPS a Top-up	Kč/t	1 280	1 643
Dotace na EP (energetické plodiny)	Kč/t	47	60
Náklady po odečtení SAPS, Top-up a EP	Kč/t	1 233	1 583

Graf 3 Náklady na 1 tunu sušiny



Náklady na 1 tunu produkce sušiny dosahovali příznivější hodnoty u Atletica 1 534 Kč, ale ani u varianty s dotacemi nedosahuje hodnoty, která je nižší než je tržní cena sušiny. Pro dosažení nulové rentability by tak bylo zapotřebí výnosu sušiny 22,1 t/ha při konstantních nákladech anebo by tržní cena sušiny fytomasy musela činit 1 234 Kč/t

6. DISKUSE

Podle HOFBAUERA (2008) by měl roční výnos suché hmoty energetických rostlin odpovídat zhruba 12 t/ha, aby pěstování bylo ekonomické. Z hlediska ekonomické efektivity, doplňují STRAŠIL a ŠIMON (2007), je však nutné, aby produkce suché hmoty těchto rostlin 1 ha činila alespoň 15 t. Tento názor se nepotvrdil při pěstování hybridů kukuřice, neboť rentability nebylo dosaženo ani při výnosech nad 17 t/ha suché fytomasy.

Podle zjištěných výsledků hrají dotace na pěstování energetických plodin významnou roli při konečné ekonomické bilanci, s tímto tvrzením souhlasí ABRHAM, KOVÁŘOVÁ a KUNCOVÁ (2004), kteří uvádí že záměrně pěstované energetické plodiny se budou z hlediska výsledné ekonomiky na trhu paliv bez dotací jen obtížně prosazovat. S využitím dotací se ekonomika energetických plodin a jejich konkurenceschopnost na trhu paliv výrazně zlepší. Ekonomicky příznivější se jeví víceleté energetické plodiny. Podobný názor zastává i PETŘÍKOVÁ (2008), která upozorňuje, že při přípravě a realizaci podnikatelského záměru na delší časové období zůstává určitým problémem garance výše a jistoty dotačních podpor. KOVÁŘOVÁ a kol. (2002) tvrdí, že náklady na jednotku základního energetického produktu z biomasy (řezanka, lisované balíky) záměrně pěstovaných energetických plodin se bez dotací pohybují cca od 1000 do 1600 Kč/t. Při využití dotací se celkové náklady na jednotku energetického produktu sníží na cca 520 až 1200 Kč/t. Také výsledky modelování ekonomiky pěstování různých energetických plodin na celkovou nadzemní hmotu (řepka ozimá, tritikale ozimé, š'ovík Uteuša, lesknice rákosovitá, čirok, ozdobnice čínská) ukázaly podle USŤAKA a KAVKY (2007), že v současných ekonomických podmínkách nelze se ziskem bez dotací pěstovat žádnou z uvedených plodin. K názoru se připojuje také HOFBAUER (2008), který konstatuje, že bez stálých a účinných dotací nelze pěstovat energetické plodiny bez ekonomické ztráty a dodává, že nejvhodnější je však využívání vedlejšího produktu jako posklizňových zbytků – slámy a tím se ekonomika pěstování zlepší. Tento názor doplňuje USŤAK a KAVKA (2007) zjištěním, že tržby z prodeje zrna tritikale významně převyšují tržby v případě prodeje celkové nadzemní biomasy na palivo, proto u této plodiny připadá v úvahu pouze využití zbytkové slámy.

Při pěstování tritikale na pokusných parcelách byly zjištěny výnosy, které se pohybovaly nad dlouhodobým průměrem v ČR, a měly průměrné hodnoty u zrna 5,3 t/ha a u celé nadzemní fytomasy 14 t/ha. Podle MATĚJKOVÁ a kol.(2007) se průměrné výnosy zrna tritikale pohybovali od 3,52 t/ha v roce 2003 až po 4,92 t/ha v roce 1991. V porovnávacích pokusech ÚKZÚZ nebo Výzkumného ústavu rostlinné výroby bylo běžně dosahováno výnosu přes 10 t/ha a rekordně až 14 t/ha a to zejména se staršími odrůdami. Výnos této odrůdy byl v roce 1990 v pokusech VÚRV na stanovišti v bramborářské výrobní oblasti 13,5 t/ha.

Pro vhodnost pěstování tritikale v LFA, mluví názor PETŘÍKOVÉ (2008), která tvrdí, že pro pěstování tritikale se může využít i půda méně úrodná, která často neskýtá žádoucí výnosy tradiční rostlin. Takže i když výnosy zde rovněž nebudou dostatečně vysoké, lze je přesto považovat za přínosné jak pro získání biomasy, tak pro řádné obdělání půdy. Týká se to tedy především oblastí méně úrodných. Stejně tak STRAŠIL a ŠIMON (2007) potvrzují, že na méně produkčních stanovištích nebude v blízké budoucnosti většinou možné zajistit konkurenceschopnost pěstovaných obilnin a to nejen s ohledem na výši výnosu zrna, ale i jeho kvalitu. Podle odhadů se může jednat zhruba o plochu 400 tis. ha orné půdy, kterou je možné využít z pěstování celé nadzemní biomasy jako fytopaliva zejména u tritikale. Tento návrh potvrzuje také DIVIŠ a kol. (2000), kdy píše, že tritikale je vhodnou energetickou plodinou v marginálních oblastech, kde se uvažuje s produkcí tritikale pro spalování. Jak uvádí ŠNOBL a PULKRÁBEK (2005), tritikale je vhodné do okrajových oblastí pěstování ozimé pšenice, především v bramborářských oblastech. PETR a kol. (1997) také upozorňují, že vzhledem k častému výskytu plísňě sněžné je třeba pěstovat tritikale v nefusariózních oblastech podobně jako u ozimého žita. Dělená sklizeň u pěstování tritikale potvrdila ekonomickou efektivitu této plodiny. Oproti tomu podle POKORNÉHO a MOUDRÉHO (1998) bylo zjištěno, že přímé náklady na vypěstování a zpracování biomasy tritikale jsou minimalizovány (zjednodušený způsob pěstování) a pohybují se kolem 11,5 tis. Kč/ha. To při výnosu suché celkové nadzemní biomasy 12 t/ha obnáší 960 Kč na tunu fytopaliva. Při započtení fixních nákladů činí celkové náklady u 1 t tohoto fytopaliva 1200 – 1370 Kč/t.

Při pěstování hybridů kukuřice na pokusných parcelách nebylo dosaženo pozitivní ekonomické využitelnosti pěstování této plodiny pro účely spalování, s čímž souhlasí

HOFBAUER (2008), který uvádí, že spalování kukuřice pouze pro výrobu tepla je dnes, oproti výrobě bioplynu (a následně elektrické energie), při rostoucích cenách zemědělských produktů (až 600 až 800 Kč za tunu kukuřice) a respektování pro konečného spotřebitele akceptovatelné ceny tepla (400 až 500 Kč za GJ) ekonomicky nerentabilní. Podobně KOVÁŘOVÁ a kol. (2002) tvrdí, že ekonomicky výhodné se jeví využití zbytkové biomasy po sklizni a tržním využití hlavního produktu (tritikale, kukuřice), kde náklady na jednotku energetického produktu se pohybují cca od 470 do 790 Kč/t. VAVŘICH (2008) uvádí, že kromě slámy obilnin se vzrůstajícími plochami kukuřice na zrno je podle skromného odhadu, dalších zhruba 300 – 400 tis. tun biomasy, které je možné také využít jako fytopalivo.

7. ZÁVĚR

Ze zjištěných výsledků je patrné, že u lesknice rákosovité je pěstování při uvedené technologii a stanovené tržní ceně sušiny rentabilní pouze při využití dostupných dotací. Dotace se výrazně podílí na snižování nákladů na 1 tunu produkce, u obou termínů sklizně o více než 50 %. Výsledky bylo dokázáno že jako rentabilnější se jeví využití lesknice pro účely spalování při technologii s jarní sklizní. Pro svůj vysoký výnos, odolnost vůči drsným klimatickým podmínkám, i pro odolnost proti chorobám a škůdcům lze navrhnout lesknici rákosovitou pro pěstování v LFA. Rizikem však stále zůstává nejistota ohledně výše dotací, neboť ty jsou schvalovány jednotlivě na každý rok

Při současných výkupních cenách zrna tritikale se jako nejučelnější jeví využití pěstební technologie pro dělenou sklizeň při tržním využití obou produktů, tj. zrna (krmivo) i slámy (spalování). Při modelových ekonomických výpočtech bylo prokázáno výrazné zvýšení rentability při tržním využití slámy pro spalování. Dotace započítané do tržeb v tomto případě rozhodují o výši rentability. Ozimé tritikale je pro pěstování v LFA vhodné jak z hlediska požadavků na prostředí, produkčních a energetických schopností tak i z hlediska ekonomického.

Z ekonomických výpočtů je patrné, že zvolené hybridy kukuřice nelze doporučit pro spalování celých rostlin. Výsledky dokazují, že ani při započítání dotací není tato pěstební technologie rentabilní. Jako účelnější a vhodné k dalšímu prozkoumání bych u pokusů s kukuřicí navrhol zaměřit se na využití zbytkové slámy pro účely spalování při pěstební technologii u kukuřice na zrno. Při současných rostoucích cenách zrna kukuřice lze předpokládat, že tato varianta bude perspektivnější.

Jak je ale všeobecně známo, jednoleté výsledky mohou být pouze orientační, neboť stav počasí v konkrétním roce má často rozhodující vliv na výsledky, tedy i na výnosy suché hmoty. Výsledky s pěstováním téhož druhu rostliny mohou proto být značně odlišné v jednotlivých ročnících. Je tedy nesnadné získat spolehlivé výsledky včetně stanovení výnosů během krátkého časového úseku. Tím důležitější je, začít s ověřováním vybraných rostlin co nejdříve.

8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ABRHAM, Z., KOVÁŘOVÁ, M. Tuhá paliva - ekonomika a konkurenceschopnost. In *Zemědělská technika a biomasa 2006*. Praha : Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2006. Výsledky a diskuse. s. 11-14. ISBN 80-86884-15-5.
- [2] ABRHAM, Z., KOVÁŘOVÁ, M., KUNCOVÁ, T.: Ekonomika a konkurenceschopnost biopaliv. *Biom.cz* [online]. 2004-11-16 [cit. 2008-03-28]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/index.shtml?x=210146>>. ISSN: 1801-2655.
- [3] ABRHAM, Z..Ekonomika pěstování a využití biomasy z energetických plodin a travních porostů. In *Sborník přednášek z mezinárodního odborného semináře Produkcia a možnosti využitia polnohospodárskej biomasy*, Nitra, 23 júna 2004.
- [4] ANDERT, D., JUCHELKOVÁ, D.,FRYDRYCH, J.. Spalování travin. In *Zemědělská technika a biomasa 2006*. Praha : Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2006. Závěr. s. 15-19. ISBN 80-86884-15-5.
- [5] ANDERT, D., FRYDRYCH, J., JUCHELKOVÁ, D.. Energetické využití trav. In *Zemědělská technika a biomasa 2005*. Praha : VÚZT, 2005. s. 11-13. ISBN 80-86884-07-4.
- [6] BENEŠ, I. *Dotace energie a energetické využití biomasy*. 1. vyd. Praha : Centrum pro otázky životního prostředí UK, 1995. 61 s. ISBN 80-7184-151-X.
- CityPlan s.r.o.. *Příručka pro regionální využití biomasy*. Praha : Česká energetická agentura, 1999. 37 s.
- [7] DIVIS, J., a kol.. *Pěstování rostlin (učební texty pro obor provozní podnikatel a pozemkové úpravy a převod nemovitostí)*. 1. vyd. České Budějovice : Jihočeská univerzita, 2000. 258 s. ISBN 80-7040-456-6.
- [8] FRYDRYCH, J., ANDERT, D., JUCHELKOVÁ, D.. Výzkum energetického využití trav. *Úroda*.2008, č. 4, s. 80-81.
- [9] HAVLÍČKOVÁ, K., a kol.. Zhodnocení ekonomických aspektů pěstování a využití energetických rostlin. 1.vyd. České Budějovice: JU,ZF, 2007. 92 s. ISBN 978-80-85116-00-7.
- [10] HAVLÍČKOVÁ, K., a kol.. Biomasa jako obnovitelný zdroj energie : ekonomické a energetické aspekty. Průhonice : VÚKOZ, 2005. 86 s. ISBN 80-85116-38-3.

- [11] HAVLÍČKOVÁ, K., a kol.: Cena paliva z výmladkové plantáže rychle rostoucích dřevin, *Alternativní energie*, 2003, č. 5.
- [12] HAVLÍČKOVÁ, K., WEGER, J., KONVALINA, P., MOUDRÝ J., STRAŠIL, Z.: Zhodnocení ekonomických aspektů pěstování a využití energetických rostlin. Vědecká monografie. Ed.: VÚKOZ Průhonice, JČU České Budějovice, 2007, 92 s.
- [13] HOFBAUER, J.. Možnosti energetického využití netradičních plodin. *Energie 21*. 1.1.2008, roč. 1, č. 1, s. 12-13.
- [14] HOLUB, P.. Miscanthus - energetická rostlina budoucnosti. *Alternativní energie*. 41.1.2007, roč. 10, č. 1, s. 10-11.
- [15] HRABĚ, F., a kol. *Trávy a trávničky - co o nich ještě nevíte*. Olomouc : Vydavatelství ing. Petr Baštan - Hanácká reklamní, 2003. 158 s. ISBN 80-9032275-0-8.
- [16] JÚZL, M., a kol. *Rostlinná výroba III : Okopaniny*. 1. vyd. Brno : MZLU v Brně, 2000. 232 s. ISBN 80-7157-446-5.
- [17] KAVKA, M., a kol.. *Normativy zemědělských výrobních technologií : Pěstební a chovatelské technologie a normativní kalkulace*. Praha : Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2006. 376 s. ISBN 80-7271-164-4.
- [18] KAVKA, M., a kol.. *Normativy pro zemědělskou a potravinářskou výrobu*. Praha : Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2006. 400 s. ISBN 80-7271-163-6.
- [19] KNÁPEK, J., VAŠÍČEK, J., HAVLÍČKOVÁ, K.: Modelový projekt zásobování obce teplem na bázi biomasy, VÚKOZ, Lesnická práce, 2003, č. 8.
- [20] KOČICA, J., a kol..Vlastnosti biomasy jako paliva. *Lesprace.silvarium.cz*. 2004-08-15. Dostupné z WWW: < <http://lesprace.silvarium.cz/content/view/398/21>>.
- [21] KOVÁŘOVÁ, M., a kol.. *Ekonomika pěstování a využití nepotravinářských plodin*. Praha : Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2002. 26 s. ISBN 80-238-9955-4.
- [22] KOVÁŘOVÁ, M., a kol.: Pěstování a využití energetických a průmyslových plodin. *Biom.cz* [online]. 2002-07-10 [cit. 2008-01-28]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/index.shtml?x=95502>> . ISSN: 1801-2655.
- [23] KRAMOLIŠ, P.: Využití travní fytomasy pro výrobu elektrické energie a tepla. *Biom.cz* [online]. 2004-11-03 [cit. 2008-01-28]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/index.shtml?x=208819>>. ISSN: 1801-2655.

- [24] MATĚJKOVÁ, Š., a kol.. Pěstování a zastoupení odrůd tritikale v České republice. *Úroda*. 1.1.2007, č. 1, s. 10-11.
- [25] MINX, L., DIVIŠ, J.. *Rostlinná výroba III (okopaniny)*. 1. vyd. Praha : Agronomická fakulta VŠZ , 1994. 153 s. ISBN 80-213-0154-6.
- [26] MOUDRÝ, J., KONVALINA, P.: Energetické využití slámy (vyjde v č. 1 časopisu Komunální technika -rubrika Nakládání s odpady).
- [27] MOUDRÝ, J., STRAŠIL, Z.. *Energetické plodiny v ekologickém zemědělství*. Hradec Králové : Vh press, 1998. 56 s.
- [28] MOUDRÝ, J., STRAŠIL, Z.. *Pěstování alternativních plodin*. České Budějovice : Jihočeská univerzita, 1999. 165 s. ISBN 80-7040-383-7.
- [29] MURTINGER, K.: Možnosti využití biomasy. *Biom.cz* [online]. 2007-05-02 [cit. 2008-01-28]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/index.shtml?x=1998304>>. ISSN: 1801-2655.
- [30] MUŽÍK, O., HUTLA, P.: Biomasa - bilance a podmínky využití v ČR. *Biom.cz* [online]. 2005-01-17 [cit. 2008-01-28]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/index.shtml?x=217755>>. ISSN: 1801-2655.
- [31] NOSKIEVIČ, P., a kol. *Biomasa a její energetické využití*. Praha : MŽP, 1996. 70 s. ISBN 80-7078-367-2.
- [32] PASTOREK, Z., KÁRA, J., JEVIČ, P.. *Biomasa obnovitelný zdroj energie*. Praha : FCC PUBLIC, 2004. 288 s. ISBN 80-86534-06-5.
- [33] PASTOREK, Zdeněk. Legislativní podpora využití biomasy. In *Zemědělská technika a biomasa 2005*. Praha : VÚZT, 2005. s. 7-10. ISBN 80-86884-07-4.
- [34] PEPICH, Š., ZACHARDA, F.. Ekonomika využívání biomasy při sušení polnohospodářských plodin. In *Zemědělská technika a biomasa 2005*. Praha : VÚZT, 2005. s. 11-13. ISBN 80-86884-07-4.
- [35] PETR, J., a kol.. *Tritikale*. 1. vyd. Praha : Vysoká škola zemědělská Praha, 1991. 170 s. ISBN 80-213-0108-2.
- [36] PETŘÍKOVÁ, V.: Biomasa – významný zdroj ekologické energie. *Biom.cz* [online]. 2001-11-08 [cit. 2008-01-28]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/index.shtml?x=45497>>. ISSN: 1801-2655.

- [37] PETŘÍKOVÁ, V.: Jak jsme pokročili v pěstování energetických rostlin. *Biom.cz* [online]. 2006-10-23 [cit. 2008-01-28]. Dostupné z WWW:<<http://biom.cz/index.shtml?x=1929459>> . ISSN: 1801-2655.
- [38] PETŘÍKOVÁ, V. *Pěstování rostlin pro energetické účely*. Praha : Neoset, 2005. 32 s. ISBN 80-239-5497-0.
- [39] PETŘÍKOVÁ, V., a kol. *Energetické plodiny*. 1. vyd. Praha : Profi Press, 2006. 127 s. ISBN 80-86726-13-4.
- [40] PETŘÍKOVÁ, V.: Zkušenosti s produkcí energetických rostlin v provozních podmínkách. *Biom.cz* [online]. 2001-11-28. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/index.shtml?x=49105>>. ISSN: 1801-2655.
- [41] PETŘÍKOVÁ, V.. Co je biomasa a jak je podporována. *Zemědělský týdeník*. 13.3.2008, roč. 11, č. 7, s. 19-20.
- [42] PROCHÁZKA, I. *Katalog odrůd polních plodin*. Třebíč : FEZ, 1992. 68 s.
- [43] PROCHÁZKA, I. *Kapesní atlas jetelovin a trav*. 2. vyd. Brno : Oseva, 1995. 44 s. ISBN 80-901789-2-8.
- [44] SLADKÝ, V.: Křídlatka – perspektivní energetická plodina: *Biom.cz* [online]. 1998-10-12 [cit. 2008-01-28]. Dostupné z WWW: <<http://stary.biom.cz/biom/6/sladky.html>>.
- [45] SOUČEK, J.. Manipulace a místní doprava balíkové slámy. In *Zemědělská technika a biomasa 2005*. Praha : VÚZT, 2005. s. 26-28. ISBN 80-86884-07-4.
- [46] SOUČKOVÁ, H., a kol.. *Nepotravinářské využití fytomasy*. 1. vyd. České Budějovice : Jihočeská univerzita, 2006. 95 s. ISBN 80-7040-857-X.
- [47] SOUČKOVÁ, M., OPATRŇÁ, M.. *Pěstujeme okrasné trávy*. 1. vyd. Praha : Brázda, 2003. 176 s. ISBN 80-209-0318-6.
- [48] STEINBACH, G.. *Trávy*. Přeložil Jiří Váňa. 2. vyd. Praha : Euromedia Group-Ikar, 2002. 287 s. ISBN 80-249-0039-4.
- [49] STRAŠIL, Z.: Energetické rostliny – 2 – čirok: *Biom.cz* [online]. 1999 [cit. 2008-01-28]. Dostupné z WWW: <<http://stary.biom.cz/biom/6/strasil.html>>.
- [50] STRAŠIL, Z.: Vliv stanoviště a některých agrotechnických opatření na obsah popele a energetický obsah fytomasy vybraných plodin. (The influence of site, N fertilization and various terms of harvest on ash and energy contents of phytomass selected crops). In:

Sborník příspěvků z 29. Mezinárodního českého a slovenského kalorimetrického semináře, hotel Medlov, Českomoravská vrchovina, 28.5.-1.6.2007, s. 151-154.

[51] STRAŠIL, Z.: Topinambur hlíznatý (*Helianthus tuberosus* L.) - netradiční alternativní plodina pro průmyslové a energetické využití. *Biom.cz* [online]. 2002-03-04 [cit. 2008-04-19]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/index.shtml?x=72227>>. ISSN: 1801-2655.

[52] STRAŠIL, Z.: Agro-ecological approaches when growing herbaceous energy plants and their effect on soil and the environment. (Agroekologické přístupy při pěstování energetických bylin a jejich vliv na půdu a životní prostředí). In: Proceedings from the scientific conference with international participation "The tree and flower – a part of life", VÚKOZ Průhonice, 4. – 5. 9. 2007, p. 143-146.

[53] STRAŠIL, Z., ŠIMON, J.. Potenciál rostlinné biomasy v zemědělství ČR a jeho možnosti využití v energetice. *Agro magazín*.2007, č. 12, s. 28-32.

[54] STRAŠIL, Z., SKALA, J.: Produkce fytomasy rostlin rodu čirok na různých stanovištích ČR s ohledem na energetické využití. *Biom.cz* [online]. 1996-03-04 [cit. 2008-04-19]. Dostupné z WWW: < <http://stary.biom.cz/clen/zs/brno.html>>.

[55] ŠANTRŮČEK, J.. *Základy pícninářství*. Praha : ČZU v Praze, 2001. 139 s. ISBN 80-213-0764-1.

[56] ŠAŠKOVÁ, D.. *Trávy a obilí*. 1. vyd. Praha : Artia a.s. a Granit s. r. o., 1993. 64 s. ISBN 80-85805-03-0.

[57] ŠNOBL, J., PULKRÁBEK, J.. *Základy rostlinné produkce*. Praha : ČZU v Praze, 2005. 172 s. ISBN 80-213-1340-4.

[58] ŠNOBL, J., a kol. *Rostlinná výroba IV. : Chmel, len, konopí, využití biomasy k energetickým účelům*. 1. vyd. Praha : ČZU v Praze, 2004. 119 s. ISBN 80-213-1153-3.

[59] ŠREIBER, P.. Efektivní trendy u kukuřice. *Zemědělský týdeník : Moderní rostlinná výroba*. 1.1.2008, č. 1, s. 4-7.

[60] ŠTOLCOVÁ, M.. *Základy pěstování tritikale*. 2. vyd. Praha : Institut výchovy a vzdělávání Mze, 1996. 37 s. ISBN 80-7105-123-3.

[61] TOŠOVSKÁ, M.. Plodiny určené pro nepotravinářské využití. *Úroda*. 1.1.2007, č. 6, s. 44.

[62] USŤAK, S.: Šťovík Uteuša - plodina perspektivní pro fytoenergetiku. *Biom.cz* [online]. 2002-07-01 [cit. 2008-04-17]. Dostupné z WWW: <>. ISSN: 1801-2655.

- [63] USŤAK, S.. Technické a ekonomické aspekty pěstování a využití biomasy pro energetické a průmyslové účely. In *Zemědělská technika a biomasa 2005*. Praha : VÚZT, 2005. s. 35-40. ISBN 80-86884-07-4.
- [64] USŤAK, S.. Netradiční rostliny perspektivní pro bioenergetické účely. In *Energetické a průmyslové rostliny VI. – Sborník referátů z odborné konference*, Chomutov – 2000. ISBN 80-238-5287-6
- [65] USŤAK, S.: Netradiční energetické rostliny perspektivní pro pěstování v podmínkách mírného klimatického pásma. *Biom.cz* [online]. 2006-06-01 [cit. 2008-01-28]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/index.shtml?x=1903622>>. ISSN: 1801-2655.
- [66] USŤAK, S, KAVKA, M. Srovnávání modelových ekonomických ukazatelů pěstování některých konvenčních a netradičních energetických plodin v podmínkách ČR. In *Zemědělská technika a biomasa 2007*. Praha : Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2007. Závěr. s. 189-193. ISBN 80-86884-24-0.
- [67] VÁŇA, J.: Biomasa pro energii a technické využití. *Biom.cz* [online]. 2003-03-25 [cit. 2008-01-28]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/index.shtml?x=129197>>. ISSN: 1801-2655.
- [68] VAVŘICH, Z.. Speciální kotle na slámu. *Zemědělský týdeník*. 20.3.2008, roč. 11, č. 8, s. 9-10.
- [69] VELICH, J. *Pícninářství*. Praha : Vysoká škola zemědělská Praha, 1994. 204 s. ISBN 80-213-0156-2.
- [70] VRZAL, J., a kol. *Základy pěstování kukuřice a jednoletých pícnin*. Praha : Institut výchovy a vzdělávání Mze, 1995. 32 s. ISBN 80-7105-097-0.
- [71] WEGER, J.. Přírodní, legislativní a ekonomické podmínky pěstování rychle rostoucích rostlin. In *Energetické a průmyslové rostliny VI. – Sborník referátů z odborné konference*, Chomutov – 2000. ISBN 80-238-5287-6
- [72] WEGER, J., HAVLÍČKOVÁ, K., a kol.: Potenciál biomasy v Pardubickém kraji. Vědecká monografie. . Ed.: VÚKOZ Průhonice, 2007, 58 s.
- [73] ZELENÝ, V.: Fytoenergetika ve Státní energetické koncepci ČR. *Biom.cz* [online]. 2004-06-28 [cit. 2008-01-28]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/index.shtml?x=187811>>. ISSN: 1801-2655.
- [74] ZIMOVÁ, D.. *Energetické plodiny*. Praha : ÚVTIZ, 1991. 43 s. ISBN 0862-3562.