JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra rostlinné výroby a agroekologie
Studijní obor: Agroekologie

TÉMA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Energetické využití trav

Autor bakalářské práce:
Jaroslav Bernas

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

2010

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: „Pěstování energetických trav“ vypracoval samostatně, a veškerá použitá literatura, kterou cituji, je zařazena do seznamu v závěru práce. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění, souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě, elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 10. 4. 2010 .....

Jaroslav Bernas, autor

Poděkování:

Tímto si dovoluji poděkovat vedoucímu diplomové práce Ing. Janu Moudrému, Ph.D. a konzultantovi prof. Ing. Janu Moudrému, CSc. za cenné rady, odborné připomínky a všestrannou pomoc při vypracování bakalářské práce. Dále děkuji technickým pracovníkům katedry rostlinné výroby a agroekologie za pomoc při terénních pracích.

Bakalářská práce byla podpořena grantem MŠMT 2B06131.

V Českých Budějovicích dne 10.4. 2010 .....

Abstrakt

Obnovitelné zdroje energie jsou stále důležitějším tématem a to z toho důvodu, že biomasa je již dnes jedním z budoucích zdrojů energie pro Českou Republiku. Postupem času by se mělo procento využívání biomasy k energetickým účelům navyšovat. Toto postupné využívání bude doprovázet hledání nových postupů pro získávání, zpracování a užití biomasy. Cílem bakalářské práce bylo zhodnotit využitelnost vybraných druhů trav pro pěstování pro energetické účely a zaměřit se na jejich produkční schopnost. Literární rešerše je zaměřena na vybrané energetické zdroje doposud v ČR používané, mezi které patří paliva fosilní a také na energetické zdroje využívané jen doplňkově, a to na energii vody, větru a rostlinné biomasy. Dále na botanickou charakteristiku vybraných travních druhů (Phalaris arundinacea l., Arrhenatherum elatius l., Dactylis glomerata L.) a hlavně na jejich agrotechnické požadavky. Byly založeny polní pokusy pro jednotlivé vybrané druhy trav a na základě výsledků získaných z jejich pěstování byly vyvozeny závěry opodstatňující agrotechnické kroky.

Klíčová slova: Biomasa, energetické plodiny, agrotechnika trav

Abstract

Renewable sources of the energy are still more important topic. And the reason is that the biomass is already one of the future energy sources for the Czech Republic. Percentage of the biomass for the purposes of the energy should be increase after some time. This progressive using of the biomass will be accompanied by the searching of the new procedures for the acquisition processing and utilization. The aim of my bachelor thesis was the valorization of the usefulness of the concrete kinds of grass for the cultivation and for the purposes of the energy and focus on their productive power. The literature review is focused on the selected energy resources which are previously used in the ČR, including the fossil fuels and energy sources used optional, energy and water, wind and biomass. Furthermore, on the botanical characteristic of selected grass species (Phalaris arundinacea L., Arrhenatherum elatius L., Dactylis glomerata L.) and mainly on their agro-technical

requirements. The field experiments were established for selected types of grass and on the basic of results acquired from the cultivation were drawed the conclusions which substantiate the agro-technical steps.

Keywords: biomass, energy crops, agricultural engineering grasses

1. Úvod 8
2. Literární přehled 9
2.1. Energetické zdroje 9
2.1.1. Tradiční zdroje energie 9
2.1.1.1. Tuhá paliva 9
2.1.1.2. Kapalná paliva 10
2.1.1.3. Plynná paliva 10
2.1.1.4. Primární elektrická energie 10
2.1.1.5. Energie termonukleární 11
2.1.2. Využívání tradičních zdrojů 11
2.1.3. U nás a ve světě 11
2.1.4. Čistý zdroj energie 12
2.2. Obnovitelné zdroje 13
2.2.1. Co jsou obnovitelné zdroje a proč je dobré je využívat . 13
2.2.2. Druhy obnovitelných zdrojů 14
2.2.2.1 Sluneční energie 14
2.2.2.2. Energie větru 15
2.2.2.3. Energie geotermální 16
2.2.2.4. Energie vody 16
2.3. Lesknice, Ovsík a Srha 19
2.3.1. Chrastice rákosovitá, Lesknice (Phalaris arundinacea). 19
2.3.1.1. Charakteristika plodiny 19
2.3.1.2. Botanické zařazení a popis plodiny 19
2.3.1.3. Nároky na stanoviště 20
2.3.1.4. Používané odrůdy 20
2.3.2. Ovsík vyvýšený (Arrhenatherum elatius) 21
2.3.2.1. Charakteristika plodiny 21
2.3.2.2. Botanické zařazení a popis plodiny 21
2.3.2.3.Nároky na stanoviště 22
2.3.2.4. Používané odrůdy 22
2.3.3. Srha laločnatá, říznačka (Dactylis glomerata) 23
2.3.3.1. Charakteristika plodiny 23
2.3.3.2. Botanické zařazení a popis plodiny 23
2.3.3.3. Nároky na stanoviště 24
2.3.3.4. Používané odrůdy 24
2.4. Agrotechnika pěstování trav 25
2.4.1. Chrastice rákosovitá, Lesknice (Phalaris arundinacea). 26
2.4.1.1. Osevní postup 26
2.4.1.2. Hnojení 26
2.4.1.3. Agrotechnika 27
2.4.1.4. Ochrana rostliny 28
2.4.1.5. Sklizeň a posklizňové ošetření 28
2.4.2. Ovsík vyvýšený (Arrhenatherum elatius) 29

2.4.2.1. Osevní postup 29
2.4.2.2. Hnojení 29
2.4.2.3. Agrotechnika 30
2.4.2.4. Ochrana rostlin 31
2.4.2.5. Sklizeň a posklizňové ošetření 31
2.4.3. Srha říznačka, laločnatá (Dactylis glomerata) 32
2.4.3.1. Osevní postup 32
2.4.3.2. Hnojení 32
2.4.3.3. Agrotechnika 33
2.4.3.4. Ochrana rostlin 33
2.4.3.5. Sklizeň a posklizňové ošetření 34
3. Cíl práce 35
4. Materiál a metodika 36
4.1. Projekt 36
4.2. Lokalita 36
4.3. Péče o porost 37
4.4. Sklizeň 38
4.5. parcelka – Srha laločnatá 38
4.6. parcelka – Ovsík vyvýšený 39
4.7. parcelka – Lesknice rákosovitá 40
5. Výsledky a diskuse 41
6. Závěr 51
7. Literatura 53
8. Přílohy 56

1. Úvod

Celosvětové zvyšování životní úrovně na základě rozvoje ekonomického světa je doprovázeno trvale rostoucími nároky na spotřebu energie. Od roku 1990 do dnes se spotřeba energie zvýšila až čtyřnásobně. Bude-li spotřeba energie nadále stoupat, je otázkou, zda-li v budoucnu dokáže lidstvo tento problém řešit. V současné době je světová výroba energie kryta převážně využíváním fosilních paliv. Zásoby ropy, zemního plynu a uhlí jsou však vyčerpatelné. V celém světě se energetici snaží řešit úkol, jak nahradit dosavadní zdroje energie. Problém se týká nejen fosilních paliv, ale rovněž jaderného paliva.

Dnes je již velmi aktuální využívat zdroje které nabízí slunce, voda nebo vítr. Tyto zdroje byly známy a využívány už dříve, ale nyní jde o jejich využití na zcela jiné úrovni. I když využitelnost těchto zdrojů obnovitelných energií je časově proměnná a do značné míry závisí na podmínkách v dané oblasti, je to alternativa, kterou rozhodně nelze opomíjet.

Jedním z alternativních zdrojů energie, který má slibnou budoucnost, je energie z rostlinné biomasy. Biomasa je již dnes jedním z budoucích zdrojů energie pro Českou Republiku. Postupem času by se mělo procento využívání biomasy k energetickým účelům navyšovat. Toto postupné využívání bude doprovázet hledání nových postupů pro získávání, zpracování a užití biomasy. Rostlinná biomasa se bude využívat jak v podobě odpadů z lesů, kterých dnes není rozhodně málo, tak v podobě cíleného programu pěstování energeticky objemné biomasy na zemědělské půdě. Přispět k cílenému pěstování biomasy na energii mohou i zemědělské půdy ležící v horských a podhorských oblastech, které nejsou příliš vhodné pro zemědělskou výrobu. Těchto půd je kolem 40% a nejsou příznivé z hlediska půdní úrodnosti a klimatických podmínek. Pro pěstování biomasy na energetické využití jsou však příznivé.

Lze na jisto říci, že nepotravinářské využití biomasy má opravdu slibnou budoucnost a tomuto tématu je třeba se dále věnovat a objevovat nové technologie v oblasti tohoto využití.

2. Literární přehled

2.1. Energetické zdroje

2.1.1. Tradiční zdroje energie

Tyto tradiční (primární) vyčerpávající se zdroje jsou vázány na určité místo, jejich množství je omezené a jejich zásoby se stálou těžbou zmenšují. Mezi tradiční zdroje energie patří fosilní paliva tuhá, kapalná a plynná a primární energetické zdroje (Balák, 1989). Konvenční neboli tradiční zdroje tuhých fosilních paliv jsou značné, pouze malou část však můžeme počítat mezi ověřené zásoby (Heřmanský, Štoll, 1992). Primární energetické zdroje jsou v té podobě, ve které se vyskytují v přírodě (Libra, Poulek, 2007).

2.1.1.1. Tuhá paliva

Mezi tuhá paliva patří dřevo, rašelina lignit, uhlí hnědé a černé a živočišné břidlice. Pro energetické účely je nejdůležitější hnědé uhlí, které slouží jako palivo v parních elektrárnách a teplárnách při výrobě elektrické energie a tepla (Balák, 1989). Ještě v roce 1850 bylo dřevo zdrojem asi 90% energie používané ke svícení, k topení, vaření a pohonu strojů. Začátkem dvacátého století již poskytovalo uhlí asi 75% veškeré energie používané v civilizačním procesu (Heřmanský, Štoll, 1992). Hospodářský rozvoj našeho státu byl po léta zakládán právě na těžbě a spalování uhlí, jehož zásoby v přepočtu na jednoho obyvatele patřily k největším na světě (Petříková a kol., 2006). Černé uhlí a antracit jsou výchozími surovinami při výrobě koksu, dehtu, plynu, benzínu, motorové nafty, fenolů a dalších výrobků chemického průmyslu. Uhlí je hořlavá usazenina z rostlinných zbytků změněných rozkladem, tlakem nadložních vrstev a teplotou zemské kůry. Podle stupně zuhelnatění se uhlí dělí na rašelinu, hnědé a černé uhlí a antracit (Balák, 1989). Největší zásoby uhlí jsou dnes v Severní Americe, Evropě, Rusku, Číně, Indii, JAR, Austrálii. V roce 2006 celosvětově uhlí pokrývalo 23% primární spotřeby energie a 39% výroby elektrické energie. V ČR je uloženo cca. 3790 mil. Tun hnědého uhlí, 2356 mil. Tun černého uhlí (Libra, Poulek).

2.1.1.2. Kapalná paliva

Mezi tyto zdroje energie patří dehty, zemní oleje a ropa, která zaujímá mezi kapalnými palivy nejvýznamnější místo. Počátkem 20. století se stala ropa důležitým zdrojem energie a je jím prakticky dodnes (Balák, 1989). V roce 2005 byla světová spotřeba ropy 80,7 mil. barelů denně (1 barel = 159 litrů). Předpokládá se spotřeba 138 mil. barelů denně v r. 2025 (Libra, Poulek, 2007). Odhad vytěžitelných konvenčních zdrojů ropy se pohybují v rozmezí od 250 do 1000 miliard tun. Tyto odhady však zahrnují i ropu v hlubších pobřežních oblastech a v polárních krajích (Heřmanský, Štoll, 1992). Ropa se zpracovává z 90% na kapalná paliva, a to na benzín, motorovou naftu, petrolej a topné oleje a z 10% na maziva, asfalt, koks, parafín a chemikálie. Ropa se nachází v povrchových částech různě usazených hornin. Ložiska obsahují od 5 do 35% ropy a její těžba se tak stává obtížnou. Při těžbě vyvěrá pod tlakem, anebo se čerpá (Balák, 1989). Ložiska ropy se nacházejí nejen na souši, ale i na mořských pobřežích a někdy i daleko v moři. V těchto případech se vrtné soustavy umisťují na umělých ostrovech (Balák, Prokeš, 1984).

2.1.1.3. Plynná paliva

Tato plynná paliva tvoří velmi důležitou část světových energetických zdrojů. Nejdůležitější a nejefektivnějším je zemní plyn. Zemní plyn obsahuje 50 až 90% methanu (CH4), vyšší uhlovodíky typu ethan, propan butan, s příměsí vodíku, netečných plynů nebo sirovodíku. Zemní plyny se vyskytují společně ropou nebo uhlím, mohou však být též uloženy v samostatných pánvích, do nichž se dostávají skrze propustné horniny z míst svého vzniku (Balák, 1989). Zemní plyn (metan) je obsažen všude v zemi, vzniká hnilobnými procesy (Libra, Poulek, 2007). Zemní plyn je nejen ideálním palivem pro vysokou výhřevnost, ale i výbornou surovinou pro výrobu několikasložkového plynu (Balák, 1989). Ověřené světové zásoby zemního plynu dosahují podle odhadů z roku 1980 přibližně 100 miliard tun, vyjádřeno v palivu (Heřmanský, Štoll, 1992).

2.1.1.4. Primární elektrická energie

Jako primární označujeme elektrickou energii získanou přímo z primárních zdrojů energie, např. z vodních toků, z větru, z mořského přílivu, ze zemského nitra, uranu, z thoria apod. Z uvedených primárních zdrojů energie náleží do tradičních, vyčerpávajících se zdrojů energie jaderná (Balák, 1989).

2.1.1.5. Energie termonukleární

Tepelnou energii můžeme získat v průběhu jaderné reakce dvěma způsoby. Štěpením atomů některých těžkých prvků, např. uranu, plutonia, tedy štěpnou (dezintegrační) reakcí, anebo spojováním (integrací) atomů některých lehkých prvků za velmi vysokých teplot, tedy reakcí termonukleární (Balák, 1989). V jaderných elektrárnách se většinou štěpí uran, který se nachází v přírodě jako minerál smolivec nebo unranin s obsahem 30-60% uranu, anebo carbonit s obsahem 50% uranu (Balák, Prokeš, 1984). Jaderná energie bude významným zdrojem v 21. Století bez ohledu na politizaci problémů a manipulaci s veřejným a nové jaderné bloky bude třeba postavit (Libra, Poulek, 2007). V současné době se jaderná energetika rozvíjí především na bázi jehkovodních štěpných reaktorů využívajících pouze asi 0,5% přírodního uranu (Heřmanský, Štoll, 1992).

2.1.2. Využívání tradičních zdrojů

V období průmyslového rozvoje v posledních dvou stoletích došlo k intenzivnímu využívání fosilních paliv, což vede k navyšování koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře. Zvyšují se koncentrace oxidu uhličitého a dalších skleníkových plynů (metan, oxid dusný, freony) v atmosféře omezuje vyzařování nahromaděného tepla zpět do vesmíru, což má za následek globální oteplování a klimatickou změnu (Petříková a kol., 2006). Spalováním fosilních paliv se do ovzduší uvolňuje oxid uhličitý, který patří mezi nejvýznamnější skleníkové plyny, omezující vyzařování tepla zeměkoulí do kosmu. Zvýšením koncentrace oxidu uhličitého o 25% došlo k nárůstu skleníkového efektu a ke zvyšování průměrné teploty na zeměkouli (Váňa, 1998). Spálením 1 kg černého uhlí vzniká 2,56 kg CO_2, spálením 1 kg motorové nafty se uvolní 3,12 kg CO_2 a spálením 1 m^3 zemního plynu 2,75 kg CO_2 (Petříková a kol., 2006). Důležité je zvýšit účinnost elektráren a tím snížit produkci skleníkových plynů a omezit hoření fosilních paliv, využívat jaderné (JE) a obnovitelné zdroje (OZE). Energie z OZE je zatím dražší, ale šetří životní prostředí (Libra, Poulek, 2007).

2.1.3. U nás a ve světě

Evropská komise plánuje do roku 2010 zdvojnásobit ze 6 na 12% podíl obnovitelných zdrojů na celkové produkci energie v EU. Podle expertního odhadu má biomasa absolutně největší perspektivu uplatnění mezi jednotlivými druhy

obnovitelných zdrojů (80% podíl v plánu pro rok 2010). Bohužel je Česká republika v tomto směru velice zaostalá a její podíl využití energie z biomasy je jedním z nejnižších v Evropě (cca 1%). Tomu odpovídají i celoevropsky nejvyšší hodnoty emisí skleníkových plynů na 1 obyvatele (cca 15 t CO_2 na osobu a rok) (Usťak, 2000). V době největšího rozvoje těžby uhlí u nás, bylo spotřebováno více než deset tun uhlí na každého obyvatele ročně (Petříková a kol., 2006). Je to výsledek převládající neekologické výroby energie v ČR a jejího často neefektivního využívání (Usťak, 2000). V České republice má tradici především využívání odpadů ze dřeva, ale rovněž nejsou opominutelné zdroje energie, které lze v budoucnu získávat především z jiných produktů zemědělské výroby (řepka, traviny,...) (Noskievič a kol., 1996). V současné době nejsou ekonomické podmínky pro využití energie z biomasy příznivé, protože tyto formy jsou v konkurenci s výrobou energie z fosilních paliv (Zimová, 1991).

Podle WEC (World Energy Council – Světová energetická rada) vzroste světová spotřeba elektřiny o 75% do roku 2020 a o 200% do roku 2050. Totéž tvrdí i Škorpil a Kasárník (1986). Nárůst bude hlavně v rozvojových zemích. V roce 2005 bylo celosvětově vyrobeno asi 63% energie z fosilních paliv, 16,5% ve vodních elektrárnách, 17% v jaderných elektrárnách, 0,3 z geotermální energie, 2% v solárních, větrných a biomasových elektrárnách (Libra, Poulek, 2007). Nebude již dlouhou dobu opomíjen fakt, že lidská populace žije v omezeném ekosystému planety Země, který je v současné době uzavřený pokud se jedná o suroviny a látky. Otevřený je však pro výměnu energie s vnějším prostorem. Jde o vstup sluneční energie a vyzařování tepelné energie na venek (Škorpil, Kasárník, 1997).

2.1.4. Čistý zdroj energie

Nahrazením fosilních paliv biopalivem dochází ke snížení celkové emise skleníkových plynů, neboť použití biomasy pro získání energie má nulovou bilanci CO_2. Jednotlivé státy EU již dosáhly pozoruhodných výsledků ve využití energie z biomasy (Finsko 28%, Švédsko 18%, Rakousko 12,4%, atd.) (Usťak, 2000). Při spalování biomasy rovněž vzniká oxid uhličitý, který však skleníkový efekt nenavyšuje, protože rostliny za svého růstu odebírají z ovzduší CO_2 a při spalování ho do ovzduší opět vracejí. Vzhledem k tomu, že průměrná délka života rostlinné biomasy je asi deset let a podzemní části rostlin obvykle zadržují přeměněný CO_2 mnohem déle (jako kořeny nebo jako půdní organická hmota), představuje pěstování

energetické fytomasy významné vázání (sekvestraci) oxidu uhličitého z atmosféry (Petříková a kol., 2006). Spalováním rostlinných paliv emise oxidu uhličitého nenarůstají, neboť prakticky stejné množství oxidu uvolněného spálením se spotřebovává z atmosféry při fotosyntetických procesech tvorby rostlinné biomasy (Váňa, 1998). Rostoucí biomasa zpětně váže z ovzduší oxid uhličitý, který se uvolňuje při spalování a stabilizuje tak globální cyklus uhlíku (Libra, Poulek, 2007).

Na orné půdě se mohou pěstovat plodiny, určené výlučně k energetickým účelům (Zimová, 1991). Zemědělská půda v ČR činí 4,3 mil. ha, z čehož 3,1mil. ha je půda orná. Asi jedna polovina zemědělské půdy se nachází v oblastech s méně příznivými podmínkami. Přibližně jedna osmina zemědělské půdy je alokována v chráněných oblastech (Součková, Moudrý, 2005). Mohou to být známé zemědělské plodiny nebo zcela jiné druhy, nezajímavé jako potravina, ale schopné produkovat vysoký podíl sušiny z jednotky plochy, případně s vysokým obsahem uhlohydrátů nebo oleje (Zimová, 1991). Některé druhy trav mohou být využity buď jako pevné palivo nebo pro produkci bioplynu (Zimová, 1991).

2.2. Obnovitelné zdroje

2.2.1. Co jsou obnovitelné zdroje a proč je dobré je využívat

Vyčerpatelnost fosilních zdrojů průmyslových a energetických surovin a ekologické problémy spojené s jejich neúměrným využíváním nutí vyspělé státy Evropy k rozvoji nových způsobů využití obnovitelných zdrojů (Usťak, 2000). Obnovitelné zdroje můžeme též chápat jako zdroje alternativní, kterými můžeme rozumět jiný zdroj nebo jinak vyrobená energie než vzniklá spalováním fosilních paliv nebo štěpením jaderného paliva (Beranovský a kol., 2001). K obnovitelným zdrojům energie se řadí vlastní síla a síla zvířat, vodní energie, energie mořských proudů, geotermální energie, energie větru, energie akumulovaná v biomase či vodíku, solární energie (Libra, Poulek, 2007). Stále aktuálnější je využívání netradičních zdrojů energie – slunce, vody, větru. Energie, která je všude na Zemi, je levná a neustále se obnovující (Balák, 1989). Také likvidace hořlavých materiálů se stává v současné době stále závažnějším problémem nejen z hlediska tvorby životního prostředí, ale také proto, že odpadní hmoty lze využít jako druhotné energetické zdroje. Spalování odpadů lze považovat za nejdokonalejší způsob jejich likvidace (Rybín, 1981). Lidstvo by bez zdrojů schopných dávat toky energie o

vysoké hustotě nebylo schopno dosáhnout současné úrovně technologií ve všech směrech, včetně technologických zařízení pro využívání obnovitelných energií (Beranovský a kol., 2001). Globálním problémem je nerovnoměrnost spotřeby energie. 20% lidí v tzv. vyspělých státech spotřebuje 80% světové výroby energie, polovina lidí nemá elektřinu, jen dřevo na topení. Obnovitelné zdroje dnes tvoří 18% světové výroby energie, jaderné zdroje tvoří 17% (Libra, Poulek, 2007). Příspěvek obnovitelných zdrojů energie byl již v roce 1960 kolem 18% (Škorpil, Kasárník, 1997). Limitováni jsme vyčerpáním zásob ve fosilních palivech i štěpném materiálu pro jaderné elektrárny (Libra, Poulek, 2007).

Netradiční zdroje energie neznečišťující životní prostředí jsou nyní často středem pozornosti různých ekologických iniciativ, ale též techniků, energetiků, ekonomů a v neposlední řadě i domácích kutilů (Beranovský a kol., 2001). Od 1.2.2005 platí i v ČR zákon obnovitelných zdrojích energie. Podle něho musí být i v ČR vyráběno 8% energie z OZE do roku 2010 (Libra, Poulek, 2007). Prozatím však nelze o obnovitelných zdrojích energie hovořit jako o skutečných alternativách v současnosti využívaných světových energetických zdrojů, ale spíše o doplňkových zdrojích energie (Škorpil, Kasárník, 1997).

2.2.2. Druhy obnovitelných zdrojů

2.2.2.1 Sluneční energie

Sluneční energie je základním a nezastupitelným činitelem podmiňujícím existenci lidstva. Světová spotřeba energie za rok není větší než množství sluneční energie dopadající na plochu 22 000 km2, tj. asi na 0,005 % zemského povrchu. Kdyby se z toho podařilo účinně využít pouze 10%, stačila by necelá čtvrtina rozlohy Francie k tomu, aby byla kryta spotřeba energie na celé Zemi (Balák, 1989). V České republice je maximální energetický výnos krystalických křemíkových solárních systémů s pevným stojanem až 1000 kWh/kWp za rok (v optimálních podmínkách). Stejný systém se sledovačem Slunce může v ČR vyrobit až 1600 kWh/kWp za rok (Libra, Poulek, 2007). Slunce získává svou energii z termonukleárních reakcí, syntézou – fúzí atomových jader některých lehkých prvků za velmi vysokých teplot. Při termonukleární reakci se uvolňuje velké množství tepelné energie, které lze využít k výrobě elektrické energie (Balák, 1989).

Skutečným zdrojem většiny obnovitelných energií je právě sluneční záření, které je využíváno buď okamžitě v primární podobě elektromagnetického záření, nebo později – vyzářené již dříve a určitým způsobem po jeho přeměně uložené v jiný druh energie (Beranovský a kol., 2001). Největší pozornost je věnována vytápění a ohřevu užitkové vody, což zajišťují sluneční kolektory (Balák, 1989). I Česká republika již přistoupila k jisté dotační politice. Za předpokladu dodržení určitých podmínek dotuje Česká republika síťové fotovoltaické solární systémy (Libra, Poulek, 2007). Nevýhodou slunečních elektráren ve srovnání s elektrárnami tepelnými a jadernými je závislost na počasí a na délce cyklu den a noc. Nevyřešena zůstává technologie dlouhodobého skladování energie a velmi závažné je i hledisko ekologické a ekonomické. (Balák, 1989). Mnoho odborníků vidí ve sluneční energii nejperspektivnější zdroj, který nakonec vyřeší energetickou situaci lidstva (Heřmanský, Štoll, 1992). Ani hmota Slunce však není omezená a také jednou vyhoří (Balák, Prokeš, 1984).

2.2.2.2. Energie větru

Postupným vyčerpáním zdrojů velmi levné energie a v neposlední řadě i znečišťováním životního prostředí provozem zejména uhelných elektráren se znovu vracíme k možnostem využití energie větru, která je zdánlivě zadarmo a pro každého dostupná (Beranovský a kol., 2001). Otáčivý pohyb naší planety způsobuje pravidelné proudění vzduch nad mořem i pevninou. Pohyb větru je převážně vodorovný. Je charakterizován jednak směrem, odkud vane, jednak silou nebo rychlostí měřenou podle Beaufortovy stupnice. Vzdušné proudy vznikají nerovnoměrným zahříváním vzduchu slunečním zářením, takže prvotním zdrojem energie je energie Slunce (Balák, 1989).

Jednou z možností využití přírodních energií je přímá přeměna translakční kinetická energie proudících hmot vzduch v rotační energii ve větrné elektrárně (Beranovský a kol., 2001). Větrné motory lze pohánět nejen větrem, ale i uměle vyvolaným prouděním ve svislých větrných tunelech. Je možné využít i rozdílné teploty povrchu půdy a vzduchu ve vyšších vrstvách, v hlubokých údolích, ve starých dolech nebo na příkrých svazích moře (Balák, 1989). Světový energetický výzkum ukazuje, že horizontální větrné turbíny jsou účinnější než vertikální, takže se v budoucnu bude pravděpodobně pracovat pouze s horizontálním typem turbín (Balák, Prokeš). Větrné agregáty neznečišťují při výrobě elektrické energie ovzduší,

což je jejich největší klad. Jsou tedy žádoucím zdrojem energie, přestože vysoké věže větrných elektráren mohou rušit ráz krajiny, způsobovat hluk atd. Přínos větrných elektráren pro energetiku i pro ochranu ovzduší nelze již brát okrajově a je důležité s nimi do budoucna počítat jako s důležitou variantou využívání nových zdrojů energie (Balák, 1989). Uvádí se, že např. ve Velké Británii bude v nepříliš daleké budoucnosti až 40% elektrické energie získáváno z větru (Beranovský a kol., 2001). V ČR bylo v letech 2002-2004 postaveno 15 větrných elektráren o celkovém maximálním výkonu 9,86 MW. V r. 2005 činil celkový maximální výkon větrných elektráren v ČR 17,1 MW (Libra, Poulek, 2007). Je pochopitelné, že zájem o tuto ekologicky vhodnou energii v poslední době vzrostl a objevily se větrné elektrárny využívající moderní techniky (Heřmanský, Štoll, 1992).

2.2.2.3. Energie geotermální

V praxi jsou využitelné tři typy geotermálních elektráren. První využívá tepelnou energii vodních par nebo plynů unikajících přímo ze Země. Za turbínou se pára nebo plyn o nízkém tlaku vypouští nebo se dále využije k vytápění. Druhý typ geotermálních elektráren je poněkud složitější a uplatňuje se tehdy, obsahuje-li pára větší množství agresivních a korozních příměsí, které je nutné před jejich vstupem do turbíny odstranit. Třetí typ geotermálních elektráren je kombinací obou předchozích typů. Dá se použít tam, kde geotermální pára nepůsobí ještě korozi, avšak obsahuje kyselinu boritou nebo amonné soli. (Balák, 1989). Bere se hlavně v úvahu technicky dostupná geotermální energie, tedy tepelná energie tenké povrchové vrstvy zemské kůry (do 12km), popřípadě vulkanická energie v některých lokalitách (Heřmanský, Štoll, 1992). V Čechách jsou nejnadějnější oblasti v tzv. podkrušnohorském prolomu, v němž se nacházejí všechny západočeské lázně, a labská zóna v severovýchodních Čechách (Balák, Prokeš, 1984).

2.2.2.4. Energie vody

Energie získávaná z vodních toků není v bilanci naší energetiky rozhodující ani není příliš výrazným přínosem. Je však velmi cenným, ale dosud málo využitým obnovitelným zdrojem energie. Vodní elektrárny se na celkovém výrobě energie v naší republice podílejí přibližně 4%. Česká republika je svojí geografickou polohou přímo předurčena k využití vodní energie v malých vodních elektrárnách (Beranovský a kol., 2001). Nejvíce používané jsou tři druhy turbín: Peltonova

turbína, Franciscova turbína a Kaplanova turbína (Libra, Poulek, 2007) a energie vodních toků se projevuje ve formě potenciální (polohové a talkové) a ve formě energie kinetické (rychlostní) (Škorpil, Kasárník, 1997). V České republice by tedy stále měl být dostatek lokalit pro výstavbu malých vodních elektráren. Z hlediska dispozice a rozložení zdrojů vodní energie na našem území mají nezastupitelnou roli také v tom, že netvoří souvislou skupinu, ale jsou rozloženy po celém území. Lze říci, že energie z malých vodních elektráren patří k nejlevněji získávané elektrické energii. Je také ekologická a v mnoha směrech i kladně ovlivňuje režim vodního toku (Beranovský a kol., 2001). Pro efektivní využití vodní energie je předpokladem soustředění průtoku a spádu (měrné energie). To vyžaduje určité stavební zásahy v uvažované lokalitě vodní elektrárny, tzn. vybudování vodního díla (Škorpil, Kasárník, 1997). Nejvíce vodních elektráren je v Rakousku, Švýcarsku, Norsku. V Norsku pokrývají 90% spotřeby energie (Libra, Poulek, 2007). Vodní elektrárny mají z hlediska ekonomického, provozního i ekologického významné přednosti. Především nepodléhají termodynamickým zákonitostem parních cyklů a umožňují přeměnit až 80-90% mechanické energie na elektrickou (Heřmanský, Štoll, 1992).

Turbína na mořský proud je v principu podobná větrné turbíně. Např. taková turbína s trvalým výkonem 40 kW pracuje pod vodou v Itálii v Messinské úžině, kde využívá poměrně silný mořský proud (Libra, Poulek, 2007).

2.2.2.5. Energie biomasy

Biomasa je definována jako substance biologického původu (pěstování rostlin v půdě nebo vodě, chov živočichů, produkce organického původu, organické odpady). Biomasa je buď záměrně získávána jako výsledek výrobní činnosti, nebo se jedná o využití odpadů ze zemědělské, potravinářské a lesní výroby, komunálního hospodářství, z údržby krajiny a péče o ni (Pastorek, Kára, Jevič, 2004). V užším pojetí je možné za biomasu považovat organickou hmotu rostlinného původu získanou na bázi fotosyntetické konverze sluneční energie (Beranovský a kol., 2001).

Způsob využití biomasy k energetickým účelům je do značné míry předurčen fyzikálními a chemickými vlastnostmi biomasy. Velmi důležitým parametrem je vlhkost, resp. obsah sušiny v biomase. Hodnota 50% sušiny je přibližná hranice mezi mokrými procesy (obsah sušiny je menší než 50%) a suchými procesy (obsah sušiny je větší než 50%) (Pastorek, Kára, Jevič, 2004).

Pro energetické účely k přímému spalování lze využít řadu rostlinných druhů. Přitom může jít o jednoletém víceleté či vytrvalé energetické rostliny, které nedřevnatí, nebo dřeviny (Šnobl a kol., 2004). V poslední době se osvědčily plantáže rychle rostoucích dřevin, kde se dřevní hmota sklízí formou prořezávání či vymýcení v pravidelných cyklech několika let (Libra, Poulek, 2007).

Energii z rostlin je možno získávat buď přímým spalováním celých rostlin, nebo jejich částí, popř. výrobu 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 (Noskievič a kol., 1996).

K energetickým účelům se dají rostliny přímo záměrně pěstovat, nebo se využívá rostlinných zbytků. Využívání biomasy k energetickým účelům má některé výhody oproti konvenčním palivům. Základní výhodou je, že zdroj energie má obnovitelný charakter. Při využívání biomasy dochází k menším negativním dopadům na životní prostředí. Biomasa je domácím energetickým zdrojem, proto se snižuje potřeba dovozu jiných energetických zdrojů. Takto řízená produkce biomasy přispívá k vytváření krajiny a péče o ni. Energetické využití biomasy je často zaměřeno na rostlinné zbytky, které by jinak neměly uplatnění (Havlíčková a kol., 2008).

Další možnost nabízejí oceány, tvořící 70% zemského povrchu. Jejich produkce biomasy však není doposud dostatečně využívána. Projekty ´´Mořských farem,, počítající s pěstování mořských řas, které obsahují velké množství glycidů (50-75% sušiny) a dosahují vysokých výnosů (ÚVTIZ, 1986).

Všude ve světě je do biomasy určené k energetickému využití vkládána naděje, že se stane alternativním obnovitelným energetickým zdrojem a v budoucnosti nahradí podstatnou část mizejících neobnovitelných klasických zdrojů energie (uhlí, ropné produkty, zemní plyn) (Beranovský a kol., 2001). Celosvětově se odhaduje, že biomasa zatím pokrývá zhruba 15% spotřeby energie. Počítá se, že v zemích EU by se měla během několika let energetická biomasa pěstovat na 20% zemědělské půdy (Libra, Poulík, 2007). Státní energetická koncepce (SEK) předpokládá, že podíl biomasy dosáhne k cílovému roku 2030 cca 85% celkového podílu primárních zdrojů (PEZ) (Havlíčková a kol., 2007).

2.3. Lesknice, Ovsík a Srha

Čeleď trav (Poaceae) se člení do 350 rodů, v nichž je zastoupeno více než 3500 druhů. U nás roste v přirozených porostech nebo i v kultuře 77 rodů s 238 druhy, ze kterých se většina vyskytuje jako botanická vzácnost. Pro utváření travních porostů má však praktický význam pouze asi 30 rodů, mezi které patří i lesknice rákosovitá, ovsík vyvýšený a srha říznačka (Regal, 1953). Význam trav v našich klimatických podmínkách spočívá hlavně v tom, že mohou růst a dávat uspokojivé výnosy na takových stanovištích, kde by ostatní druhy zemědělských plodin vegetovat vůbec nemohly anebo by neposkytovaly dostatečné výnosy (Stejskal, 1964). Travním porostům vyhovují spíše vlhčí podmínky. Proto největší podíl přírodních luk a pastvin z celkové plochy připadá na bramborářskou výrobní oblast (46%), dále na výrobní oblast horskou (34%) a nejméně na řepařskou a kukuřičnou (Klestil a kol., 1980).

2.3.1. Chrastice rákosovitá, Lesknice (Phalaris arundinacea)

Jedna z mnoha alternativních plodin, o jejímž rozšířeném pěstování pro průmyslové a energetické využití se uvažuje, a to hlavně v Německu, Dánsku ale i severských evropských státech, jako je Finsko, Švédsko, je chrastice rákosovitá. Tato plodina má sloužit jako zdroj pro výrobu buničiny nebo jako potenciální energetický zdroj (Petříková a kol., 2006). U nás ji však z pícninářského hlediska zatím není věnována náležitá pozornost (Regal, 1953).

2.3.1.1. Charakteristika plodiny

Chrastice rákosovitá, nazývaná také lesknice rákosovitá, je vytrvalá tráva relativně náročná na vodu a živiny, nenáročná na agrotechniku, dávající ve vhodných podmínkách vysoké výnosy nadzemní fytomasy (Petříková a kol., 2006). V průměru je její výnos 7 tun/ha a ve vhodných podmínkách a lesknicových loukách jsou výnosy až 15 a více tun/ha (Regal, 1953).

2.3.1.2. Botanické zařazení a popis plodiny

Chrastice rákosovitá se dá obecně charakterizovat jako tráva, která je značně náročná na vodu a živiny, nenáročná na agrotechniku, dávající ve vhodných podmínkách relativně vysoké výnosy. Je to vytrvalá cizosprašné výběžkatá tráva z čeledi lipnicovité (Poaceae). Patří k autochtonním druhům. Je přirozeně rozšířena

na celém území našeho státu, všude tam, kde je dostatek půdní vláhy. Chrastice rákosovitá roste divoce téměř po celé Evropě, Asii (kromě jižní části), Severní Americe. Chrastice patří mezi naše nejvyšší trávy. Výška stébel často přesahuje 2 m. Mohutná přímá stébla jsou zakončena dlouhou jednostrannou latou. Sterilní výhony jsou stébelné, hustě olistěné. Listy jsou dlouhé a široké (Petříková a kol., 2006). Od ostatních trav se většinou odlišuje barvou, širokými listy a mohutným vzrůstem (Regal, 1953). Chrastice rákosovitá vytváří dlouhé podzemní oddenky, které jsou rozprostřeny těsně pod povrchem půdy. Kořenový systém je mohutný, jdoucí do značné hloubky. Lze ji pěstovat také senokosné účely. Nesnáší nadměrné sešlapávání. Choroby a škůdci obvykle u chrastice nečiní problémy (Petříková a kol., 2006).

Jedná se rákosovitou rostlinu s listy 6-12mm širokými a plochými. Jazýček listů je 3-6 mm dlouhý a často dřípený. Lata je kyticovitá, 10-20 cm dlouhá, bělavě zelená nebo načervenalá. Klásky jsou 5-7 mm dlouhé, nahloučené na koncích větévek laty a jsou 1květé se 4 plevami. Rostlina se vyskytuje v pobřežních rákosinách, podmáčených olšinách, lužních lesích a často vytváří čisté porosty. Vyskytuje se hojně po celé Evropě (Schauer, 2005).

2.3.1.3. Nároky na stanoviště

V přirozených travních porostech se chrastice rákosovitá nejvíce vyskytuje v okolí vodních toků (Petříková a kol., 2006). Vyskytuje se na celém území našeho státu, všude tam, kde je dostatek půdní vláhy, to tvrdí i Římovský, Hrabě a Vítek (1989). Na březích řek a potoků vytváří téměř čisté monokultury (Regal, 1953). Její rozšíření vysoko do hor upozorňuje na její velkou odolnost vůči drsným klimatickým podmínkám. Nejlépe se jí daří na těžších půdách s bohatou zásobou živin. Na půdní reakci není zvláště citlivá. Je dobře přizpůsobivá půdní reakci v rozmezí pH od 4 do 7,5 s optimem kolem pH 5. Po zakořenění jí neškodí ani delší přísušek. Holomrazy ani pozdní jarní mrazíky jí neškodí. Také zastínění nebo krátkodobé zaplavení snáší dobře (Petříková a kol., 2006).

2.3.1.4. Používané odrůdy

V seznamu odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize České republiky k 1.10.2004 není registrována žádná odrůda. V zemích EU se považuje za standart odrůda Palaton (USA). Některé další zahraniční odrůdy: Luba syn. Motycka (POL),

Motterwizer (D), Pervenec (SUN), Peti, Szarvasi 50, Szarvasi 60, Keszthelyi 52 (H), Lara (NOR), Vantage, Venture (USA), Belevue, Rival (Canada).

Pro energetické a průmyslové využití se v zahraničí šlechtí nové odrůdy pro průmyslové využití, které by se měly lišit od krmných tím, že mají vysoký poměr stonků oproti listům, nízký obsah popele a prvků jako jsou křemík, draslík a chlór. Chlór při spalování způsobuje korozi spalovacích zařízení a popel se při vysokém obsahu uvedených prvků a při nízkých teplotách spalování taví a spéká (Havlíčková a kol., 2008). Pokud je v materiálu vysoký obsah křemíku, projeví se to nízkou teplotou tavení popela, což může při nevhodné konstrukci spalovacího zařízení způsobovat provozní potíže (Petříková a kol., 2006).

2.3.2. Ovsík vyvýšený (Arrhenatherum elatius)

Biomasa ovsíku vyvýšeného se tradičně využívá ve směsích víceletých i krátkodobých lučních porostů. Vzhledem k vysokému hrubšímu stéblu, středně poléhavému má dobré předpoklady využití i v energetice, pro přímé spalování nebo jako přídavek do fermentoru při výrobě bioplynu (Petříková a kol., 2006).

2.3.2.1. Charakteristika plodiny

Ovsík vyvýšený je víceletá vysoce vzrůstná tráva, využívaná tradičně jako kvalitní pícnina. Dorůstá až do výšky 150 cm, proto má dobré předpoklady i pro využití k energetickým účelům (Petříková a kol., 2006). I na chudších půdách vždy přesáhne výšku minimálně 50 cm (Regal, 1953). Jedná se o trávu domácího původu, proto se jí v našich podmínkách dobře daří (Petříková a kol., 2006). Je to dominantní druh v nížinných extenzivních aluviálních loukách (Hrabě, Buchgraber, 2009).

2.3.2.2. Botanické zařazení a popis plodiny

Ovsík vyvýšený je volně trsnatá, vysoká tráva jarního charakteru. Plodonosná stébla ovsíku dosahují 120 – 150 cm. Trs je vzpřímený, středně hustý, v průměru je vysoký 80 – 130 cm. Stéblo je hrubší, středně poléhavé se středním olistěním. Listy jsou široké, dlouhé, typicky převislé, řídce ochmýřené (Petříková a kol., 2006). Povrch listu bývá posetý trichomy, ale jejich výskyt není pravidelný a kolísá podle stanoviště a roční doby (Regal, 1953). Má delší latu, semeno je osinaté. HTS je 2,8 až 3,4 g. Ovsík vyvýšený má široce rozvětvenou kořenovou síť

pronikající většinou hluboko do půdy, takže dobře odolává i přísuškům. Je středně odolný vůči chorobám. Ovsík poměrně dobře obrůstá, ale nesnáší sešlapování. Jedná se o trávu víceletou, vydrží na stanovišti tři roky (až 5) (Petříková a kol., 2006).

Ovsík vyvýšený má ploché listy, 4-8 mm široké, svrchu krátce chlupaté, pochvy listů lysé, jazýček krátký, uťatý, zubatý. Lata ovsíku je 10-20 cm dlouhá. Klásky 8-12 mm dlouhé, 2květé, jen s 1 kolénkatou osinou. Spodní pleva je 1žilná a horní 3žilná. Ovsík vyvýšený se nejčastěji vyskytuje na živných loukách a na mezích u cest. Je to vydatná pícní tráva, hojně zastoupená po celé Evropě (Schauer, 2005).

2.3.2.3.Nároky na stanoviště

Ovsík vyvýšený se hodí do oblastí spíše mírnějšího klimatu, neboť nesnáší příliš drsné podmínky. Vyhovují mu i mírně sušší stanoviště, neboť se díky svému bohatě rozvinutému kořenovému systému dokáže poměrně dobře zásobovat půdní vláhou (Petříková a kol., 2006). Dává přednost teplým, kyprým, živinami bohatým a hlubokým půdám, dostatečně humózním, s dostatkem vápna (Římovský, Hrabě, Vítek, 1989). Vhodnější je jeho pěstování v lučních porostech určených ke sklizni, než na pastvinách, kde trpí sešlapáváním (Petříková a kol., 2006). V našich klimatických podmínkách je nejvíce rozšířen v přirozených travních porostech řepařských oblastí (Regal, 1953).

2.3.2.4. Používané odrůdy

V seznamu odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize České republiky k 1.10.2007 jsou zapsány jen 2 odrůdy ´Rožnovský´ a ´Medián´. Odrůda ´Medián´ je pozoruhodná bezosinatou obilkou a snadným vysíváním (Havlíčková a kol., 2008). Její předností je vysoký výnos kvalitní hmoty, vhodnost do sušších podmínek a snadnost manipulace s osivem vzhledem k jeho bezpečnosti (Šantrůček a kol., 2003). Ve světě existuje více odrůd ovsíku vyvýšeného, žádná však u nás není registrovaná. Bezosinatá je také např. polská odrůda Wiwena. Odrůdy jsou vesměs šlechtěny na vysoký výnos biomasy. Naše šlechtěné odrůdy ovsíku vyvýšeného jsou vhodné především do pahorkatinných oblastí při jejich dobré přizpůsobivosti středoevropským klimatickým podmínkám (Havlíčková a kol., 2008). Odrůda Rožnovský – od roku 1940. Je to odrůda středně pozdní. Byla vyšlechtěna výběrem

z přirozených porostů na Valašsku, v tehdejší zemské výzkumné stanici pícninářské v Rožnově pod Radhoštěm (Petříková a kol., 2006).

2.3.3. Srha laločnatá, říznačka (Dactylis glomerata)

2.3.3.1. Charakteristika plodiny

Srha laločnatá je víceletá až vytrvalá tráva středně náročná na vláhu a živiny, která je nenáročná na agrotechniku a má vynikající stabilní produkci v širším spektru ekologických podmínek (Petříková a kol., 2006). Již od 18. stol. se řadí mezi kulturní trávy a patří k nejlepším pícním trávám (Regal, 1953). Autochtonní druh, který je rozšířen na celém našem území a také v mírném pásmu Euroasie a Jižní Ameriky (Havlíčková a kol., 2008). Vytváří silné trsy a při intenzivním využívání a hnojení je silně konkurenčním druhem (Hrabě, Buchgraber, 2009).

2.3.3.2. Botanické zařazení a popis plodiny

Srha laločnatá patří do čeledi lipnicovité (Poaceae). Je to víceletá až vytrvalá tráva, volně trsnatá. V lučních porostech vytváří mohutné, široké trsy s obloukovitými listy. Srha laločnatá vytváří středně hluboký až hluboký kořenový systém svazčitých kořenů s maximálním množstvím kořenové hmoty v hloubce 5 – 25 cm. V nadzemní části tvoří listové výhonky, stébelné fertilní výhonky a méně zkrácené stébelné výhonky. Listy jsou dlouhé, v mládí složené, s velkým jazýčkem a zploštělými listovými pochvami, které jsou matné a lysé. Stébla jsou vzpřímená a nesou charakteristické květenství, tzv. staženou latu. Srha laločnatá patří mezi převážně ozimé trávy, plodná stébla tvoří ve 2. roce vegetace a metá jen do 1. seče, po posečení tvoří jen dlouhé listové výhonky, případně zkrácené stébelné výhonky (Havlíčková a kol., 2008). Patří k velmi raným travám, protože na jaře obrůstá velmi rychle a její další růst je také velmi intenzivní (Regal, 1953). Srhu velmi citlivě poškozují pozdní mrazíky, právě proto, že má rychlý vývoj na jaře, ale během vegetačního klidu, pod sněhovou pokrývkou i bez ní je poměrně odolná (Stejskal, 1964). Plodem je středně velká kýlnatá, mírně prohnutá obilka s krátkou osinou, 4-7 mm dlouhá a 1,5 mm široká, HTS 0,70-1,30 g. Po zasetí se srha laločnatá dosti rychle vyvíjí a plného vývinu dosahuje již druhého roku, s maximálním rozvojem ve 2. - 5. roce vegetace. Maximálních výnosů dosahuje v 1. - 4. užitkovém roce (Havlíčková a kol., 2008). Na stanovišti setrvává více let, její vytrvalost může být až

10 let, ale hospodářsky je významná jen 4-5 let (Římovský, Hrabě, Vítek, 1989). Z jara brzy obrůstá, avšak mohou ji částečně poškozovat pozdní mrazíky. V rámci skupiny druhů kulturních pícních trav vytváří zapojené porosty s vyšší vytrvalostí a dobrou konkurenční silou vůči plevelům. Srha laločnatá je cizosprašný alotetraploidní druh (2n = 28) (Havlíčková a kol., 2008). Srha laločnatá je šedozelená rostlina, klásky 3-4květé, zelené, často nafialovělé, klubíčkovitě uspořádané na větévkách laty. Kvetoucí lata je s 3úhlelníkovým obrysem, vzpřímená, s odstávající spodní větévkou laty. Plevy jsou tuhé, neprosvítavé. Volně se vyskytuje na živných (hnojených) loukách a pastvinách po celé Evropě (Schauer, 2005).

2.3.3.3. Nároky na stanoviště

V přirozených a polopřirozených travních porostech se srha laločnatá vyskytuje na středně vlhkých (mezofytních) stanovištích se širší stanovištní amplitudou od stupně suššího (mezoxerofitního) až po stupeň vlhčí (mezohygrofytní), je tedy značně přizpůsobivá. Na živiny je náročná až středně náročná a vyskytuje se na půdách středně až bohatě zásobených živinami (stupeň mezotrofní až eutrofní) (Havlíčková a kol., 2008). Nejvíce je zastoupena v řepařském výrobním typu, vyskytuje se i v horských oblastech, ale nikoli na okrajích lesa (Římovský, Hrabě, Vítek, 1989). Proti jiným travám snáší srha laločnatá velmi dobře zastínění, protože má velkou asimilační plchu (Regal, 1953). Na půdní reakci není zvláště citlivá, je dobře přizpůsobivá půdní reakci v rozmezí pH od 4,0 do 7,5 s optimem pH kolem 5,5. Srha si dokáže dobře osvojovat vláhu i živiny a vyniká stabilními výnosy i v sušších letech (Havlíčková a kol., 2008).

2.3.3.4. Používané odrůdy

Odrůdovému šlechtění srhy laločnaté je u nás i ve světě věnována pozornost již řadu let s ohledem na její široké pícninářské uplatnění na loukách i na pastvinách, včetně použití v travních směsích určených pro dlouhodobější zatravňování orné půdy. V seznamu odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize České republiky k 1.10.2007 je zapsáno celkem 10 odrůd (Ambassador, Barexcel, Dana, Intensiv, Lada, Niva, Vega, Velena, Zora), vesměs šlechtěných na vysoký výnos pícní biomasy. Jako ověřené pro podmínky podhorských oblastí Jižních Čech lze doporučit odrůdy Lada, Niva, Vega, Zora. V ČR se šlechtí srha laločnatá již řadu let,

zejména na šlechtitelských stanicích Větrov, Hladké Životice a Tagro Červený Dvůr. Naše šlechtěné odrůdy srhy laločnaté jsou při jejich dobré přizpůsobivosti středoevropským klimatickým podmínkám vhodné především do pahorkatinných až podhorských oblastí. Byly šlechtěny především na výnos a kvalitu píce (Havlíčková a kol., 2008).

2.4. Agrotechnika pěstování trav

Pro intenzivní pěstování na orné půdě připadají v úvahu především trávy volně trsnaté, kam patří i lesknice rákosovitá, ovsík vyvýšený a srha říznačka (Poulík, 1996).

Správná volba plodin a vhodná agrotechnika jsou základem dobré sklizně a tedy i přiměřeného zisku. Než se zemědělec rozhodne, zda zařadí energetické plodiny do svého osevního postupu, měl by se seznámit s konkrétními plodinami, potenciálem jejich výnosu, požadavky na agrotechnické postupy a příslušnými termíny. Od těchto parametrů se, mimo jiné, odvíjí náklady na pěstování, z čehož se následně odvíjí budoucí zisky (Petříková a kol., 2006). Trávy na orné půdě lze pěstovat buď jako monokultury, nebo ve směskách. Uplatnění nacházejí hlavně v podmínkách, kde se nedaří jetelovinám. Jde především o mělké půdy ve vyšších polohách, na svažitých pozemcích a ve srážkově bohatých oblastech (Poulík, 1996). Energetické plodiny lze obecně charakterizovat jako nenáročné, ale rozhodně by tím neměl vznikat dojem, že se jedná o plodiny bezúdržbové nebo plevelné. Každá plodina potřebuje svou péči, ochranu před chorobami a škůdci, zajištění dostatečného množství přístupných živin, ale i předseťovou úpravu pozemku a správné založení porostu, jinak se dočkáme jen slabé nebo žádné sklizně. Ne vždy je v okolí farmy či zemědělského družstva vhodná zpracovatelná kapacita a zájem o konkrétní energetické plodiny, proto je důležité předem ověřit zájem o cíleně pěstovanou biomasu v dostatečné blízkosti nebo zajistit odbyt přímo v místě. V současné době se v České republice pěstování energetických plodin teprve dostává do širokého povědomí zemědělců. Řada plodin je teprve ve fázi výzkumu a jejich pěstování je zatím na experimentální úrovni. U některých z nich lze narazit na legislativní zábrany, zatím povolené odrůdy apod. (Petříková a kol., 2006).

Z živin jsou trávy nejnáročnější na dusík, kterého výnosem 1 t sena odčerpávají 20-30 kg. Odběr dalších živin činí 2-2,5 kg P, 20-28 kg K, 4-8 kg Ca a 1,2-2,5 kg Mg. Využití živin na tvorbu výnosu, zvláště dusíku, je u trav silně

limitováno vláhovými podmínkami (Poulík, 1996). Hnojení fosforem a draslíkem ovlivňuje již méně produktivnost porostu (Hrabě, Vítek, Koutný, 1982). Hořčík jako důležitá složka chlorofylu má pro rostliny velký význam. Ovlivňuje příjem ostatních živin, zejména P, K, Ca (Klestil a kol., 1978). Výživa je jedním ze základních agrotechnických opatření, ovlivňující botanické složení, produktivnost a vytrvalost. Za hlavní zásobovatele dusíku počítáme organickou hmotu, exkrementy hospodářských zvířat, dusík fixovaný rhizobiemi a minerální dusíkatá hnojiva (Halva a kol., 1983).

2.4.1. Chrastice rákosovitá, Lesknice (Phalaris arundinacea)

2.4.1.1. Osevní postup

Porost lesknice se zakládá na nezapleveleném pozemku. Lesknice je nenáročná na předplodinu. Může se sít prakticky po všech předplodinách. Vhodnou předplodinou jsou luskoobilní směsky a obilniny, které následují buď po pícnině nebo po ozimé řepce (Havlíčková a kol., 2008).

2.4.1.2. Hnojení

Uvádí se, že lesknice je značně náročná na živiny. Ve Švédsku uvádějí průměrné dávky živin při pěstování lesknice sklízené na jaře 80 kg/ha N, 30 kg/ha K a 10 kg/ha P. Ve Švédsku bylo použito s úspěchem také přihnojování čistírenským kalem. Ve Finsku používali v polních pokusech prvním rokem 40-70 kg/ha N a později 70-100 kg/ha N. Z pokusů vyplývá, že lze doporučit od druhého roku stáří porostu dávku 50-80 kg/ha N (dle půdních podmínek) (Havlíčková a kol., 2008). Průmyslová hnojiva jsou pro travní porosty nepostradatelná. Aplikují se nejen jako doplněk ke statkovým hnojivům, ale se stejným účinkem se používají jako samotná, což je i ekonomičtější (Halva a kol., 1983). Z organických hnojiv lze používat především tekutá stájová hnojiva- kejdu a močůvku (Poulík, 1996). Z hospodářského i prototechnického hlediska jsou stájová hnojiva opodstatněná jen ve vyšších polohách s dostatkem srážek (Halva a kol., 1983), což potvrzuje i Najman (1980). Protože jejich aplikace je možná jen na povrch, nastávají při vyšších teplotách ztráty na živinách, organické hmotě a ničí mikroorganismy. 10 tun hnoje od hovězího dobytka poskytuje 45kg N, 9kg P a 45kg K, 10 t ovčího hnoje, 85kg N, 11kg P a 55kg K (Halva a kol., 1983). Při aplikaci před setím se doporučuje jejich zapravení do půdy. To platí i pro ovsík vyvýšený a srhu říznačku. Dávky kejdy se

pohybují v rozmezí 40-100 t/ha a dávky močůvky od 20 do 80 t/ha (Poulík, 1996). Při hnojení musíme také zvažovat, jaká je zásoba živin v půdě, kde se plodina pěstuje, a jakých výnosů se dosahuje na daném stanovišti, tedy jaké množství živin odchází z pole se sklizenou fytomasou (Petříková a kol., 2006).

2.4.1.3. Agrotechnika

Volba agrotechnických postupů je dána účelem, pro který se lesknice pěstuje. Lesknici je možno pěstovat na semeno, píci nebo průmyslové využití. Na semeno se seje na přiměřeně vlhký pozemek s těžší půdou s dostatkem živin do širších řádků (25-30 cm), množství osiva je 8-10 kg/ha. Výsev je možno provádět na podzim nebo časně z jara zároveň s krycí plodinou, nebo bez krycí plodiny časně na jaře (Havlíčková a kol., 2008). Podzimní výsev je možné použít proto, že obilky klíčí již při několika stupních nad nulou a mohou dobře využít podzimní nebo zimní vláhy (Regal, 1953). Na podzim by měla být lesknice zaseta do 20.-25.srpna, aby do zimy dobře zakořenila (Petříková a kol., 2006). Lesknice dozrává ke konci července. Lesknici na semeno je třeba sklízet opatrně, neboť obilky dozrávají značně nestejnoměrně a snadno vypadávají. Výnosy semene se udávají 2-4 g/ha (Havlíčková a kol., 2008).

Při pěstování lesknice na píci (hmotu) se seje do užších řádků na vzdálenost 12,5-30 cm podle využití. Výsevek v čisté kultuře činí 20-25 kg/ha semene, což potvrzuje i Regal (1953). Pro zajištění dobré kvality píce je třeba porosty lesknice sklízet ještě před metáním, kdy seno má vysoký obsah bílkovin. Po vymetání se rychle zhoršuje její stravitelnost (Havlíčková a kol., 2008). Obecně se uvádí, že lesknice rákosovitá má průměrný obsah živin a horší stravitelnost než ostatní pícní trávy (Petříková a kol., 2006). Při pozdější sklizni se doporučuje zesilážovat. Obvyklé jsou dvě až tři seče za rok (Havlíčková a kol., 2008).

Porosty lesknice určené pro energetické využití se zakládají obdobně jako na píci (Petříková a kol., 2006). Dobře založené porosty vydrží několik let. Doporučují se však sklízet po zimě brzy na jaře, kdy mají rostliny nízký obsah vody (12-20%). Jako druhý důvod výhody sklizně po zimě se uvádí, že množství živin obsažených v rostlinách je na jaře poloviční v porovnání s rostlinami sklizenými např. v srpnu. Jako důvod se uvádí translokace živin do kořenové části a jejich vyluhování během zimy. Také na podzim některá stébla u některých populací mají tendenci tvořit

zelené větve z paždí na listových pochvách. Porosty je možné každoročně přihnojovat nejlépe na jaře před vegetační sezónou (Havlíčková a kol., 2008).

2.4.1.4. Ochrana rostliny

Choroby a škůdci obvykle u lesknice nečiní problémy. Za určitých podmínek se mohou vyskytnout listové choroby (Stagonospora, Helminthosporium). Proti plevelům je možno aplikovat herbicidy, které se používají do jarních obilnin a to nejlépe ve fázi 2-5 litrů chrastice. Doporučuje se Starane EC 250 v dávce 2-3 l/ha nebo Lontrel 300 v dávce 0,8-1,0 l/ha nebo Harmony Extra v dávce 0,5 kg/ha (Havlíčková a kol., 2008). Stejskal (1964) uvádí, že choroby trav jsou obdobné jako u obilovin, tj. sněti a rzi, plíseň sněžná a jiné.

2.4.1.5. Sklizeň a posklizňové ošetření

Chrastice určená pro průmyslové využití se v roce výsevu většinou na podzim nesklízí. Sklízí se v drtivé většině na jaře, kdy se poseká na řádek, a potom se lisuje do balíků. Sklízecí mechanizmy se někdy upravují tak, že se sníží otáčky bubnu a zvětší se průchodnost sklízecího ústrojí. Při těchto opatřeních je snižován odrol listů. Při energetickém využití se dají též lisovat brikety nebo pelety. Pokud jde o výnosy, potom např. ve Švédsku se uvádějí průměrné výnosy sušiny za pět let pěstování (od druhého roku) při dávce 100 kg/ha N 9 t/ha na konci vegetační sezóny a 7,5 t/ha na jaře. Ztráty sušiny přes zimní období se uvádějí kolem 25%. Průměrné výnosy sušiny v okolních státech se pohybují v rozmezí 4,5 až 9 t/ha. Uvádí se, že na uměle založených loukách při hnojivé závlaze lze dosáhnout výnosů více než 15 tun sena na 1ha (Petříková a kol., 2006). Při dostatečném hnojení poskytuje 3-4 seče s výnosem značně převyšujícím 10 t sušiny z 1ha (Římovský, Hrabě, Vítek, 1989). Při sklizni lze využít existující zemědělskou mechanizací, která je běžně dostupná v zemědělských provozech. Dodržení správného termínu sklizně a včasná transformace suroviny do skladovatelného stavu je základním předpokladem úspěšné produkce (Petříková a kol., 2006). Mechanické ztráty při sklizni zavadlé píce vznikají odrolem jemných a často sušších částí rostlin (listů) (Hrabě, Vítek, Koutný, 1992).

Lesknice lze také sklízet pro výrobu bioplynu. Stejně jako při sklizni na píci je i sklizeň pro využití na bioplyn v době, kdy obsah sušiny je pod 35%. Během roku se může na bioplyn sklízet 2-3x (Havlíčková a kol., 2008).

2.4.2. Ovsík vyvýšený (Arrhenatherum elatius)

2.4.2.1. Osevní postup

Ovsík vyvýšený je vhodné vysévat jako monokulturu na teplejší, sušší pozemky s dobrou zásobou živin. Ovsík je nenáročný na předplodinu. Může se sít prakticky po všech plodinách. Nejvhodnější předplodinou jsou hnojené okopaniny, luskoviny a jeteloviny a ozimá řepka (Havlíčková a kol., 2008). Nejvhodnější předplodinou pro založení porostu ovsíku vyvýšeného jsou brambory (případně i další plodiny, ke kterým byla aplikována organická hnojiva). V případě založení semenářské kultury je nutné, aby na pozemku nebyly minimálně po tři poslední roky pěstovány žádné druhy trav na semeno. Dále musí být zachována minimální vzdálenost 100 m od jiných odrůd ovsíku vyvýšeného (Petříková a kol., 2006).

2.4.2.2. Hnojení

Ovsík vyvýšený je náročný na živiny (Havlíčková a kol., 2008). Stejskal (1964) však tvrdí, že ovsík vyvýšený je ve srovnání s ostatními travami velmi náročný na dostatek snadno přístupných živin v půdě.

Vyhovují mu střední až vyšší dávky minerálních živin a krátkodobě porosty ovsíku snáší i animální hnojení včetně vyšších dávek. Minimální dávka N, na kterou začíná ovsík reagovat zvyšováním výnosu je 50 kg N/ha za rok. Optimální dávky dusíku pro ovsík vyvýšený se pohybují v rozmezí 100-160 kg N/ha za rok. Ovsík dobře reaguje i na dávky přes 200 kg N. Vyšší dávky živin (nad 100 kg N/ha za rok) je vhodné dělit v poměru 2/3 dávky na jaře a 1/3 po 1. seči (Havlíčková a kol., 2008). Nadměrné dávky dusíku snižují obsah sušiny píce, zvyšují obsah vlákniny, poklesává obsah vodorozpustných cukrů a chutnost píce (Hrabě, Buchgraber, 2009). Podzimní hnojení fosforem v dávce 30-50 kg/ha a draslíkem v dávce 60 kg/ha, případně i dusíkem v dávce 50 kg/ha podporuje tvorbu fertilních odnoží a stébel (Havlíčková a kol., 2008). Na fosfor jsou trávy náročné zejména v období odnožování a začátku prodlužování stébel, kdy přijímají 30-40% veškerého dusíku (Poulík, 1996). Dostatečné hnojení fosforem je zvláště důležité při vyšších dávkách dusíku, neboť umožňuje dosáhnout uspokojivý obsah fosforu v píci a samozřejmě i plný výnosový efekt dusíku (Klestil a kol., 1980). Dusík se zpravidla aplikuje částečně v září a pak na jaře, podle stavu porostu, buďto jednorázově nebo v dávkách (Petříková a kol., 2006).

2.4.2.3. Agrotechnika

Ovsík vyvýšený je vhodné využívat pro zakládání monokultur a dočasných jetelotravních směsí. Optimální doba využívání monokultur i směsí je 2-5 užitkových let (Havlíčková a kol., 2008). Dle Římovského, Hraběte a Vítka (1989) udržuje plnou produkci píce přibližně 3 roky a na stanovišti zpravidla nesetrvá déle než 5 let. Ovsík vyvýšený je tráva vhodná ke kosení 1-4x ročně. Pro energetické využívání je vhodné jeho využívání kosením 1-2 ročně. Velmi dobře snáší také mulčování, zejména na vyšší výšku, a to krátkodobé i dlouhodobé. Pastvu a sešlapávání ovsík vyvýšený nesnáší, což tvrdí i Šantrůček a kol. (2003). Při semenářském využití lze zakládat porosty do krycí plodiny (nejlépe senážní oves, dále luskovinoobilní směsky, bob, eventuálně jarní ječmen, jarní pšenice) v období od konce března do poloviny května. Při přímém výsevu bez krycí plodiny lze porosty ovsíku zakládat na jaře a ve vlhčím období i v létě (do 25. srpna). Semenářské porosty se nejčastěji vysévají do širších řádků (25 cm), ve kterých dávají vyšší výnosy semene. Optimální hloubka setí je 2,5-4 cm (Havlíčková a kol., 2008), což potvrzuje i Římovský, Hrabě a Vítek (1989). Na těžkých půdách se ovsík vysévá do hloubky nejméně 1,5 cm a na středních 2,5 cm (Regal, 1953). Výsevek u porostů na semeno činí 25 kg (Havlíčková a kol., 2008). Výsev ovsíku vyvýšeného se musí provádět speciálním strojem, jehož výsevní ústrojí je opatřeno kartáči, které umožní správné uvolňování semen secího stroje (Petříková a kol., 2006). Ovsík vyvýšený je poloraný až raný a semenářské porosty dozrávají většinou od počátku července. Sklízí se kombajny (600-700 otáček za minutu s povoleným košem) při vyšším strništi. Výnosy semene se pohybují v rozpětí 3-8 g/ha (Havlíčková a kol., 2008).

Při pěstování ovsíku vyvýšeného na biomasu lze doporučit jeho pěstování v monokultuře na 4-6 užitkových let. Vysévá se do řádků o šířce 12,5-24 cm podle využití. Výsevek v čisté kultuře je 35-40 kg semene/ha. Ovsík patří mezi ranné až polorané trávy, na jaře brzy odrůstá a metá. Porosty pro pícní a energetické využití formou výroby bioplynu je třeba sklízet dříve, a to na počátku metání (1/3 laty vymetaná). Porosty určené pro spalování biomasy je naopak nutné sklízet později, nejlépe až po odkvětu a během zrání. Biomasa ovsíku vyvýšeného je vzhledem k dobrému olistění vhodnější k výrobě bioplynu a ovsík patří mezi trávy s jeho vyšší produkcí. Porosty ovsíku lze využívat 2-3 sečemi, pro sklizeň biomasy pro přímé

spalování je vhodnější využití jedné seče. Nejvhodnější termín sklizně biomasy ovsíku pro spalování je srpen až počátek září. Porosty ovsíku určené pro spalování lze sklízet i po zimě brzy na jaře, kdy je biomasa sušší a s nízkým obsahem živin (Havlíčková a kol., 2008). V průběhu jarního období nevyžaduje porost ovsíku vyvýšeného zpravidla další mechanické ošetření (Petříková a kol., 2006). Při jarní sklizni však může dojít k výraznému snížení výnosů vlivem poléhání pod sněhovou pokrývkou (Havlíčková a kol., 2008).

2.4.2.4. Ochrana rostlin

Obecně platí, že porosty trav, zejména pokud nejsou pěstovány v čisté kultuře, ale ve směsích, nejsou napadány v porovnání s jinými kulturami tolik chorobami a škůdci jako porosty jiných zemědělských plodin (Stejskal, 1964). Ani u ovsíku choroby ani škůdci obvykle nečiní problémy. V letních a podzimních měsících se mohou vyskytovat listové a stébelné choroby (Puccinia, Fusarioum, Helminthosporium). Proti plevelům lze aplikovat selektivní herbicidy, které se používají do jarních obilnin a to nejlépe ve fázi 3-6 listů ovsíku. Doporučuje se Starane EC 250 (0,4-1 l/ha), Aminex Pur (3 l/ha), Agritox 50 SL (1,5 l/ha), Astix 60 SL (1,5-1,75 l/ha), Duplosan KV (1,5-1,8 l/ha), Sluprop (3-3,5 l/ha), Aniten, Loxytril, Faneron 50 WP, Lontrel 300 (0,3-0,5 l/ha), Mustang (0,6 l/ha) nabo Harmony Extra (Havlíčková a kol., 2008). Plevely způsobují každoročně obrovské ztráty na produkci a jejich regulaci je vynakládáno mnoho finančních prostředků. V minulosti byly velmi často vypracovány strategie boje s plevely, které měly mít za následek jejich vyhubení na zemědělské půdě (Mikulka, Kneifelová a kol., 2005).

2.4.2.5. Sklizeň a posklizňové ošetření

Ovsík vyvýšený lze sklízet pro pícní využití, pro energetické využití výrobou bioplynu a pro přímé spalování. Biomasu lze využít i jako mulč. Vzhledem k vyššímu obsahu živin (dusíkatých látek, minerálních látek) je biomasa ovsíku vhodná k výrobě bioplynu (vysoká produkce) a méně vhodná k přímému spalování. Při využití biomasy na výrobu bioplynu sklízíme porosty ve fenofázi počátku až plného metání, tj. od poloviny do konce května. Biomasa se poseče na řádek a po zavadnutí se sklízí obdobně jako při výrobě senáže na píci. Pro výrobu bioplynu je vhodné sklízet porosty ovsíku 2-3x ročně, druhá seč od konce července do poloviny září (resp. 2. seč kolem 20.7. a 3. seč 15-20.9.). Při sklizni biomasy pro přímé

spalování je vhodné sklízet porosty ovsíku jen 1x ročně v pozdních fázích vývoje, nejlépe během zrání, tj. v srpnu (Havlíčková a kol., 2008). Je také možné sklízet ovsík pro energetické účely již začátkem července (Petříková a kol., 2006). Možné je také sklízet porosty ovsíku až po přezimování časně na jaře, avšak při vyšších ztrátách 25-40% biomasy v závislosti na sněhové pokrývce a nadmořské výšce. Sečená biomasa se nechá sušit na řádku na vyšší obsah sušiny a lisuje se do větších, většinou kulatých balíků (Havlíčková a kol., 2008).

2.4.3. Srha říznačka, laločnatá (Dactylis glomerata)

2.4.3.1. Osevní postup

Srhu laločnatou můžeme vysévat na jako monokulturu na širokou škálu pozemků, včetně pozemků mírně zaplevelených jako odplevelující plodinu. Je nenáročná na předplodinu. Může se sít po všech plodinách. Nejvhodnější předplodiny jsou hnojené okopaniny, luskoviny a jeteloviny a také ozimá řepka, stejně jako u lesknice rákosovité a ovsíku vyvýšeného (Havlíčková a kol., 2008).

2.4.3.2. Hnojení

Srha laločnatá je středně náročná až náročná na živiny. Vyhovují jí střední až vyšší dávky minerálních živin a porosty srhy snáší i hnojení o vyšších dávkách (Poulík, 1996). Minimální dávka dusíku, na kterou začíná srha reagovat zvyšováním výnosu, je 40-50 kg dusíku/ha/rok. Optimální dávky dusíku se pohybují v rozmezí 100-140 kg dusíku/ha/rok. Srha dobře reaguje i na dávky přes 200 kg dusíku. Srha poskytuje stabilní výnosy i při absenci hnojení, což je rozdílné od ostatních trav. Vyšší dávky dusíku je vhodné rozdělit na 2/3 na jaře a 1/3 po 1. seči (Havlíčková a kol., 2008). Dusíkaté hnojení výrazně ovlivňuje i kvalitu píce. Zvyšuje obsah veškerých i stravitelných dusíkatých látek, nitrátů a snižuje obsah vodorozpustných cukrů. Obsah vlákniny se výrazněji nemění. To platí pro všechny trávy (Poulík, 1996). Produkční účinnost N-hnojení je při dostatečném zásobení P, K, Ca aj. ze všech živin největší (Klestil a kol., 1978). Hlavní zdroje dusíku jsou: vzdušný dusík biologicky poutaný symbiotickmi a neymbiotickými organisny, dusík z animálních hnojiv, dusík ve srážkách, dusík průmyslových a statkových hnojiv (Klestil a kol., 1980). Najman (1980) tvrdí, že dusík zvyšuje obsah bílkovin v píci, takže intenzivním dusíkatým hnojením může být zvyšován výnos pícnin se současným zvyšováním jeho obsahu v pícninách. Nadbytek dusíku však prodlužuje vegetační

dobu a zvyšuje obsah vody v pletivech, což může způsobit poléhání. Naopak fosfor vegetační dobu zkracuje a zmírňuje nadměrný růst.

2.4.3.3. Agrotechnika

Srha laločnatá má univerzální využití a je často součástí travních směsí. Při pěstování srhy laločnaté na biomasu, je dobré ji pěstovat v monokultuře na 4-6 let (Havlíčková a kol., 2008). Nejvíce se uplatní v dočasných, intenzivně hnojených travních porostech využívaných sečením (Římovský, Hrabě, Vítek, 1989). Na vhodných stanovištích vytrvává ve smíšeném porostu 8-12 roků (Regal, 1953). Vysévá se do řádků o šířce 12,5-24 cm podle využití a do hloubky 1-2,5 cm (Havlíčková a kol., 2008). V čistých porostech zůstává mezi jednotlivými vystoupavými trsy hodně nevyužitého prostoru (Regal, 1953). Hmotnost výsevku v čisté kultuře je nejvhodnější v rozmezí 20-24 kg semene/ha. Srha patří mezi rané trávy, jelikož na jaře brzy obrůstá a metá. Porosty srhy určené pro pícní a energetické využití formou výroby bioplynu je třeba sklízet dříve, nejlépe na počátku metání, když je jedna třetina laty vymetaná. Porosty určené na spalování biomasy je nutné sklízet později, nejlépe až po odkvětu a během zrání. Uvádí se však, že biomasa srhy říznačky je vhodnější k výrobě bioplynu. Porosty srhy je možné využívat ve 2-3 sečích (Havlíčková a kol., 2008). Po kosení srha rychle obrůstá, takže v druhé nebo v třetí seči se uplatňuje velmi vydatně. Častější sekání jí nevadí, naopak zjemňuje a zlepšuje kvalitu píce (Regal, 1953). Avšak při sklizni biomasy pro přímé spalování je vhodné využití pouze jedné seče, protože v seči 2. a 3. je pak malý podíl stébel. Porosty srhy určené pro spalování je možné sklízet i po zimě brzy z jara, když je biomasa sušší a má nižší obsah živin. Může však dojít k snížení výnosu, protože porost pod sněhovou pokrývkou poléhá (Havlíčková a kol., 2008).

2.4.3.4. Ochrana rostlin

Srha laločnatá není náchylná na choroby a škůdce, proto u ní tyto vlivy nečiní problémy. Přesto se v letních a podzimních vlhkých měsících mohou vyskytovat listové a stébelné choroby. Např.: Puccinia, Fusarioum, Helminthosporium. Proti případným plevelům je vhodné aplikovat selektivní herbicidy, které se často používají do jarních obilnin a to nejlépe, když má srha 3-6 listů. Doporučené herbicidy jsou: Starane EC 250, Eminex Pur, Agritox 50 SL,

Astix 60 SL, Duplosan KV, Sluprop, Aniten, Loxytril, Faneron 50 WP, Lontrel 300, Mustang, Harmony extra atd. (Havlíčková a kol., 2008). Velkoplošné a opakované používání herbicidů má však celou řadu rizik. Jedná se o rizika ekologická a ekotoxikologická především z pohledu životního prostředí, zdraví zvířat a lidí (Mikulka, Kneifelová a kol., 2005).

2.4.3.5. Sklizeň a posklizňové ošetření

Srhu lze sklízet podle jejího využití. A to pro pícní využití, pro energetické využití, výrobu bioplynu a pro přímé spalování. Biomasa ze srhy se také využívá jako mulč. Biomasa srhy je vhodná k výrobě bioplynu hlavně proto, že obsahuje hodně živin. Mezi ně patří vodorozpustné cukry, dusíkaté látky a minerální látky. Při využití biomasy na výrobu bioplynu sklízíme porosty ve fenofázi počátku až plného metání. To bývá zpravidla od poloviny do konce května. Sklízí se podobně jako biomasa při výrobě senáže na píci. Pro výrobu bioplynu je vhodné sklízet porosty srhy 2x ročně a to tak, že druhá seč je od konce července do poloviny září. Při sklizni biomasy pro přímé spalování je vhodné sklízet porosty srhy jen 1x ročně v pozdních fázích vývoje, nejlépe během zrání. Srha zraje v červenci a srpnu. Možné je taky sklízet porosty srhy až po zimě. Při jarní sklizni je však třeba počítat se ztrátami 25-40% biomasy. Velikost ztráty závisí na charakteru sněhové pokrývky a nadmořské výšce (Havlíčková a kol., 2008). Z teoretického hlediska tj. ve vztahu k intenzitě dopadajícího slunečního záření a fotosynteticky využitelného záření a potřeby energie na 1kg sušiny (cca 18 MJ) je teoreticky možný dle Holúbka a kol. (1997) biologický výnos (píce+kořenová fytomasa) za rok kolem 30t/ha. Při vztažení na vegetační období pak v optimálních podmínkách teplých oblastí, kde voda a živiny nejsou limitujícím faktorem, lze u nově setých travních porostů dosáhnout úrody sušiny píce 15-20t/ha (Hrabě, Buchgraber, 2009). Vysoký výnosový potenciál je podmíněn vysokým vzrůstem, rychlým obrůstáním, ale i délkou vegetační doby. Zajišťuje nejranější píci a současně obrůstá i dlouho do podzimu, kdy není poškozena mrazíky kolem -5°C (Šantrůček a kol., 2003).

3. Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je zaměřit se na vhodnost vybraných druhů trav pro produkci biomasy k energetickým účelům z agrotechnického hlediska.

Dílčí cíle:

1. Stanovit výnosy biomasy při různých termínech sklizně a zhodnotit vhodnost sklizně z agrotechnického hlediska

2. Vyhodnotit obsahy sušiny jednotlivých plodin ve vztahu k termínům sklizně

3. Posoudit technologické aspekty produkce vybraných druhů trav.

Hypotézy:

1. Nejvhodnější termín sklizně z agrotechnického hlediska je před metáním.

2. Z hlediska výnosu mokré biomasy i sušiny se jako nejvýhodnější jeví Lesknice rákosovitá (Phalaris arundinacea l.).

3. Ztráty po jarní sklizni jsou vyšší u ovsíku a srhy než u lesknice.

4. Materiál a metodika

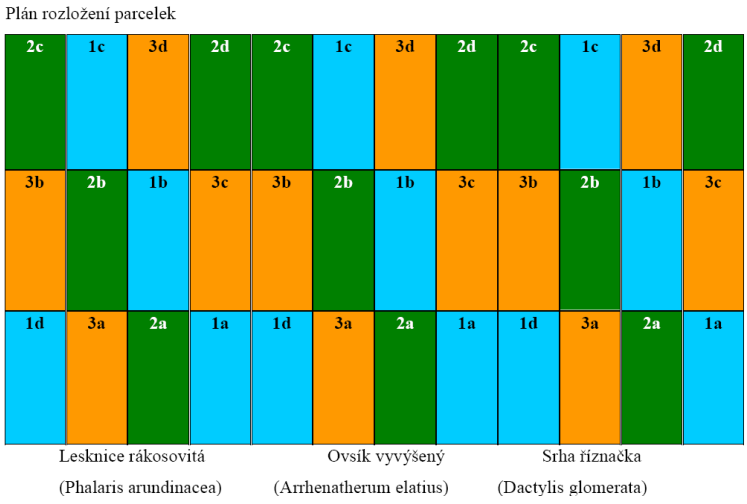
4.1. Projekt

Součástí projektu MŠMT č. 2B06131 „Nepotravinářské využití biomasy v energetice“ je směr, zabývající se vybranými travními druhy. Jedná se o potenciální zdroje biomasy pro energetické využití. Vybranými travními druhy pro sledování jsou srha laločnatá, ovsík vyvýšený a lesknice rákosovitá. Hlavním úkolem bylo sledování výnosového potenciálu těchto trav. Jednalo se o výnos sušiny (t/ha), procentický obsah sušiny (%) a potenciál růstu.

4.2. Lokalita

Výzkumy probíhaly ve třech lokalitách v Českých Budějovicích, v Lukavci u Pacova a v oblasti Sokolova. Práce je zaměřena jen na lokalitu České Budějovice. Na pozemku Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích bylo oseto dvanáct parcelek od každého hodnoceného druhu trav. Rozměry jednotlivých parcelek jsou v současné době 18 x 1,25 m. Na každý druh trávy připadá celková plocha 270 m^2. Rozložení a označení jednotlivých parcelek v pokusné lokalitě je zobrazeno v obrázku č.1.

Obrázek č.1 – Plán rozložení políček



1) Sklizeň před metáním

2) Sklizeň začátkem zimy po prvních mrazech

3) Sklizeň na jaře (do konce března**)**

Místní podmínky u lokality hrají zásadní roly při pěstování energetických trav. Hlavní charakteristiky oblasti v Českých Budějovicích jsou znázorněny v tabulce č.1. Údaje jsou získány z webových stránek ČHMÚ.

Tabulka č.1

	České Budějovice
Nadmořská výška (m.n.m.)	380
Půdní druh	Písčito-hlinitý
Půdní typ	Kambizem pseudoglejová
Roční průměrná teplota vzduchu (°C)	9,5
Roční průměrný úhrn srážek (mm)	829,5
PH půdy (KCl)	6,4

4.3. Péče o porost

Pokusy jsou prováděny maloparcelkovým způsobem (metoda dlouhých parcel). Po založení parcelek a vysetí osiva bylo o porost pečováno tak, aby se zamezilo jeho zaplevelení a v dalších letech se mohl již plně produkčně využívat.

Porost musel být ošetřen proti plevelům, které v počátečních fázích vegetace ohrožovaly vzcházení a řádný vývin rostlin. Největší zastoupení měl penízek rolní, který se na pozemek dostával z přilehlých polí. K ochraně byl použit přípravek Mustang dne 1.6. 2007. Tento postřik byl použit na všech parcelkách. Na pozemcích se prováděly také tři odplevelovací seče (23.5. 2007, 2.8. 2007, 16.10. 2007).

4.4. Sklizeň

Sklizeň biomasy pro zjištění vhodnosti termínů sklizně se provádí ve třech termínech. Číslem 1 jsou v obrázku č.1 označeny parcelky sklízené před metáním (červen). Porost sklizený v tomto období, je využit na zkoušku pro vhodnost těchto trav k výrobě bioplynu. V této vegetační fázi by měl mít pro produkci bioplynu nejlepší vlastnosti. Dalším termínem sklizně je zpravidla počátek zimy, kdy porost přemrzne. Políčka sklízená začátkem a koncem zimy jsou označeny číslem 2. Posledním termínem, kdy se provádí seč, je jaro. Ideálně by měl být porost sklizen do konce března, kdy obsahuje minimální množství vody.

Hmotnost biomasy z jednotlivých parcelek se při sklizni zváží. Současně se odebírají vzorky, z kterých se stanoví procento sušiny v biomase. Hmotnost čerstvé biomasy se nakonec přepočítá na hmotnost suché trávy, která by se získala z plochy 1 hektaru. Porost byl sklízen prstovou sekačkou.

V průběhu vegetace byly odebírány i vzorky z $1m^2$ pro zjištění přírůstku. Výsledky z těchto odběrů slouží jako podklad pro tvrzení o tom, zda-li je vhodné využívat vybrané druhy trav pro 2-3 seče za rok.

4.5. parcelka – Srha laločnatá

U srhy laločnaté byla zvolena odrůda Niva. Jako ideální výsevek v monokultuře se udává 18- 20 kg/ha. Srha se vysévá do hloubky 2- 3 centimetry. Bylo vyseto 1,15 kg osiva na plochu 360 m^2 při šířce řádků 12,5 cm. Klíčivost osiva byla pouze 66%. Údaje o porostu jsou shrnuty v tabulce č.3

Tab. 2 - Srha laločnatá

Lokalita	Termín výsevu	Osetá plocha	Ošetření porostu
České Budějovice	2.9.2007	360m^2	1. odplevelovací seč: 23.5.2007 Postřik proti plevelům (Mustang): 1.6.2007 2. odplevelovací seč: 2.8.2007 3. odplevelovací seč: 16.10.2007 Hnojení porostu: 27.3.2008 a 9.4.2009 – 60kg močoviny na 1ha

4.6. parcelka – Ovsík vyvýšený

U ovsíku vyvýšeného byla vybrána odrůda Rožnovský. Udávaná hmotnost výsevku ovsíku do monokultury je 27-30 kg/ha. Šířka řádků byla 12,5 cm. Výsev se prováděl do hloubky 3-4 cm na plochu 360 m^2 . Bylo 1,3 kg osiva s klíčivostí 81%. Tabulka 4 zobrazuje termíny setí v obou lokalitách i prováděné operace během roku zásevu.

Tab. 3 - Ovsík vyvýšený

Lokalita	Termín výsevu	Osetá plocha	Ošetření porostu
České Budějovice	2.9.2007	360m^2	1. odplevelovací seč: 23.5.2007 Postřik proti plevelům (Mustang): 1.6.2007 2. odplevelovací seč: 2.8.2007 3. odplevelovací seč: 16.10.2007 Hnojení porostu: 27.3.2008 a 9.4.2009 – 60kg močoviny na 1ha

4.7. parcelka – Lesknice rákosovitá

Pro výsev monokultur lesknice rákosovité byla použita odrůda Palaton. U ní se doporučuje množství osiva 20- 25 kg/ha. Výsev byl do hloubky 2-3 cm a šířce řádků 12,5 cm. Na plochu 360 m^2 bylo vyseto 1,25 kg osiva s klíčivostí 75%. Údaje o porostu jsou uvedeny v tabulce 5.

Tab. 4 - Lesknice rákosovitá

Lokalita	Termín výsevu	Osetá plocha	Ošetření porostu
České Budějovice	2.9.2007	360m^2	1. odplevelovací seč: 23.5.2007 Postřik proti plevelům (Mustang): 1.6.2007 2. odplevelovací seč: 2.8.2007 3. odplevelovací seč: 16.10.2007 Hnojení porostu: 27.3.2008 a 9.4.2009 – 60kg močoviny na 1ha

5. Výsledky a diskuse

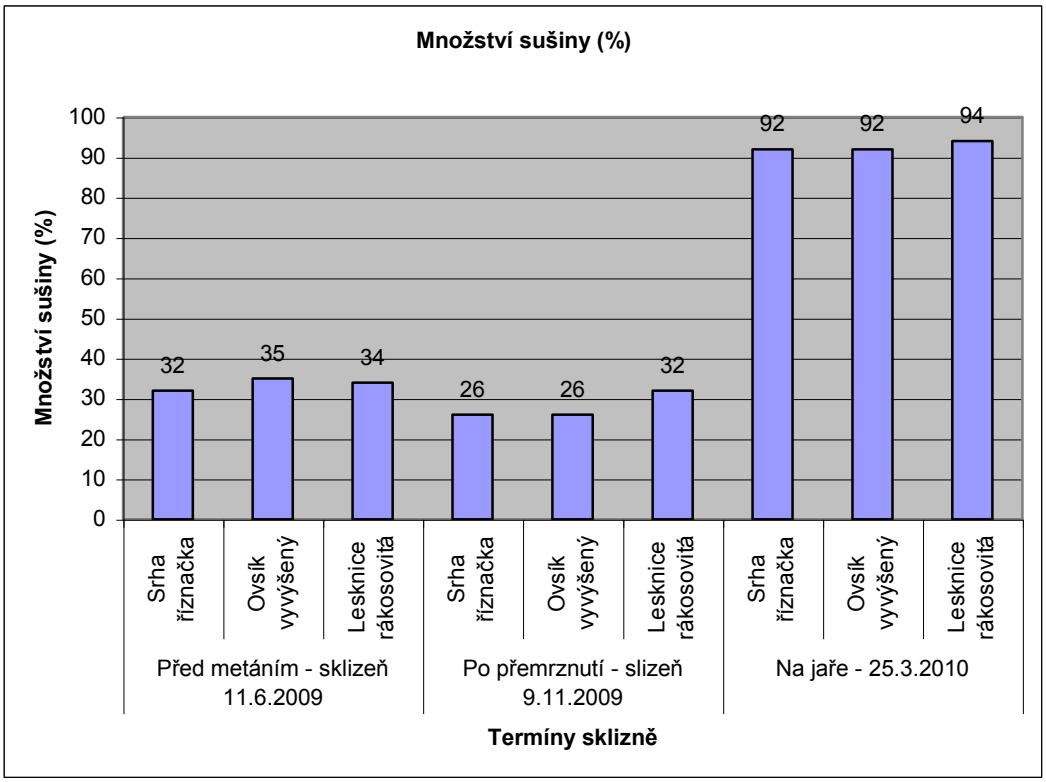
Výsledky pokusů z oblasti Sokolova nejsou do výsledků započítávány z důvodu řídkého a nevyrovnaného porostu trav způsobeného značným suchem v období vzcházení porostu i v počátku vegetace. Tento porost byl zakládán na výsypce. Dá se tedy jednoznačně říci, že porosty zakládané v této oblasti výsypky, nemají pro energetické využívání budoucnost.

Veškerá rostlinná hmota byla sklízena z maloplošných parcelek podle dohodnutého plánu. Biomasa byla odebírána vždy z parcelek určených ke sklizni a následně byla přepočítána na hektarovou plochu. K přepočítávání došlo až po usušení do minimální vlhkosti.

V jednotlivých datech sklizně, které byly prováděny za účelem měření přírůstku a množství vytvořené biomasy, jsme zjistili procentuální obsahy vody a sušiny. Jejich odlišnost je dána různými klimatickými poměry v měsících sklizně a také fází růstu, ve které se právě porost nacházel.

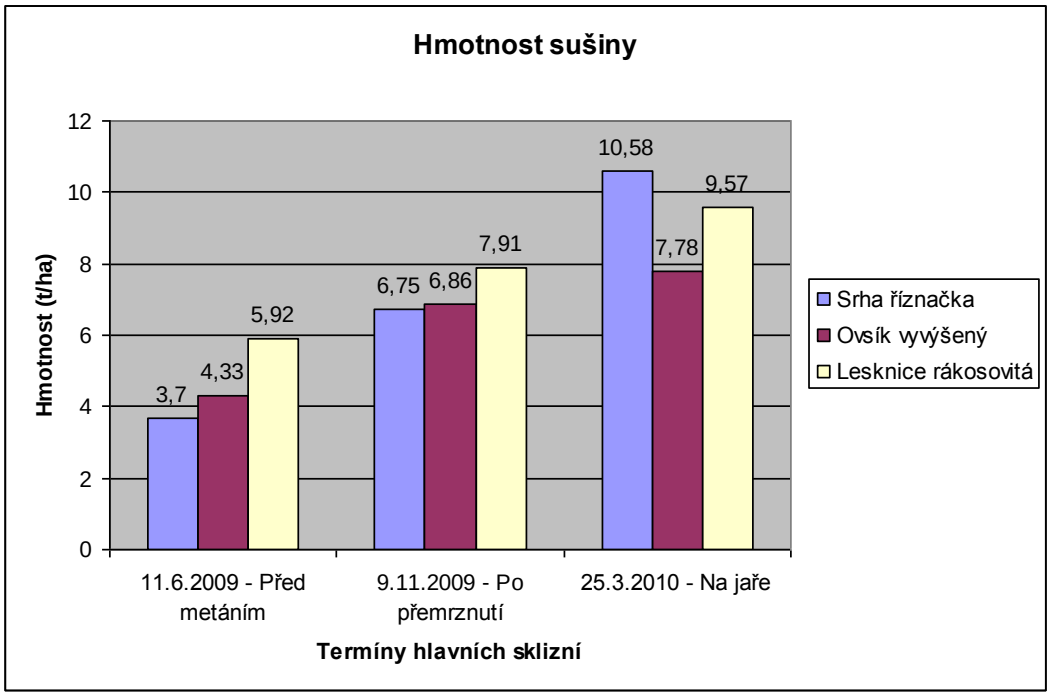
Sklizeň z 11.6.2009 se prováděla před metáním trav a sklizeň z 9.11.2009 oproti tomu po prvním přemrznutí trav, tedy po příchodu prvních teplot sahajících pod bod mrazu. Třetí jarní sklizeň proběhla 25.3.2010. Ze získaných výsledků se dá posuzovat, která sklizeň je z hlediska produkce rostlinné hmoty výhodnější a jak se mění procentuální složení sušiny a vody během roku. Graf č. 1 znázorňuje množství sušiny ve zmiňovaných datech u vybraných druhů trav.

Graf č. 1 – procentuální obsah sušiny



Rozdíl procentuálního obsahu sušiny v jednotlivých termínech sklizně je v rozmezí 60-70%. Vysoký obsah sušiny je z hlediska přímého spalování velice příznivý. Biomasa se nemusí dlouze dosoušet a tím pádem nezvyšuje tento krok náklady s tím spojené. Navíc obsah vody snižuje výhřevnost při spalování. Zde platí přímá úměra – čím více vody v biomase, tím menší výhřevnost. Rozdíl v množství sušiny při jarní sklizni u jednotlivých trav není markantní, přesto lesknice obsahovala sušiny nejvíce. Je to zapříčiněno její biologickou stavbou. Má široké duté stéblo a velkou plochu listů v porovnání se zbylými a proto je schopna rychleji ztrácet vodu. Také je schopna lépe odolávat sněhovým srážkám, které u ovsíku a srhy způsobují poléhání a déle v nich drží vodu.

Graf č. 2 – Průměrné množství sušiny při hlavních sklizních

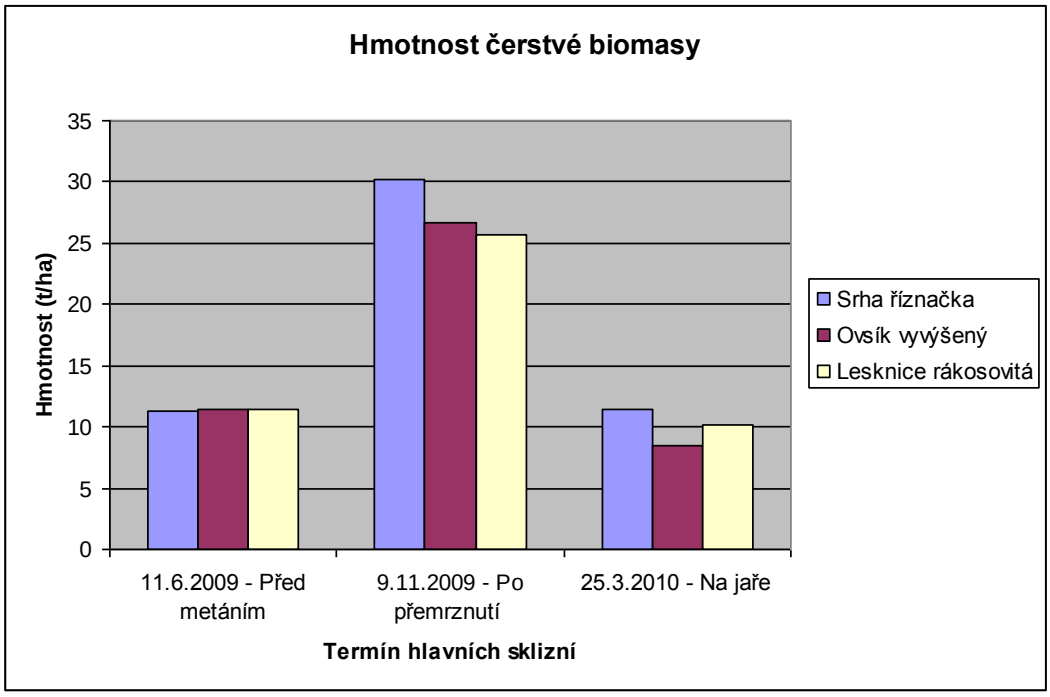


Tabulka znázorňuje hmotnosti sušiny (t/ha), které jsme získaly v různých termínech sklizně. Je jednoznačně vidět, že množství sušiny narůstá s oddalující se sklizní. V termínu 25.3.2010, což je jarní termín sklizně, jsme získali největší množství sušiny. Z hlediska agrotechnického termínu sklizně je tedy nejvhodnější, podle našich výsledků, provádět sklizeň v jarním období, kdy získáme nejvíce sušiny. Hmotnost sušiny viditelně stoupá s oddalující se sklizní, ale u čerstvě sklizené biomasy je hmotnost zcela rozdílná, což je vidět v grafu č. 3.

Nejvíce sušiny poskytla při jarní sklizni srha říznačka. Tímto výsledkem vyvracím tedy hypotézu č. 2, tedy to, že hlediska výnosu mokré biomasy i sušiny se jako nejvýhodnější jeví Lesknice rákosovitá (Phalaris arundinacea l.). Tento výsledek může mít mnoho důvodů. Jedním z nich může být to, že srha vytváří husté trsy, to potvrzuje i Hrabě, Buchgraber (2009), které ovlivní množství získané biomasy v závislosti na způsobu seče. Pokud je srha kosena těsně nad zemí, množství získané biomasy vzroste. Další důvod je, že v průběhu zimy nebyla lokalita dlouhodobě pokryta sněhem. Při jarní sklizni je třeba počítat se ztrátami 25-40% biomasy. Velikost ztráty závisí na charakteru sněhové pokrývky a nadmořské výšce a to platí i o ovsíku (Havlíčková a kol., 2008). Havlíčková a kol. (2008) se zmiňuje o srze jako o trávě, která když je pěstována pro přímé spalování, dává

nejvyšší výnosy z jedné seče a to na jaře. Tato podmínka byla při jarní sklizni splněna a pravděpodobně ovlivnila výnos.

Graf č. 3 – Hmotnost čerstvé biomasy



Je zřejmé, že největší množství biomasy bylo sklizeno v podzimním termínu a to hned po prvním přemrznutí. Porosty jsou touto dobou z biologického hlediska plně rozvinuty a mají v sobě vysoký obsah vody, který je zadržen přemrznutím. Proto řada autorů uvádí jako nejvhodnější termín sklizně jaro, protože porost obsahuje nejméně vody. Dle Najmana (1980) nadbytek dusíku prodlužuje vegetační dobu a zvyšuje obsah vody v pletivech, což může způsobit poléhání. Minimální přihnojování tudíž mohlo způsobit to, že výnos čerstvé biomasy při sklizních neobsahoval ještě více vody.

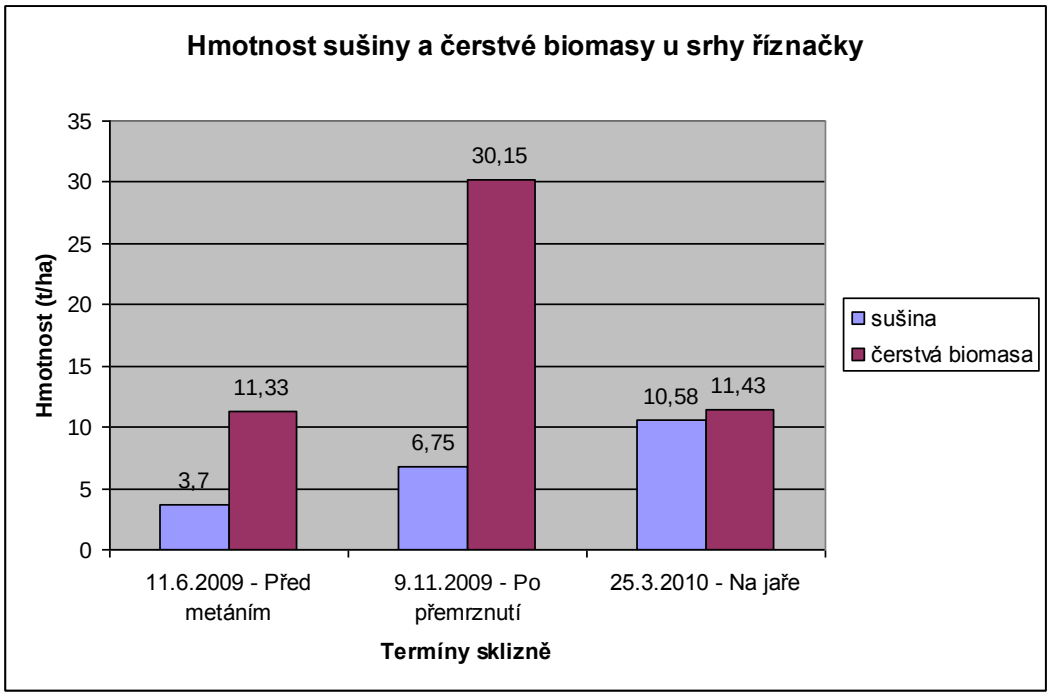
Tabulka č. 5 - Průměrná váha sušiny z hlavních sklizní

Průměrná váha sušiny z hlavních sklizní	
Srha říznačka	7,0
Ovsík vyvýšený	6,3
Lesknice rákosovitá	7,8

Tabulka č. 6 - Průměrná váha čerstvé biomasy z hlavních sklizní

Průměrná váha čerstvé biomasy z hlavních sklizní	
Srha říznačka	17,6
Ovsík vyvýšený	15,5
Lesknice rákosovitá	15,8

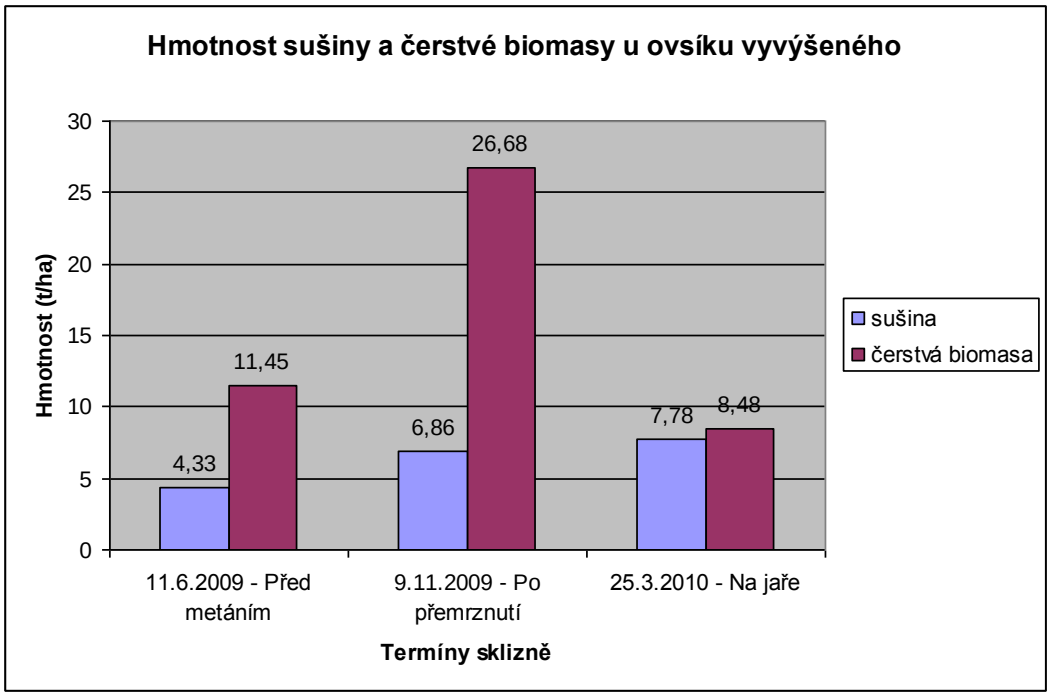
Graf č. 4 – Hmotnost sušiny a čerstvé biomasy u srhy říznačky



Srha říznačka nám poskytla výnosy suché píce v průměru 7,0 t/ha. Při vztažení na vegetační období a v optimálních podmínkách teplých oblastí, kde voda a živiny nejsou limitujícím faktorem, lze u nově setých travních porostů dosáhnout úrody sušiny píce 15-20t/ha (Hrabě, Buchgraber, 2009). To však při sklizních dosaženo nebylo a to hlavně z důvodu velice nízkých vstupů dodatkových hnojiv. Dle Regala (1953) zůstává v porostech mezi jednotlivými vystoupavými trsy hodně

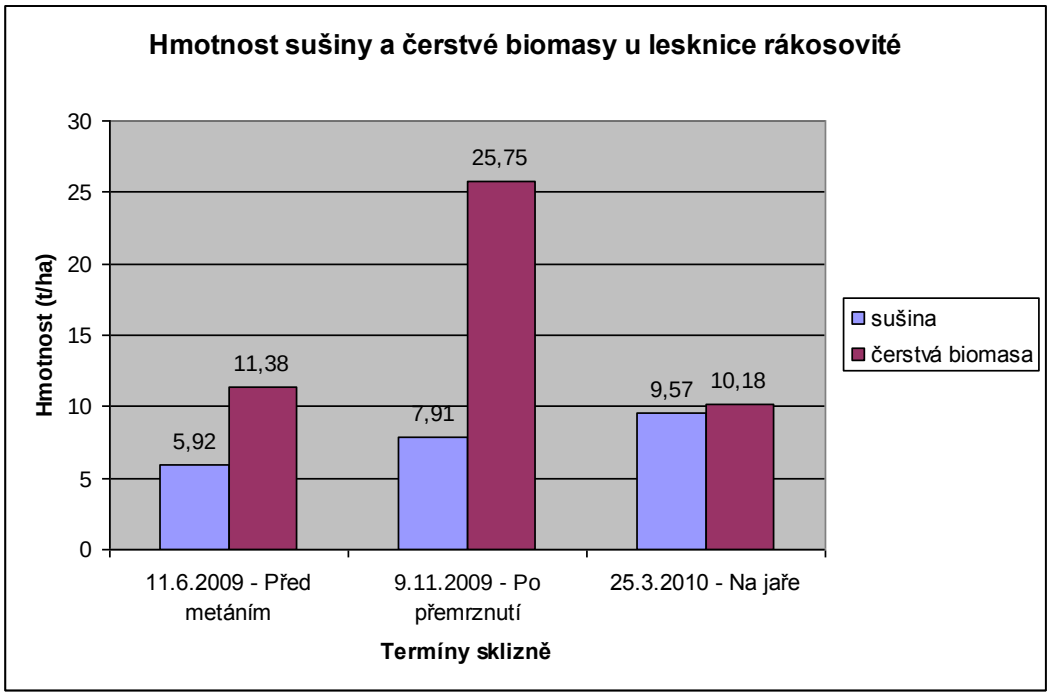
nevyužitého prostoru. A to také mohlo mít vliv na výnos v našem případě i přesto, že se porost vysíval do řádků 12,5 cm. Optimální pH pro srhu, jak tvrdí Havlíčková a kol. (2008), je 5,5. V oblasti lokality se pH pohybuje okolo hodnoty 6,4, to znamená, že naše výnosy mohly být z části ovlivněny i tímto faktorem.

Graf č. 5 – Hmotnost sušiny a čerstvé biomasy u ovsíku vyvýšeného



Ovsík vyvýšený se nám dařilo sklízet s průměrnou hmotností sušiny 6,3 t/ha. Ze všech třech vybraných travních druhů byl tento výnos sušiny nejslabší. Pravděpodobně to bylo způsobené tím, že založené porosty nedostávaly pravidelné příjmy uměle dodaných živin, které jsou pro ně, co se týká vysokých výnosů biomasy, podstatné. Ovsík vyvýšený je náročný na živiny Havlíčková a kol. (2008). Stejskal (1964) také tvrdí, že ovsík vyvýšený je ve srovnání s ostatními travami i velmi náročný na dostatek snadno přístupných živin v půdě. Nízkých výnosů jsme dosáhli i přesto, že byl dodržen osevní postup, kde se vysévá do řádků o šířce 12,5-24 cm podle využití a výsevek v čisté kultuře je 35-40 kg semene/ha, který udává Havlíčková a kol. (2008). Je tedy třeba říci, že hnojení má podstatný vliv na výnosy ovsíku vyvýšeného.

Graf č. 6 – Hmotnost sušiny a čerstvé biomasy u lesknice rákosovité

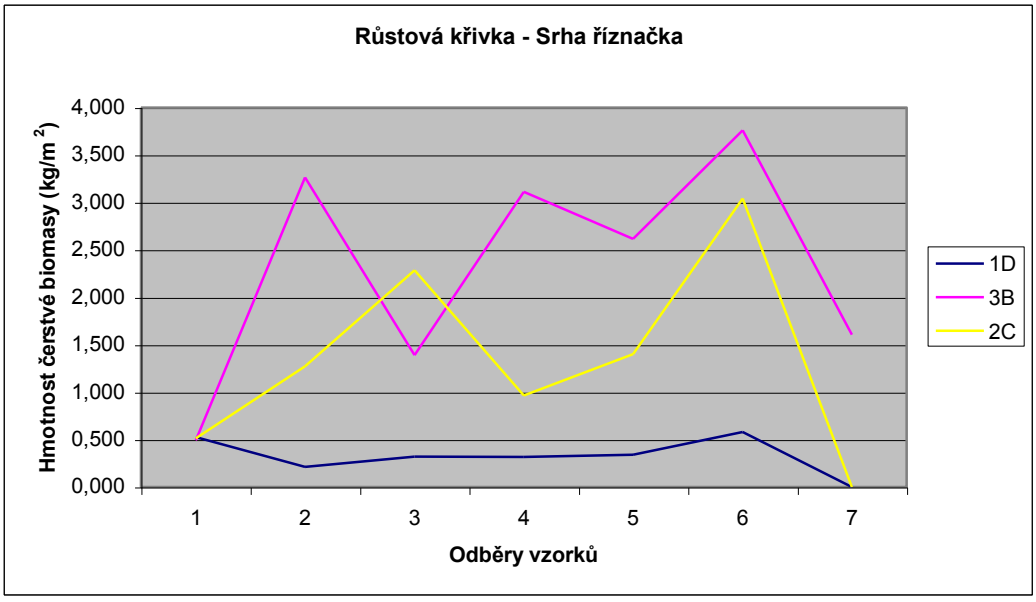


U lesknice rákosovité byla průměrná hmotnost sušiny 7,8 t/ha. Petříková a kol. (2006) tvrdí, že průměrný výnos sušiny z lesknice v okolních státech je v rozmezí 4,5 až 9 t/ha. Dále uvádí výnosy na uměle založených loukách při hnojivé závlaze i více než 15 t/ha sušiny. Při dostatečném hnojení poskytuje 3-4 seče s výnosem značně převyšujícím 10 t sušiny z 1ha (Římovský, Hrabě, Vítek, 1989). Porost, se kterým jsme pracovali, však nepatří mezi intenzivně hnojené a přesto se dá říci, že bylo dosaženo poměrně vysokých výnosů. Regal (1953) uvádí její průměrný výnos 7 tun/ha a ve vhodných podmínkách a lesknicových loukách jsou výnosy až 15 a více tun/ha. Těchto dobrých výnosů u lesknice rákosovité jsme dosáhly také díky tomu, že porost v průběhu svého růstu nebyl nijak poškozován sešlapem, který podle Petříkové a kol. (2006) lesknice nesnáší. Dále také proto, že byl velice správně proveden výsevek. Podle Regala (1953) se při pěstování lesknice na píci (hmotu) seje do užších řádků na vzdálenost 12,5-30 cm podle využití a výsevek v čisté kultuře činí 20-25 kg/ha semene. Náš porost byl vyséván do šíře řádků 12,5 cm, s výsevkem 1,25 kg osiva na plochu 360 m^2 , protože bylo účelem maximálně využít určenou plochu.

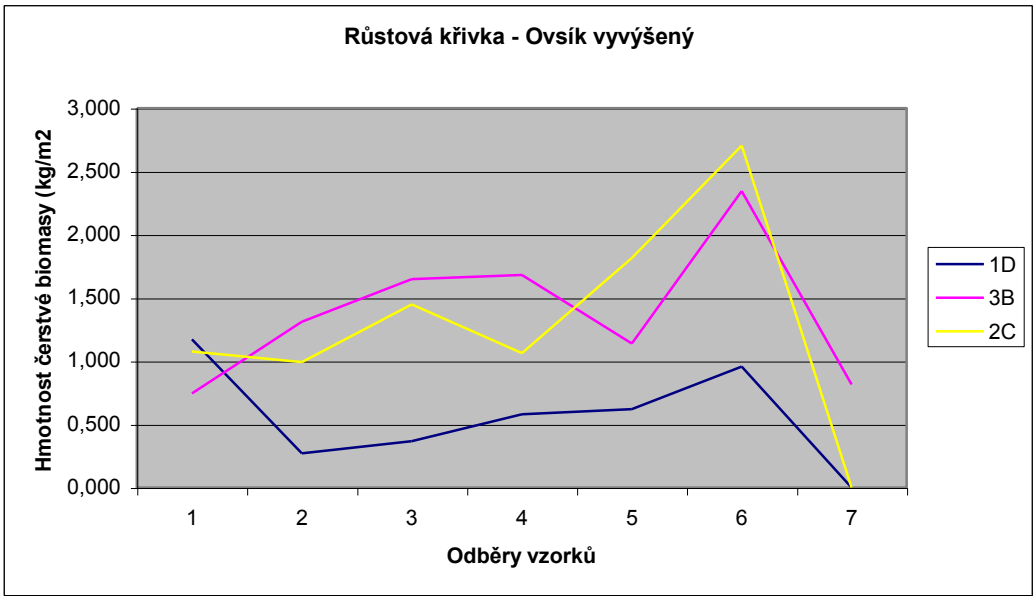
Ztráty při sklizni

Předešlé grafy jasně ukazují nejvyšší množství sklizené biomasy v období po prvním přemrznutí, naopak největší množství sklizené sušiny při jarní sklizni. U ovsíku a srhy bývají časté vysoké ztráty po zimním období vlivem poléhání pod sněhem. Uvádí se ztráty 25-40% biomasy na jaře, zejména u ovsíku a srhy, které na poléhání trpí nejvíce. V grafu č. 2 – Průměrné množství sušiny při hlavních sklizních je však nejvíce sušiny a rovněž i biomasy získáno od srhy. Na sledované lokalitě nebyla sněhová pokrývka natolik dlouhá a vydatná a neměla tedy výrazný vliv na poléhání. Sklízelo se prstovou sekačkou těsně u drnu a za suchého slunečného počasí a tak byly ztráty eliminovány na minimum. Navíc byla na jaře použita prstová sekačka s níže nasazenou lištou, která při seči zanechá nižší drn a tím pádem i menší posklizňové ztráty. Přesto platí, že u ovsíku vyvýšeného a u srhy říznačky jsou ztráty při sklizni větší než u lesknice rákosovité. Správně a kvalitně provedená seč má směrodatný vliv na výnos. Naše ztráty při sklizni byly v rozmezí 5-20%.

Graf č. 7 – Růstová křivka – Srha říznačka



Graf č. 8 – Růstová křivka – Ovsík vyvýšený



Graf č. 9 – Růstová křivka – Lesknice rákosovitá

Tabulka č. 7 – Vysvětlivky ke grafům č. 7, 8, 9

Číslo odběru	Datum odběru
1	18.5.09
2	30.7.09
3	17.8.09
4	9.9.09
5	21.10.09
6	4.11.09
7	6.12.09

Růstové křivky naznačují, jak se měnilo množství vytvořené biomasy v závislosti na době odběru a předchozím sečení. Porosty značené v grafech jako 1D byly posekány již v termínu před metáním, tedy 11.6.2009. Následně na nich byly prováděny další odběry pro získání údajů o jejich obnovovacím růstu. U lesknice a srhy byl přírůstek na sklizené parcele jen minimální. Nepotvrzuje se tvrzení, které uvádí Regal (1953), že po kosení srha rychle obrůstá, takže v druhé nebo v třetí seči se uplatňuje velmi vydatně. Častější sekání jí nevadí, naopak zjemňuje a zlepšuje kvalitu píce. Při sklizni biomasy pro přímé spalování je vhodné využití pouze jedné seče, protože v seči 2. a 3. je pak malý podíl stébel (Havlíčková a kol., 2008). Toto tvrzení podkládají i získané výsledky a to hlavně sečí provedenou na jaře. K výrobě bioplynu je však možné 2-3 seče využívat. Vysoký výnosový potenciál je podmíněn vysokým vzrůstem, rychlým obrůstáním, ale i délkou vegetační doby. Zajišťuje nejranější píci a současně obrůstá i dlouho do podzimu, kdy není poškozena mrazíky kolem -5°C (Šantrůček a kol., 2003). To však platí pouze pro seč na výrobu bioplynu. V případě získaných výsledků se nedá říci, že srha po kosení rychle obrůstá. Lesknici je možné využívat také 2-3 sečemi, ale rovněž jen na výrobu bioplynu. Její přírůstek po seči před metáním byl minimální, proto by na lokalitě nebylo vhodné lesknici takto využívat.

Proto, že jediný ovsík vyvýšený vykazoval po první seči znatelný přírůstek biomasy, souhlasím s tvrzením, že porosty ovsíku lze využívat 2-3 sečemi, ale pro sklizeň biomasy pro přímé spalování je vhodnější využití jedné seče. Nejvhodnější termín sklizně biomasy ovsíku pro spalování je srpen až počátek září. Porosty ovsíku určené pro spalování lze sklízet i po zimě brzy na jaře, kdy je biomasa sušší a s nízkým obsahem živin (Havlíčková a kol., 2008).

Zbylé křivky u trav (3B a 2C) vykazují mnohdy velké rozdíly, ale ty jsou zapříčiněny rozdílným zahuštěním vybraného místa pro odběr. Ovsík vyvýšený i v tomto případě přirůstal nejvíce, ale největší množství čerstvé biomasy bylo sklizeno pro tento pokus z parcelky 3B u srhy říznačky v datu 4.11.2009.

6. Závěr

Vybrané druhy trav, na které byla zaměřena práce, se ukázaly jako nerentabilní z pohledu pěstování pro energetické účely. Jejich výnosy sice v několika případech přesahovaly průměrnou výnosnost uváděnou některými odborníky, přesto nepřesáhly hodnotu 12 t/ha, která by byla z hlediska ekonomického optimální. Tento způsob hospodaření na orné půdě by bylo možné podporovat dotacemi, ale ani díky nim by nebyl ekonomicky udržitelný, protože jsou proměnlivé v každém roce.

Nejlépe se projevila srha říznačka s průměrným výnosem čerstvé biomasy 17,6 t/ha a lesknice rákosovitá s průměrným výnosem sušiny 7,8 t/ha. Předpokládalo se, že z hlediska výnosu mokré biomasy i sušiny se jako nejvýhodnější ukáže lesknice rákosovitá. Nejvíce sušiny poskytla při jarní sklizni srha říznačka a v průměru nejvíce čerstvé biomasy. Tímto výsledkem se vyvrací hypotéza č. 2, tedy že z hlediska výnosu mokré biomasy i sušiny se jako nejvýhodnější jeví Lesknice rákosovitá (Phalaris arundinacea l.).

Procentuální obsah sušiny je, jak napovídají výsledky, nejvyšší na jaře. U všech sledovaných trav se procentuální obsah sušiny pohyboval v rozmezí 92-94%, což je hodnota velmi příznivá pro přímé spalování.

Pokud budeme brát v úvahu sklizeň biomasy na bioplyn, tak je dle dosažených výsledků nejlepší provádět sklizeň po prvním přemrznutí, kdy je obsah sušiny nejnižší a tím pádem je sklizený rostlinný materiál nejvhodnější pro toto využití. Termín před metáním již není tak ideální s průměrem sušiny 33,5%.

Využívat vybrané druhy trav na lokalitě ke 2-3 sečím by bylo nevhodné. Po prvním sečení již nebyly jejich přírůstky biomasy natolik výrazné, že by se toto pěstování vyplácelo a to ani v případě ovsíku, který jako jediný po posečení přirůstal. Uvádí se, že 2-3 seče je vhodné využívat při pěstování na výrobu bioplynu. Dle zjištěných výsledků však toto neplatí.

Ovsík vyvýšený měl nejvyšší přírůstky během roku i na parcelkách 3B a 2C. Naopak srha říznačka poskytla při odběru (4.11.2009) největší množství čerstvé biomasy z vybraného 1m^2.

Posklizňové ztráty, zvláště u ovsíku a srhy, byly na jaře nižší než se předpokládalo. I když byly ztráty u srhy i ovsíku vyšší díky náchylnosti k poléhání než u lesknice, neměly zásadní vliv na výnos. V konečných výsledcích se odhady pohybovaly v rozmezí 5-20% a to nejvíce právě u ovsíku a srhy při jarní sklizni. Lze říci, že použitá prstová sekačka s níže nasazenou lištou měla vliv na snížení posklizňových ztrát, protože zanechává nižší drn a méně posklizňových zbytků.

Z agrotechnického hlediska se jako nejvhodnější jevila sklizeň na jaře. Porost, i přesto že byl v mnoha místech polehlý, se v porovnání s předchozími sklizněmi lépe posekal. Biomasa obsahovala málo zelené hmoty, která při sklizni před metání a po přemrznutí zanášela prstovou sekačku a tak ztěžovala sklizeň. Navíc biomasa nebyla díky vysokému obsahu sušiny tak těžká a mokrá, takže se lépe přepravovala.

7. Literatura

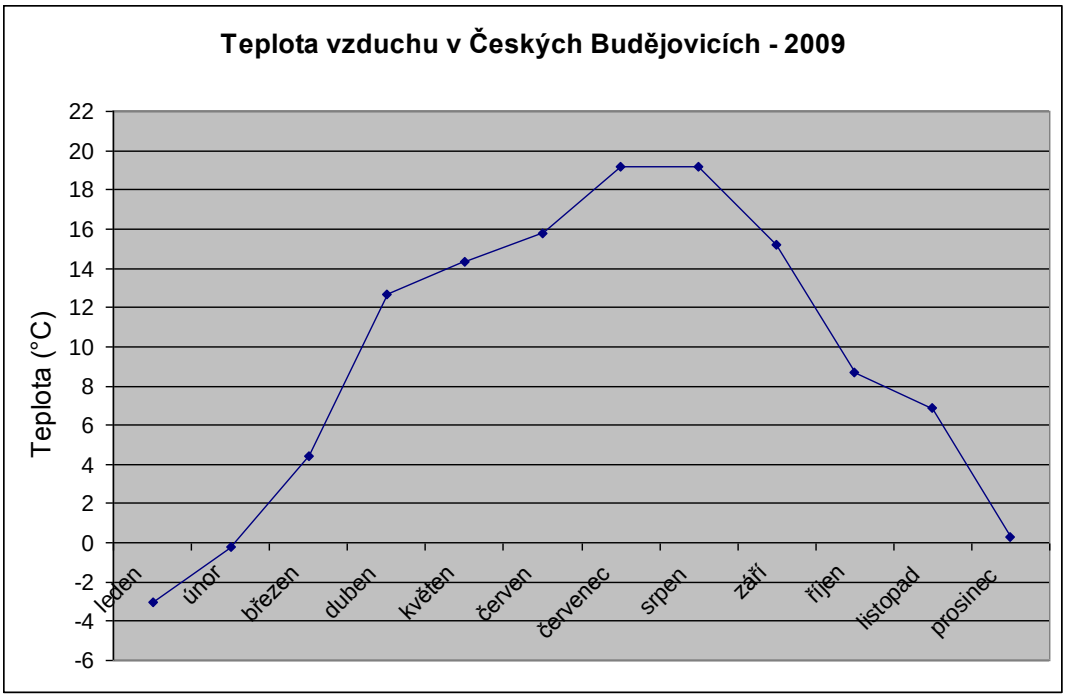
1. BAKÁK, Rudolf, PROKEŠ, Karel. Nové zdroje energie. Praha : Nakladatelství technické literatury, 1984. 208 s.
2. BALÁK, Rudolf. Nové zdroje energie. Praha : Nakladatelství technické literatury, 1989. 208 s.
3. BERANOVSKÝ, Jiří. Obnovitelné zdroje energie. Praha : FCC PUBLIC s.r.o., 2001. 208 s.
4. HALVA, Eduard, a kol. Pícninářství : Louky a pastviny. Praha : Státní pedagogické nakladatelství Praha, 1983. 140 s.
5. HAVLÍČKOVÁ, Kamila, a kol. Rostlinná biomasa jako zdroj energie. Průhonice : VÚKOZ Průhonice, 2008. 83 s.
6. HAVLÍČKOVÁ, Kamila, a kol. Zhodnocení ekonomických aspektů pěstování a využití energetických rostlin. Průhonice : VÚKOZ Průhonice, 2007. 92 s.
7. HEŘMANSKÝ, Bedřich, ŠTOLL, Ivan. Energie pro 21.století. Praha : ČVUT, 1992. 315 s.
8. HOLÚBEK, R., et al. Lukárstvo a pasienkárstvo. Nitra : SPU Nitra, 1997. 129 s.
9. HRABĚ, František, BUCHGRABER, Karl. Pícninářství : Travní porosty. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2009. 155 s.
10. HRABĚ, František, VÍTEK, Lubor, KOUTNÝ, Václav. Metodické návody a praktikum z pícninářství. Brno : Státní pedagogické nakladatelství Praha, 1982. 184 s.
11. KLESTIL, Antonín a kol.. Pícninářství II. Praha : Vysoká škola zemědělská v Praze, 1980. 208 s.
12. KLESTIL, Antonín a kol.. Pícninářství II. Praha : Vysoká škola zemědělská v Praze, 1978. 164 s.
13. LIBRA, Martin, POULEK, Vladislav. Zdroje a využití energie. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2007. 141 s.
14. MIKULKA, Jan, KNEIFELOVÁ a kol.. Plevelné rostliny. Praha : Nakladatelství odborného tisku Profi Press, s.r.o., Praha, 2005. 147 s.

15. NAJMAN, Luboš. Pícninářství II. Brno : Státní pedagogické nakladatelství Praha, 1980. 260 s.
16. NOSKIEVIČ, Pavel, a kol.. Biomasa a její energetické využití. Ostrava : Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 1996. 69 s.
17. PASTOREK , Zdeněk, KÁRA, Jaroslav, JEVIČ, Petr. Biomasa : obnovitelný zdroj energie. Praha : FCC PUBLIC, 2004. 288 s.
18. PETŘÍKOVÁ, Vlasta, a kol. Energetické plodiny. Praha : Profi Press, s.r.o., 2006. 127 s.
19. POULÍK, Zdeněk. Hnojení pícních kultur. Praha : Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR v Praze, 1996. 36 s.
20. REGAL, Vladimír. Pícní a plevelné trávy. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1953. 291 s.
21. RYBÍN, Miroslav. Energetické využití spalitelných odpadů. Praha : Ústav pro výzkum a využití paliv, 1981. 104 s.
22. ŘÍMOVSKÝ, Karel, HRABĚ, František, VÍTEK, Lubor. Pícninářství : polní pícniny. Brno : Vysoká škola zemědělská v Brně, 1989. 165 s.
23. SCHAUER, Thomas. Svět rostlin. Mnichov : BLV Buchverlag Gmbh & Co. KG, 2005. 495 s.
24. SOUČKOVÁ , Helena, kol. Využití fytomay pro energetické účely. České Budějovice : Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2005. 123 s.
25. STEJSKAL, Břetislav. Rostlinná výroba III. : Pícninářství, zelinářství, ovocnářství. Praha : Státní pedagogické nakladatelství Praha, 1964. 220 s.
26. ŠANTRŮČEK, Jaromír. Encyklopedie pěstování víceletých pícnin na orné půdě. Praha : Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 2003. 60 s.
27. ŠNOBL, Josef, a kol. Rostlinná výroba. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2004. 119 s.
28. USŤAK, Sergej. Předmluva. In USŤAK, Sergej. Energetické a průmyslové plodiny . 6. vyd. Chomutov : CZ-Biom a VÚRV, 2000. s. 6-7.
29. VÁŇA, Jaroslav. Fytoenergetika : přínos pro řešení ekologických problémů. In Energetické a průmyslové rostliny . 4. vyd. Chomutov : CZ-Biom a VÚRV, 1998. s. 15.
30. Vyžití biomasy k energetickým účelům. Praha : Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, 1986. 68 s.

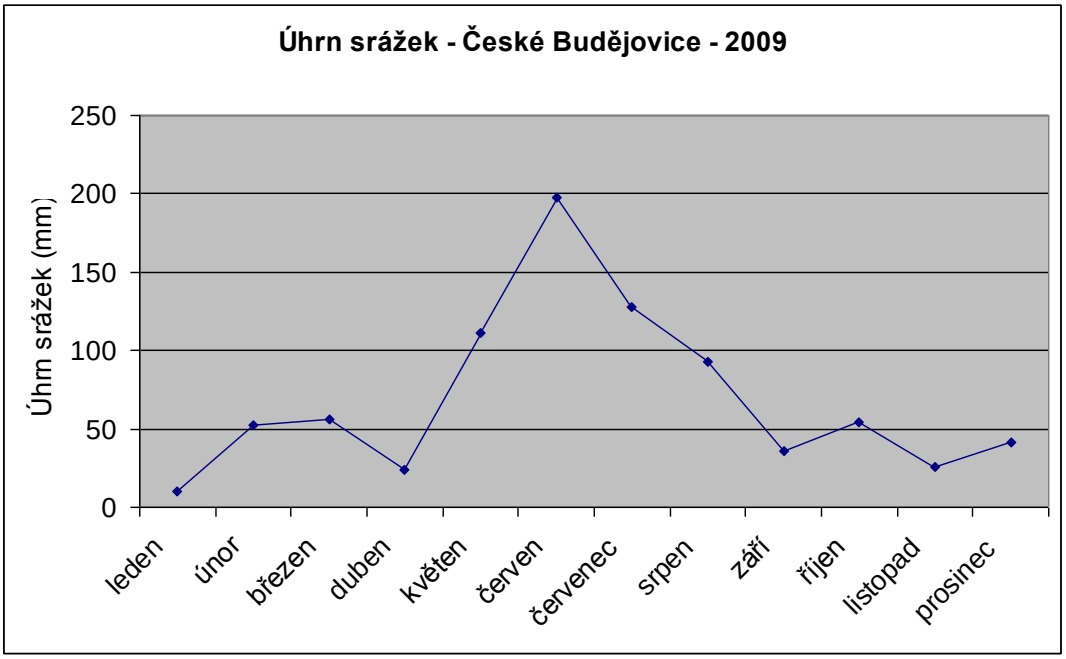
31. ZIMOVÁ, Dana. Energetické plodiny. Praha : ÚVTIZ , 1991. 43 s.

8. Přílohy

Graf č. 10 – Teplotní křivka – České Budějovice - 2009



Graf č. 11 – Úhrn srážek – České Budějovice - 2009



Tabulka č. 8 – Průměrné teploty a průměrný úhrn srážek (České Budějovice)

Měsíc	teplota (°C)	srážky (mm)
Leden	-3	10,2
Únor	-0,2	52,1
Březen	4,4	56
Duben	12,7	24,3
Květen	14,3	111
Červen	15,8	197,8
červenec	19,2	128,2
Srpen	19,2	93,2
Září	15,2	35,4
Říjen	8,7	54,3
Listopad	6,9	25,5
prosinec	0,3	41,5
Průměr	9,46	69,13

Obrázek č. 2 – Porost srhy říznačky pře sklizní 9.11.2009

Obrázek č. 3 – Prstová sekačka

Obrázek č. 4 – Odběr vzorků pro růstové křivky (m^2)

Obrázek č. 5 – Podzimní seč porostu (9.11.2009)

Obrázek č. 6 – Odběr vzorků pro růstové křivky (m^2)