

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

**TECHNIKA A TECHNOLOGIE PRO PĚSTOVÁNÍ A
SKLIZEŇ ENERGETICKÝCH PLODIN**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Pavel Procházka, Ph.D.

Autor práce: Martin Kakos

Praha 2011

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra zemědělských strojů

Akademický rok 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Martin Kakos

obor Zemědělská technika

Vedoucí katedry Vám ve smyslu Studijního a zkušebního řádu ČZU v Praze
čl. 16 určuje tuto bakalářskou práci.

Název práce: **Technologie a technika pro pěstování a sklizeň
energetických plodin**

Osnova bakalářské práce:

1. Úvod
2. Cíl práce a metodika
3. Literární rešerše
4. Závěr
5. Seznam literatury
6. Přílohy

Rozsah hlavní textové části: 30 - 40 stran

Doporučené zdroje:

- 1.Kára, J., Stražil, Z., Hutla, P., Ust'ak, S., Energetické rostliny Technologie pro pěstování a využití, VUZT Praha, 2005, 81 s. ISBN 80-86884-06-6
- 2.Kumhála, F., Heřmánek, P., Mašek, J., Kvíz, Z., Honzík, I., 2007: Zemědělská technika stroje a technologie pro rostlinnou výrobu. Praha, ČZU v Praze, 438 s. ISBN 978-80213-1701-7
- 3.Petříková, V., Sladký, V., Stražil, Z., Šafařík, M., Ust'ak, S., Váňa, J., Energetické plodiny, Profi Press, s.r.o., 2006, 127 p., ISBN 80-86726-13-4

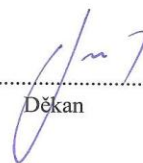
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Pavel Procházka, Ph.D.**

Termín zadání diplomové práce: listopad 2009

Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2011



Vedoucí katedry



Děkan

V Praze dne: 30. 11. 2009

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci *Technika a technologie pro pěstování a sklizeň energetických plodin* vypracoval samostatně pod vedením Ing. Pavla Procházky, Ph.D. a uvedl v ní všechny použité literární i jiné zdroje v souladu s právními předpisy a předpisy ČZU.

Ve Vlašimi 31.3.2011

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Pavlu Procházkovi, Ph.D. za ochotu, cenné připomínky a odborné rady.

Abstrakt

Bakalářská práce je zaměřena na analýzu polních plodin vhodných k pěstování pro energetické využití. Kapitola „*Přehled energetických plodin a jejich význam*“ je zaměřena na popis daných rostlin vhodných pro pěstování v našich zeměpisných šířkách. V následující kapitole „*Technologie pěstování plodin*“ jsou ukázány vhodné technologie pro pěstování vybraných plodin. Jedná se o nejčastěji pěstované rostliny daného druhu v České republice.

Klíčová slova: energetické plodiny, polní plodiny, technika, technologie

Summary

The Bachelor thesis is focused on the analysis of field crops suitable for cultivation for energy utilization. The Chapter “*Overview of energy crops and their importance*“ is a description of the plants suitable for growing in our latitudes. The next chapter “*Technology cropping*” shows appropriate technology for cultivation of selected crops. This is the most common cultivated species of plants in the Czech Republic.

Key words: energy crops, field crops, engineering, technology

Obsah

ÚVOD.....	9
1 CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE.....	10
2 METODIKA PRÁCE.....	11
3 PŘEHLED ENERGETICKÝCH PLODIN A JEJICH VÝZNAM.....	12
3.1 Jednoleté energetické plodiny.....	12
3.1.1 Olejniný.....	12
3.1.2 Obiloviny.....	14
3.1.3 Okopaniny.....	16
3.1.4 Ostatní plodiny.....	17
3.2 Víceleté a vytrvalé energetické plodiny.....	19
3.3 Energetické trávy.....	22
3.4 Rychle rostoucí dřeviny.....	24
4 TECHNOLOGIE PĚSTOVÁNÍ PLODIN.....	25
4.1 Technologie pěstování olejin.....	26
4.1.1 Zpracování půdy pod řepku.....	26
4.1.2 Setí.....	28
4.1.3 Hnojení.....	28
4.1.4 Chemická ochrana řepky.....	28
4.1.5 Sklizeň řepky.....	29
4.1.6 Doprava sklizené řepky.....	30
4.1.7 Posklizňová úprava a skladování.....	30
4.2 Technologie pěstování obilnin.....	30
4.2.1 Zpracování a příprava půdy.....	30
4.2.2 Setí.....	31
4.2.3 Hnojení a výživa.....	31
4.2.4 Chemická ochrana.....	32
4.2.5 Sklizeň zrna pšenice.....	32
4.2.6 Sklizeň slámy a skladování.....	32
4.2.7 Posklizňová úprava a uskladnění.....	33
4.3 Technologie pro pěstování okopanin.....	33
4.3.1 Zpracování a příprava půdy.....	34

4.3.2	Sázení.....	36
4.3.3	Hnojení a výživa	37
4.3.4	Chemická ochrana.....	37
4.3.5	Sklizení	37
4.3.6	Posklizňová úprava a skladování	38
4.4	Technologie pro pěstování jednoletých i vytrvalých plodin na výrobu fytomasy	38
4.4.1	Technologie pro sklizeň suché píče	38
4.4.2	Technologie pro sklizeň senážováním	39
4.4.3	Technologie pro sklizeň silážováním	41
4.5	Technologie pro pěstování rychle rostoucích dřevin	41
4.5.1	Příprava půdy před sázením.....	41
4.5.2	Sázení a ochrana dřevin	41
4.5.3	Sklizení	42
5	ZÁVĚR.....	44
6	POUŽITÁ LITERATURA	45
7	SEZNAM OBRÁZKŮ	47

ÚVOD

Zvolené téma *Techniku a technologie pro pěstování a sklizeň energetických plodin* považuji v oboru zemědělské prvovýroby za aktuální, neboť právě v dnešní době se rozvíjí systém vytápění rostlinnou biomasou.

Hlavní zdroj veškeré spotřebované energie na Zemi pochází ze slunečního záření, které v dávných dobách vytvořilo fosilní energetické zdroje, jako jsou uhlí, ropa, zemní plyn a dnes je původcem velké většiny obnovitelných energií. V České republice dopadá v celoročním průměru na každý čtverečný metr území 1100 až 1350 kWh sluneční energie. Touto energií lze ohřívat vodu nebo vzduch nebo také vyrábět elektrickou energii pomocí dnes rychle se rozvíjejících fotovoltaických elektráren.

Sluneční záření způsobuje koloběh vody v přírodě a zabezpečuje fotosyntézu zelených rostlin, která pomocí chlorofylu váže sluneční energii a složitými procesy dochází k tvorbě organických látek z oxidu uhličitého, který je obsažen ve vzduchu. Fotosyntéza zajišťuje růst zelených rostlin, život ostatních organismů na Zemi a tím i produkci energeticky využitelné biomasy. Z tohoto důvodu jsou i energetické plodiny na výrobu biomasy vlastně zakonzervovanou sluneční energií.

V posledních dvou stoletích došlo ke značnému využívání fosilních paliv. Neustálý růst spotřeby těchto paliv vede ke zvyšování koncentrace oxidu uhličitého a dalších skleníkových plynů (metan, oxid dusný, freony). To má za následek odvod nahromaděného tepla zpět do vesmíru a tím i globální oteplování a klimatické změny, které lidstvo pociťuje zejména v posledních letech a jen těžko se s tím smiřuje.

Při spalování biomasy též vzniká oxid uhličitý, avšak ten nemá na růst skleníkového efektu vliv z toho důvodu, že rostliny při růstu odebírají z ovzduší CO_2 , které při spalování do ovzduší vracejí. Vzhledem k tomu, že průměrná životnost biomasy rostlinného původu je asi deset let a podzemní části rostlin jako jsou kořeny nebo půdní organická hmota většinou zadržují přeměněný CO_2 mnohem déle, představuje pěstování energetických plodin významné vázání oxidu uhličitého z atmosféry.

Je zřejmé, že z energetického hlediska se dají použít téměř všechny kulturní plodiny. V praxi je tomu však jinak, lze využít jen některé druhy rostlin. Důležitý je výnos, pěstební náklady, náklady na úpravu produktu pro palivářské účely, logistika dopravy hotových biopaliv ke spotřebiteli.

1 CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Cílem této práce bylo zmapovat techniku a technologie pro pěstování a sklizeň energetických plodin. Dané technologie jsou voleny podle možností pěstování v podmínkách České republiky. Technologie pěstování jednotlivých skupin polních plodiny jsou popsány podle jejich vzájemné návaznosti. U některých rostlin je možno volit z několika pěstebních technologií, které jsou také popsány jako možná alternativa původních technologií.

2 METODIKA PRÁCE

Při tvorbě této bakalářské práce jsem využil více činitelů. V kapitole „*Přehled energetických plodin a jejich význam*“ bylo využito zejména poznatků z odborné literatury. V následující kapitole „*Technologie pro pěstování plodin*“ jsem kromě odborné literatury a poznatků z ČZU využil i osobních zkušeností, získaných z několikaleté zemědělské praxe, která byla zaměřena zejména na rostlinnou a živočišnou prvovýrobu a služby poskytované v zemědělství.

3 PŘEHLED ENERGETICKÝCH PLODIN A JEJICH VÝZNAM

Správně zvolené plodiny a vhodná agrotechnika vede ke kvalitní sklizni, a tím i k zisku. Než dojde k rozhodnutí, zda do svého osevního postupu zařadit energetické plodiny, měl by se zemědělec nejprve seznámit s konkrétními plodinami, jejich možným výnosem a agrotechnickými postupy. Tyto parametry jsou důležité ke stanovení nákladů na pěstování, od kterých se odvíjí budoucí zisky.

Energetické plodiny jsou považovány za nenáročné na údržbu, ale v žádném případě se nejedná o plodiny bezúdržbové. Každá plodina vyžaduje určitou péči, předseťovou úpravu půdy a správné založení porostu, zajištění živin v daném množství a v neposlední řadě i ochranu před škůdci či chorobami.

V České republice se momentálně pěstování energetických plodin teprve dostává do podvědomí farmářů. V současné době je pěstování plodin pro energetické využití spíše výjimečné.

3.1 Jednoleté energetické plodiny

3.1.1 Olejniny

Olejninny jsou pěstovány zejména pro obsah oleje a tuků, které se nejčastěji vyskytují v semenech rostlin. Olej se z olejin dostává lisováním. Použití těchto surovin má velký význam na výrobu paliv, hlavně biopaliv, maziv a další chemické zpracování. V posledních letech se hojně vyrábí z olejin pohonné hmoty pro diesellové motory, tzv. bionafta. Jejím základem je olej z řepky. Olejninny jsou skupina plodin, které lze označit jako dobře prosperující.

Řepka olejka (*Brassica napus*)

Řepka patří do čeledi brukvovitých a v České republice je to nejvíce pěstovaná olejnina, jejíž pěstování je poměrně složité. Kvalitním pěstováním lze však dosáhnout zajímavých zisků. Výnosy řepky se pohybují kolem 3,5 tuny/ha.

Tato olejníina je pěstována pro vysoký obsah oleje v semeni. Pro potravinářské účely se používá řepka nazývaná jako dvounulka, která obsahuje nízký obsah kyseliny erukové. Pro energetické účely se řepka používá jako přísada do motorové nafty, na výrobu mazacích olejů a fermeže.

Mák setý (*Papaver somniferum*)

Mák je olejníina pěstovaná na semeno a olej. Dosahuje však malých výnosů, kolem $700 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Je to významná plodina potřebná ve farmacii, která využívá vytékající opium z nařezaných makovic a zralé vyprázdňené makovice na morfium a celou řadu dalších opiátů. Česká republika patří k největším pěstitelům máku, protože v některých státech je toto pěstování zakázáno z důvodu zneužívání opiátů na výrobu narkotických látek.

Obrázek 1: Řez tobolekou máku



Zdroj: www.krv-agrobiologie.cz

Hořčice bílá (*Sinapis alba*)

Hořčice je olejníina širokého využití. Je vhodná pro potravinářské účely, využitelná ve farmacii, na výrobu mýdel, jako krmivo hospodářských zvířat a v neposlední řadě se často používá v rostlinné výrobě jako zelené hnojivo. Plodem hořčice je šešule. V jednom semeni šešule je 30% oleje. Hořčice se dorůstá až metrové výšky a po sklizni je nutné semena dosušit na vlhkost 12%. Výnosy semene se pohybují od 1,1 do $1,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Slunečnice roční (*Helianthus annuus*)

Slunečnice je ve světě nejvíce pěstovaná olejnína. Její využití je vhodné zejména na výrobu kvalitního rostlinného oleje, který obsahuje velké množství kyseliny linolové. Plodem je nažka černé, bílé a šedobílé barvy, která obsahuje 45% oleje. Slunečnice dorůstá výšky kolem 1,5 m a dosahuje výnosů kolem cca 3 t.ha⁻¹. Je to olejnína značně náročná na kvalitu půdy. Vyčerpává velké množství živin. Není vhodné slunečnici zařazovat do osevního postupu dříve jak po pěti letech. Vhodnou předplodinou jsou obiloviny. Nevhodnou naopak okopaniny a hluboko kořenící plodiny, které čerpají hodně živin z půdy.

3.1.2 Obiloviny

Obiloviny jsou ve fytotechnice dnes známé především využíváním slámy, jakožto vedlejší produkt při pěstování obilovin na zrno. Sláma obilovin se vyznačuje dobrou výhřevností a vysokými výnosy. Nejvýnosnější obilovinou co se týče slámy je žito, ale nejčastěji využívanou slámou pro energetické účely je sláma pšeničná, protože právě pšenice je dominantní obilovinou.

Tyto plodiny pěstované pro energetické využití mají velké přednosti v tom, že mohou produkovat množství biomasy bez větších nákladů spojených s pořízením vhodné techniky. Využívá se totiž klasické polní techniky. Rozšíření pěstování obilovin je proto jednou z nejvýhodnějších variant pro cílené pěstování k energetickým a průmyslovým účelům. Podle posledních výzkumů je známo, že bez negativního vlivu na úrodnost půdy je možné sklídit až 30% vyprodukované slámy a využít ji k energetickým účelům.

Pšenice (*Triticum aestivum*)

Pšenice patří do čeledi lipnicovitých. V mírném klimatickém pásu patří k nejčastěji pěstovaným obilninám s výnosy zrna až 8 t.ha⁻¹. Je poměrně náročná na kvalitu půdy, která by měla být hlinitá nebo jílovohlinitá. Nevhodné jsou půdy písčité nebo půdy kyselého charakteru.

Pro energetické účely se pšenice, respektive pšeničná sláma zpracovává do formy balíku o různé velikosti, tvaru, hustotě slisované slámy. Pro velké kotle se sláma lisuje do

balíků o hmotnosti až 800 kg, pro menší automatické kotle se používá pšeničná sláma ve formě pelet. Pšeničná sláma je kvalitní palivo, při dobrém skladování obsahuje 10% vlhkosti a tím dosahuje výhřevnosti přes 15 MJ/kg.

Ječmen (*Hordeum vulgare*)

Ječmen se pěstuje jak v ozimé tak jarní formě. Ozimá forma ječmene dosahuje dobrých výnosů oproti jarní formě a používá se spíše jako krmivo nebo příměs do krmiv. Jarní ječmen je však pěstován pro kvalitu svého zrna, které se používá pro výrobu sladu.

Tato obilovina je méně náročná na pěstování než pšenice, protože ke své kvalitě nepotřebuje takové množství dusíku. Výnosy ječmene se pohybují kolem cca 5 t.ha⁻¹.

Žito (*Triticum aestivum*)

Žito patří k tolerantním plodinám v nárocích na kvalitu půdy a předplodinu. Je to cizosprašná obilnina jak ozimého tak jarního charakteru. V praxi se však převážně pěstuje v ozimé formě. Dosahuje výšky jednoho až dvou metrů. Zrno žito se používá k potravinářským účelům, ale i ke krmným. Při vhodné agrotechnice je možno dosahovat výnosů více jak 10 tun/ha. Sláma žita, jako vedlejšího produktu, se využívá jako podestýlka nebo pro energetické účely z důvodu velkého výnosu.

Tritikale (*Triticale*)

Křížením pšenice a žita byl vytvořen první nový druh kulturní obilniny triticales, který se v přírodě v divoké formě nevyskytuje. Mezidruhovou hybridací pšenice se žitem se zabývají šlechtitelé již od druhé poloviny 19. Století. Při křížení se očekávalo, že se u vytvářeného hybridu zvýší odolnost vůči horším podmínkám (větší kořenový systém, lepší zimovzdornost, přizpůsobivost půdní reakci, menší náročnost na předplodinu) a že se získá obilnina s vysokými výnosy a dobrou kvalitou zrna. (Šašková, 1993). Kvalitním pěstováním je možno vyprodukovat až 6 t.ha⁻¹ zrna.

Obrázek 2: Zralý porost triticales



Zdroj: www.biom.cz

Kukuřice setá (*Zea mays*)

Kukuřice patří k jarním obilninám patřící do čeledi lipnicovitých. Je pěstována jak na zrno, které se používá k potravinářským účelům, tak na hmotu ke krmným a energetickým účelům v podobě siláže. Výnosy zelené hmoty kukuřice se pohybují kolem 45 tun/ha. Tato obilnina, jejíž pěstování je nejvíce rozšířené v Severní Americe, je nenáročná na kvalitu půdy i agrotechniku.

Oves setý (*Avena sativa*)

Oves se pěstuje převážně v jarní formě. Patří k významným obilninám využívaných zejména k potravinářským a krmným účelům. Oves je nenáročný na kvalitu půdy, klimatické podmínky, hnojení i chemickou ochranu. Oves je vhodně pěstovat i jako zelené hnojivo.

3.1.3 Okopaniny

Okopaniny patří mezi širokořádkové polní plodiny s výbornou předplodinovou hodnotou zejména pro obiloviny. Plody okopanin jsou hlízy a bulvy, proto se rozlišují jako hlíznaté nebo bulevnaté. Okopaniny se rozmnožují generativně (cukrová řepa) nebo vegetativně (brambor).

Brambor hlíznatý (*Solanum tuberosum*)

Brambor patří k nejvýznamnějším zemědělským plodinám. Z celosvětového hlediska jsou pro lidskou výživu významnější už jen pšenice, rýže a kukuřice. Brambor je hlíznatá plodina patřící do čeledi lilkovitých. Mimo potravinářský průmysl jsou brambory významné na výrobu lihu nebo škrobu.

Cukrová řepa (*Beta vulgaris*)

Cukrová řepa je dvouletá plodina převážně pěstovaná jeden rok, dvouleté pěstování cukrovky se používá při pěstování na semeno. Většina sklizené masy se nachází pod zemí v podobě bulvy, jen necelých 20% rostliny je na povrchu. Nazýváme ji chrástí, která se při sklizni drtí a rozmetá sklízeči po pozemku. Zprvu byla řepa pěstována jako hospodářské krmivo. Nyní se používá zejména v cukrovarnictví a na výrobu lihu.

3.1.4 Ostatní plodiny

Čirok (*Sorghum adams*)

Čirok patří k teplomilným rostlinám odolných proti suchu. Náročnost na kvalitu půdy je minimální. Dosahuje výnosů 10 až 13 t.ha⁻¹ sušiny.

Patří do čeledi lipnicovité (Poaceae), skupiny vousatkovité (Andropogoneae). Je to bylina s velmi hlubokými rozvětveným kořenovým systémem, který tvoří stébla vyplněná dřevní obsahující sladkou šťávu. Porost je vysoký 1 až 3 metry, v ojedinělých případech i více. Květenstvím je lata s jednokvětými klásky. Zrno je buď zcela pluchaté nebo částečně obnažené. Čiroky jsou cizosprašné, ale poměrně dobře se opylují i vlastním pylem.

Čirok se dá pěstovat jak na zrno, tak na hmotu, která nevyžaduje tak vysokou sumu teplot jako pěstování plodiny na zrno. Je to výnosná pícnina bohatá na bílkoviny, kterých obsahují dokonce více než kukuřice. Zrno se dá využívat jako krmivo nebo osivo, lze z něj získávat lín a škrob, má stejně vysokou výživnou hodnotu jako rýže.

Konopí seté (*Cannabis sativa*)

Konopí je teplomilná rostlina náročná na vodu, půdu i agrotechniku, avšak odolná vůči škůdcům a chorobám. Citlivá na mráz. Konopí se využívá jak v potravinářském průmyslu, tak na rostlinné suroviny nebo jako energetická plodina. Tato plodina je velmi přizpůsobivá zeměpisné šířce, tudíž lze pěstovat v mnoha oblastech. Dokáže vytvořit až dvaapůlkrát větší produkci než stejně velká zalesněná plocha.

Konopí patří do čeledi konopovité (*Cannabinaceae*). Samčí rostliny jsou vyšší a štíhlejší a mají světlejší listy. Jsou zralé o 4 až 6 týdnů dříve. Samičí rostliny jsou naopak nižší, silnější a mají více listů, které jsou tmavší. V běžném porostu najdeme přibližně 53% samčích rostlin a 47% samičích. Kořen konopí je kulovitý sahající do hloubky 40 cm, při hlubokých půdách dokonce až do hloubky dvou metrů. Rostlina dorůstá výšky převážně dvou metrů a její stonek postupem času dřevnatí a obsahuje velké množství vlákniny. Plod je vejčítá jednosemenná nažka, která brzy ztrácí klíčivost

Světlice barvířská/saflor (*Carthamus tinctorius*)

Světlice se v minulosti používala jako zdroj přírodního barviva získaného z květu, dnes se pěstuje na olej získaný ze semene, který je dosti kvalitní. Velkou nevýhodou oproti konkurenční slunečnice je však malá výnosnost a malý obsah oleje v nažce. Sláma safloru lze používat na spalování nebo na výrobu papíru.

Saflor patří do čeledi hvězdicovité (*Asteraceae*). Bylina s metrovou lodyhou, listy podlouhle kopinatými nebo zakončenými ostny. Malé květy jsou trubkovitého tvaru a mají bílou, žlutou nebo oranžově červenou barvu. Saflor je cizosprašná plodina, kvete 3 až 4 týdny a opyluje se hmyzem.

Dobře snáší suchu a mrazíky, není náročný na kvalitu půdy, ale nesvědčí mu kyselé a mokré půdy. Vegetuje podle klimatických podmínek, odrůdy a podmínek pěstování.

Při pěstování safloru na semeno se většinou zařazuje do osevního postupu mezi dvě obilniny, není vhodný jako předplodina pro ozimy, protože dozrává později. Semeno lze využívat na získávání kvalitního jedlého oleje nebo na výrobu fermeže, laků, kosmetických přípravků. Při pěstování na hmotu se používá jako meziplodina na zelené hnojení nebo ve směsi s hrachem, který je též kvalitní předplodina, jako krmivo pro dobytek.

Obrázek 3: Porost světlice barvířské



Zdroj: www.botany.cz

Laskavec/Amarant (Amaranthus)

Laskavec je jarní dvouděložná rostlina s vysokou nutriční hodnotou a schopností produkovat velké množství fytomasy.

Nejvíce rozšířené pěstování je na americkém kontinentu. Laskavec má mnoho odrůd, z nichž některé jsou pěstovány na zrno, plní funkci obilnin, další skupinou jsou odrůdy pěstované jako listová zelenina a poslední skupinou jsou odrůdy, které mají schopnost dorůst až devět metrů, mají tedy vysokou produkci nadzemní hmoty, která je vhodná k energetickým účelům z důvodu vysoké výhřevnosti.

Laskavec je z čeledi amaranthaceae. Odrůdy na zrno tvoří jednopohlavné květy. Je to samosprašná plodina, která má velký rozmnožovací potenciál. (jedna rostlina dokáže vyprodukovat až půl milionu malých semen)

Náročnost plodiny spočívá v požadavku na množství slunečního záření, nízkou vláhu a strukturu půdy, která by měla být lehká až středně lehká.

3.2 Víceleté a vytrvalé energetické plodiny

Víceleté či vytrvalé rostliny mají větší význam pro energetické využití než jednoleté rostliny, protože obsahují větší výnosy nadzemní fytomasy. Pěstování bývá často méně náročné.

Chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*)

Chrastice je považována jako jedna z mnoha alternativních plodin vhodných pro energetický průmysl. Je to vytrvalá tráva, která vyžaduje značnou vláhu a množství živin, dávající vysoký výnos při vhodných podmínkách. Není náročná na agrotechniku.

Tato tráva je z čeledi lipnicovité, přirozeně rozšířená na našem území zejména v okolí vodních toků, dosahuje výšky dvou metrů. Kořeny jsou těsně pod zemí, ale celý kořenový systém je mohutný.

Chrastici je třeba osévat na nezaplevelený pozemek, je možno ji zasít na pozemek po jakékoli plodině.

Agrotechnická náročnost záleží na účelu pěstování plodiny, protože chrastici lze pěstovat jak na semeno a píci, tak i k průmyslovému zpracování, které má využití pro přímé spalování, pro výrobu bioplynu nebo na výrobu elektřiny.

Křídlatky (*Reynoutria*)

Křídlatky lze charakterizovat jako vytrvalé dvoudomé byliny poměrně vysokého vzrůstu, patřící do čeledi rdesnovité (*Polygonaceae*), které jsou nenáročné na půdu a mají schopnost vyprodukovat velký výnos fytomasy po dobu až 20 let.

Křídlatky patří s ohledem na výnos fytomasy k nejvýhodnějším rostlinám. Od třetího roku po výsadbě se dosahuje stabilních vysokých výnosů nadzemní fytomasy. Pokud jde o pěstování křídlatky na fytomasu, je lépe pěstovat výnosnější druhy, jako jsou křídlatka česká nebo sachalinská. Nejvzrostlejší a nejvýnosnější je křídlatka sachalinská, pro kterou jsou udávány výnosy i přes 30 t/ha sušiny. (Petříková a kol., 2006).

Ozdobnice (*Miscanthus*)

Ozdobnice je vytrvalá tráva vysokého vzrůstu, která se považuje za alternativní zdroj obnovitelné energie a surovinu pro průmyslové využití. Tato tráva dosahuje za dobrých podmínek vysokých výnosů sušiny až 16 t·ha⁻¹, která dobře využívá živiny, vodu a sluneční energii a je velmi odolná proti škůdcům a chorobám.

Z botanického hlediska patří do čeledi lipnicovité (*Poaceae*). Ozdobnici je vhodné pěstovat na lehčích půdách, s vyšším množstvím srážek a teplejším klimatem, který je pro

pěstování důležitější než kvalita půdy. Sazení této trávy je vhodné po dobrých předplodinách, jako jsou okopaniny nebo luskoviny.

Topinambur hlíznatý (*Helianthus tuberosus*)

Topinambur je jednou z plodin, která může do budoucna najít důležité místo jako alternativní zdroj použitelný buď v pícninářství (siláž, zelené krmení), nebo v potravinářském průmyslu jako vhodná doplňková potravina pro diabetiky a surovina pro racionální výživu. Topinambur může dále sloužit jako alternativní zdroj pro výrobu bioetanolu, bioplynu nebo jako energetický zdroj (Petříková a kol., 2006).

Topinambur je vytrvalá rostlina patřící do čeledi hvězdčovitě (Asteraceae) pěstovaná většinou pro hlízy, které obsahují vlákninu a glukózu. Tato plodina vyžaduje spíše chladnější klima a roste prakticky na všech půdách, i horších či lesních.

Šťovík uteuša (*Rumex patientia*)

Šťovík patří v mírných klimatických podmínkách k nejperspektivnějším a nejvýznamnějším plodinám pěstovaných pro energetické účely, zejména v České republice. Šťovík je z čeledi Polygonaceae. Vyznačuje se vysokým výnosem nadzemní hmoty i semen. Průměrná výška rostlin je 235 centimetrů.

Tato plodina není téměř náročná na kvalitu půdy, dá se poměrně úspěšně pěstovat na mnoha typech půd. Výjimku tvoří příliš kyselé půdy, zpravidla s hodnotou pH nižší než 5,0. Půdy silně kamenité nebo mokré. Při dodržování základních agrotechnických podmínek je šťovík velmi výnosný (8-10 tun z hektaru suché biomasy)

Obrázek 4: Porost šťovíku



Zdroj: autor

3.3 Energetické trávy

Kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea*)

Kostřava rákosovitá je vytrvalá tráva s velkým potencionálem výnosu kolem cca 9 t.ha⁻¹. Má význam jak na zatravněných plochách, tak i na orných půdách jako příměs do jetelovin. Jako krmení je potřeba sklízet v mladé fázi, starší pletiva jsou velmi vhodná pro energetické účely. Je to rostlina tolerantní ke klimatickým podmínkám a nenáročná na kvalitu půdy. Při zakládání porostu je však nutno brát zřetel na předplodinu. Půda by měla po předcházející plodině zůstat čistá a hlavně bez plevelů.

Tradičně se využívají porosty s příměsí kostřavy rákosovité ke krmným účelům – seno, senáž, pastva. Výhodné je pěstování kostřavy rákosovité na semeno. Po výmlatu lze s úspěchem využít slámu pro energetické účely. Balíky – hranaté nebo válcové – lze využít k přímému vytápění v kotelnách, kde se jako palivo používá sláma (obilnin, řepky). Ve stejných zařízeních se může využít i řezanka, pokud byla sklizena sběrací řezačkou. Podobně se použijí i balíky i řezanka z porostů záměrně pěstovaných pro energetické účely. Tato biomasa pak po zpracování na tvarovaná fytopaliva ve formě pelet nebo briket slouží pro vytápění v kotlích i kamnech s automatickým příkládáním. (Petříková a kol., 2006)

Obrázek 5: Porost kostřavy rákosovité



Zdroj: www.biom.cz

Psineček veliký (*Agrostis gigantea*)

Psineček veliký patří mezi tři nejdůležitější trávy využitelné pro energetické účely, zejména kvůli svému poměrně vysokému vzrůstu a hrubému stéblu. Běžné použití je však tradiční pícnina produkující 8 až 10 t.ha⁻¹.

Psineček se ve volné přírodě vyskytuje na vlhkých travnatých místech a dosahuje výšky nadzemní části asi jeden metr. Při záměrném pěstování nemá nijak náročné požadavky. Vhodnou předplodinou jsou okopaniny.

Ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*)

Biomasa ovsíku 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).

Ovsík je volně trsnatá vysoká tráva vysoká až 130 centimetrů, která má vysoce rozvětvenou kořenovou síť, která se nachází hlouběji v zemi, takže dobře odolává přísuškům.

Vhodná předplodina pro pěstování ovsíku jsou brambory, přičemž musí být respektováno, aby se v posledních třech letech na pozemku nepěstovala žádná tráva.

Chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*)

Chrastice je považována jako jedna z mnoha alternativních plodin vhodných pro energetický průmysl. Je to vytrvalá tráva, která vyžaduje značnou vláhu a množství živin, dávající vysoký výnos při vhodných podmínkách. Není náročná na agrotechniku.

Tato tráva je z čeledi lipnicovité, přirozeně rozšířená na našem území zejména v okolí vodních toků, dosahuje výšky dvou metrů. Kořeny jsou těsně pod zemí, ale celý kořenový systém je mohutný.

Chrastici je třeba osévat na nezaplevelený pozemek, je možno ji zasít na pozemek po jakékoli plodině.

Agrotechnická náročnost záleží na účelu pěstování plodiny, protože chrastici lze pěstovat jak na semeno a píci, tak i k průmyslovému zpracování, které má využití pro přímé spalování, pro výrobu bioplynu nebo na výrobu elektřiny.

Sveřep bezbranný (*Bromus inermis*)

Sveřep je vytrvalá tráva řadící se do čeledi lipnicovité, o které se zejména v poslení době mluví jako o plodině vhodné pro energetické účely kvůli svému vysokému vzrůstu a relativně vysokému výnosu suché hmoty.

Podmínkou pro dobré výnosy jsou hlubší půdy s vyšší zásobou živin, které by neměli být podmáčené a kde není vysoká hladina spodní vody. Při respektování těchto podmínek na pěstování je to rostlina velmi odolná a to i vůči dlouho ležícímu sněhu.

Dobrymi předplodinami jsou rostliny, které z půdy nevyčerpají živiny, vhodná je řepka. Důležité je, aby byla půda zbavena plevelů.

3.4 Rychle rostoucí dřeviny

V dnešní době se rychle rostoucí dřeviny jako jsou vrby nebo topoly považují za významný zdroj pevné biomasy stejně jako produkty z lesního hospodářství. Biomasa z rychle rostoucích dřevin (RRD) pěstovaných na výmladkových plantážích má velký potenciál uspokojit energetické cíle národní a evropské politiky, týkající se snižování skleníkových plynů.

Při spalování této biomasy se do ovzduší uvolňuje jen takové množství oxidu uhličitého, jaké rostlina přijala během svého růstu. Výsledná produkce CO₂ je tedy nulová. Následné nahrazení fosilních paliv biomasou může přispět k redukci množství skleníkových plynů v atmosféře a jejich negativnímu vlivu na klimatické podmínky.

Japonský topol (*Populus sieboldii*)

Japonský topol je naklonovaný z topolu černého a topolu Maximovizce. Je to rychle rostoucí dřevina, jejíž energetická hodnota je podle posledních průzkumů zcela srovnatelná s hnědým uhlím. Výhřevnost topolu, stejně jako i u ostatních měkkých dřevin jako je olše nebo vrba, je sice výrazně nižší než u buku, dubu a podobně, ale topol roste daleko rychleji. Již po pěti letech dosahuje průměr kmene až 18 centimetrů a dorůstá výšky 11 metrů. Dospělost topolu je osm let, ale při sklizni v pěti letech se nevysemeňuje.

Topol je nenáročný na kvalitu půdy, daří se mu na vlhčích půdách, ale dobře snáší také delší sucho. Ke svému kvalitnímu vývoji potřebuje dobře odplevelenou půdu, což

představuje značnou náročnost. Po výsadbě je však tento strom zcela bezúdržbový, čeká se jen na sklizeň.

Obrázek 6: Manuální těžba pětiletého topolu



Zdroj: www.ireceptar.cz

Vrba (Salix)

Vrba patří mezi vlhkomilné rostliny, které dobře snáší i dlouhodobé zamokření. Dřevo vrby je lehké a měkké, větve jsou křehké. Řadíme ji mezi rychle rostoucí dřeviny, protože je schopna produkovat poměrně vysoké množství dřevní hmoty za relativně krátký čas. Vrba se vyznačuje vysokou schopností obrůstat, ale zejména některé druhy vrb jsou náchylné na choroby.

Olše (Alnus)

Olše je též považována za rychle rostoucí dřevinu patřící do čeledi břízovitých. Nejlépe se jí daří na trvale zamokřených půdách, není náročná na kvalitu půdy. Jediné riziko úhynu stromu představuje kyselá půda.

4 TECHNOLOGIE PĚSTOVÁNÍ PLODIN

Při pěstování polních plodin pro energetické využití se klade důraz na kvantitu. Kvalita není tak důležitá, protože tyto rostliny nejsou určeny pro výživu lidí nebo krmivo

hospodářských zvířat. Jde zejména o výnos masy, která se dále zpracovává. Proto je zde využívání trendů minimalizace namíste.

4.1 Technologie pěstování olejnin

V našich podmínkách patří k velmi často pěstovaným polním plodinám řepka olejka, je to naše nejvýznamnější olejнина. Řepka je zejména v poslední době poměrně oblíbenou polní plodinou u našich farmářů z důvodu vyšší výkupní ceny. Vyšší cena je však podmíněna náročností pěstování. Ne každý zemědělec dokáže řepku kvalitně vypěstovat a dosáhnout požadovaného výnosu. Je dosti náročná na kvalitu osiva a zejména chemickou ochranu. Ta je drahá, proto je často omezována hlavně u drobných farmářů. To je pak příčinou malých výnosů. Z důvodu rozšíření pěstování této olejliny přiblížím technologii jejího pěstování.

4.1.1 Zpracování půdy pod řepku

Podmítka

V naprosté většině případů je první operací po sklizni předplodiny, kterou bývá nejčastěji ječmen. Hlavním úkolem je zajistit podmínky pro klíčení výdrolu a plevelů. Tyto vyklíčené rostliny jsou poté zapraveny pod povrch půdy.

Včas provedená podmítka zabraňuje prosychání půdy a zlepšuje hospodaření s půdní vláhou, provzdušňuje půdu a napomáhá při potlačování chorob a škůdců (Pastorek a kol., 2002). Hloubka podmítky se volí podle předplodiny. Důležité je, aby bylo pole zpodmítáno rovnoměrně a po celé své ploše bez vynechávek, které může být způsobeno nedostatečným překrýváním jednotlivých jízd. Podmítá se v hloubce 4 až 6 centimetrů, tak aby byly jednotlivé rostlinné zbytky dobře podříznuté. K této operaci se využívá podmítačů, které lze rozdělit podle připojení k traktoru na nesené, polonesené a tažené.

Orba

Přes snahu vyloučit orbu z přípravy při zakládání porostů, která se projevuje zejména v posledních letech, zůstává orba radličnými pluhy stále základní operací zpracování půdy. Úkolem orby je půdu nakypřit, rozdrobit, obrátit a zapravit části rostlin popř. hnojiv z povrchu do půdy. Důležitým parametrem, který zásadně ovlivňuje kvalitu orby, je stanovení správné hloubky orby a její dodržení. (Pastorek a kol., 2002).

Při pěstování řepky není vhodná bezorebná technologie z důvodu poměrně velkého množství rostlinných zbytků, které zůstávají na povrchu. Je dokázáno, že vyšších výnosů je dosahováno po orbě. Hloubka orby se určuje s ohledem na stav pozemku a požadavky následující plodiny. Pro řepku se volí středně hluboká orba v rozmezí od 18 do 25 centimetrů. Je také důležité, aby orba nebyla příliš hluboká, aby nedocházelo k vyorávání podorničí na povrch. (podorničí rozumíme půdu s nízkým obsahem organické hmoty, která se nachází pod ornici).

Předset'ová příprava

Další operací po orbě je zpracování půdy před setím. Úkolem přípravy k setí je v návaznosti na základní zpracování půdy umožnit včasné zasetí řepky a vytvořit příznivé podmínky pro vzcházení i její další růst a vývoj, zvláště v prvních fázích vegetace (Kolektiv 1999). Příznivými podmínkami se rozumí urovnání a vhodné utužení zoraného pozemku nejlépe ihned po orbě, aby nedocházelo k úniku vláhy. Urovnáním povrchu se zmenšuje výparná plocha (Roh a kol., 1997). Půda je v letních měsících hodně náchylná na ztrátu vláhy. Dalšími důležitými faktory předset'ové přípravy je rozmělnění hrud. Předset'ová příprava pro řepku je prováděna dílčími operacemi, jako jsou válení, smykování, vláčení. Výhodnější je však spojit všechny tyto operace do jedné a připravit pozemek kombinátory, které snižují počet přejezdů po pozemku a zabraňují nadměrnému utužení. Pozemek připravujeme tak, aby vrchní 3 až 5 centimetrů bylo nakypřených a zbytek přiměřeně utužený.

4.1.2 Setí

Setí řepky je zajímavé svým malým výsevkem, který se pohybuje od 2 do 5 kg.ha⁻¹. Tento výsevek odpovídá půl milionu klíčivých semen (platí pro hybridní odrůdy, u liniových odrůd 750 tisíc) na hektar. Ty jsou pak seta jeden až dva centimetry pod povrch půdy. Nejvhodnější termín setí je mezi 10. – 20. Srpnem. Při setí se klade důraz na přiměřené utužení pozemku kvůli lepšímu vzcházení. Důležité je dávat pozor, aby nebylo semeno příliš utopeno do půdy. Po zasetí secím strojem bez utužovacích koleček nebo válců, je vhodné pole uválet.

4.1.3 Hnojení

Hnojením se rozumí doplňování živin do půdy. (Kolektiv 1997). Základní hnojivem je NPK (15% dusík + 15% fosfor + 15% draslík) v dávce 200 kg.ha⁻¹ aplikované před setím. Další přihnojování přichází na jaře:

- regenerační - 50 – 100 kg N.ha⁻¹ dusíku čistých živin (Dasa, 25% N + 14% S),
- produkční – 70 – 100 kg N.ha⁻¹ čistých živin (Dasa) a DAM 390 v dávce 100 – 150 l.ha⁻¹,
- kvalitativní do květu – LAV 27 (ledek amonný + vápenec) v dávce 100 – 150 kg.ha⁻¹.

4.1.4 Chemická ochrana řepky

Chemická ochrana řepky je velmi důležitou operací k dosažení požadovaných výnosů. Je prováděna polními postřikovači, které jsou samojízdné, nebo tažené, či nesené traktorem. Postřikovač se pohybuje po kolejových řádcích. Chemická ochrana je aplikována několikrát během vegetace:

- preemergentní ochrana prováděná do tří dnů po zasetí proti plevelům (Butisan star, 2 l.ha⁻¹),
- proti výdrolu po vzejití předplodiny (Pantera 1 l.ha⁻¹),

- při 3 – 5 listech fungicid s morforegulačním účinkem + listové hnojivo (Caramba + Carbonbor),
- v období března až dubna proti krytonosci + listové hnojivo (Nurelle 0,6 l.ha⁻¹ + Sulfika 7 kg.ha⁻¹),
- při výskytu houbových chorob (Caramba 1 l.ha⁻¹),
- při výskytu blýskáčka (Talstar 0,1 l.ha⁻¹),
- proti hlízence (Alert 1 l.ha⁻¹).

4.1.5 Sklizeň řepky

Sklizeň řepky se provádí přibližně od poloviny června. Zralost řepky je snadno rozpoznatelná. Sklizeň je realizována sklízecími mlátičkami axiálními i tangenciálními. Aby nedocházelo k velkým ztrátám při sklizni, je nutné upravit sklízecí adaptér. Úprava spočívá v prodloužení žacího válu, a montáži bočních kos, které pomáhají při prostupu mlátičky porostem. Sláma je drcena dodatečně nebo samotnou mlátičkou a rozmetána rovnoměrně po pozemku. Následně je zapravena do půdy.

Obrázek 7: Sklizeň řepky a drcení slámy



Zdroj: autor

4.1.6 Doprava sklizené řepky

Při sklizni jsou semena střežána do zásobníku zrna na sklízecí mlátičce. Odtud jsou výložníkem dopravena na korby nákladních vozů, traktorových přívěsů, nebo překládacích vozů. Tyto dopravní prostředky pak odváží sklizenou řepku do výkupu nebo na posklizňovou linku.

4.1.7 Posklizňová úprava a skladování

Sklizená řepka je dopravena na posklizňovou linku, kde dochází k důkladnému čištění semene od plev a hmyzu. Pokud je řepka sklizena v neodpovídající vlhkosti, je zde v sušárně dosoušena na požadovanou vlhkost. V této vlhkosti a zbavená všech nečistot je skladována v silech.

4.2 Technologie pěstování obilnin

Mezi nejčastěji pěstované zemědělské plodiny u nás patří obilniny jako pšenice, žito a ječmen. Tyto obilniny dosahují vysokých výnosů zrna i slámy. Technologie pro pěstování těchto obilnin jsou si podobné. Nejsou však tak náročné na strategii a pracnost pěstování jako řepka. Nejčastěji pěstovanou obilninou je pšenice ozimá, která dosahuje vysokých výnosů zrna i slámy, tudíž je její pěstování vhodné i pro energetické účely.

4.2.1 Zpracování a příprava půdy

Zpracování a příprava půdy je podobná jako u pěstování řepky s tím rozdílem, že při pěstování pšenice je možno použít minimalizační technologie s nahrazením orby druhou podmínkou. Obilninám totiž nevádí malý zůstatek posklizňových zbytků na pozemku. Druhá podmínka se obvykle volí hlubší, 10 – 12 centimetrů, a provádí se pod opačným úhlem než primární. Metoda minimalizace je volena díky úspoře energie a času oproti orbě. Ta však zůstává i přes svou vysokou energetickou náročnost velmi častou operací při zpracování půdy.

Při orebné technologii je stejně jako u řepky vhodné ornici přiměřeně utužit, aby nedocházelo ke ztrátě vláhy. Tato operace může být spojena s předseťovou přípravou (rovnání pozemku a příprava seťového lůžka).

Při bezorebné technologii není potřeba nijak dále upravovat pozemek. Ten je totiž připraven k setí právě druhou podmínkou, která musí být provedena kvalitně, aby byla půda připravena po celém pozemku stejně. Na kvalitu této operace má značný vliv správné seřízení podmiťáče.

4.2.2 Setí

Setí pšenice se provádí stejnými secími stroji jako u řepky. Rozdíl je však ve výsevku, který je 3 – 4 miliony klíčivých semen na hektar. Této hodnotě odpovídá podle odrůdy 160 – 240 kg.ha⁻¹. Osivo je vkládáno na seťové lůžko do hloubky 2 – 3 centimetrů. Při bezorebné technologii je vhodné využití secích kombinací, které mohou napravit chyby při podmítce a dodatečně prokypřit, urovnat a promísit půdu s posklizňovými zbytky.

Obrázek 8: Secí kombinace Lemken s vířivým kypřičem



Zdroj: autor

4.2.3 Hnojení a výživa

Základním minerálním hnojením před setím je dávka 200 kg.ha⁻¹ NPK. Další přihnojení přichází v průběhu vegetace následovně:

- regenerační 30 -60 kg N.ha⁻¹ čistých živin (LAV 27 nebo Dasa),
- produkční na konci odnožování (DAM 390 v dávce 150 l.ha⁻¹),
- kvalitativní do klasu 30 kg N.ha⁻¹ čistých živin (LAV 27).

4.2.4 Chemická ochrana

I při pěstování této obilniny je pro dosažení potřebného výnosu nutná chemická ochrana, která je aplikována opět několikrát během vegetace:

- začátkem vzházení proti plevelům (Maraton 4 l.ha⁻¹),
- při teplém podzimu proti virovým chorobám (Fury 0,1 l.ha⁻¹),
- fungicidní ochrana proti stéblolamu (Alert 1 l.ha⁻¹),
- při výskytu travního padlí (Juvel top 1 l.ha⁻¹),
- při výskytu mšice a kohoutka (Fury 0,1 l.ha⁻¹).

4.2.5 Sklizeň zrna pšenice

Při výmlatu této obilniny se používají sklízecí mlátičky s klasickými adaptéry. Termín sklizně pšenice bývá od druhé poloviny července. Při sklizni potravinářské pšenice musí být zemědělec pohotový a včas sklídit, jinak dojde vlivem dešťů ke znehodnocení kvality a ztrátě zejména objemové hmotnosti a lepku, což jsou důležité parametry potravinářské pšenice. Pšenice je zralá tehdy, pokud je zrno tvrdé na skus. Při pěstování pšenice na zrno dochází i k vedlejší produkci v podobě slámy. Sláma může být sklízecí mlátičkou drcena a rozmetána rovnoměrně po pozemku a následně zapravena do půdy nebo skládána do řádků, které jsou následně dále zpracovány pro energetické využití nebo jako stelivo hospodářských zvířat.

4.2.6 Sklizeň slámy a skladování

Sklizeň slámy je realizována sběracími velkoobjemovými vozy a odvážena na určené místo, kde je stohována. Další variantou je lisování do balíků různých tvarů a velikostí. Podmínkou sklizně slámy je, aby byla suchá. Vlhká sláma může způsobit značné

problémy a nebezpečí. Při její sklizni hrozí riziko zapaření ve stohu nebo i v balíku a to vede k plesnivění. V krajních případech se zapařený stoh může i vznítit.

4.2.7 Posklizňová úprava a uskladnění

Od sklizecí mlátičky je zrno odvezeno přímo do výkupu nebo na posklizňovou linku což je z hlediska další zpeněžení výhodnější. Zde se zrno čistí od plev a dalších nečistot a případně suší na zaručenou skladovací vlhkost 14%. Zrno je uskladněno v silech. Zde je třeba po celou dobu skladování sledovat teplotu a vlhkost, aby nedošlo ke znehodnocení.

4.3 Technologie pro pěstování okopanin

Pěstování okopanin pro energetické účely má u nás dlouhou tradici. V našich podmínkách se pro tyto účely hodí cukrová řepa nebo brambory. Výnosový potenciál těchto plodin je obrovský, ale technologie pěstování je obtížná. Výhodou těchto plodin jsou částečně fyto-sanitární účinky. Nevýhodou je potřeba úzce specializovaných strojů použitelných pouze pro jednu plodinu, což prodražuje pěstování.

V našich podmínkách patří k významným okopaninám cukrová řepa a zejména brambory, které v sobě skrývají široké využití. Brambory jsou důležitou potravinou, průmyslovou surovinou a významnou zemědělskou plodinou s vysokou výnosovou schopností a příznivým působením v osevním postupu. V řadě zemí jsou brambory stále využívány jako krmivo pro hospodářská zvířata. Brambory jsou důležitou surovinou na výrobu škrobu. Výroba lihu z brambor v České republice je potlačena na minimum a nahrazována snadnější, levnější a ekologičtější výrobou z obilí, kukuřice a melasy (u brambor problémy s množstvím odpadní vody). V následujících kapitolách se zaměříme na pěstování brambor pomocí metody s odkameňováním půdy, která je energeticky i finančně hodně náročná, ale vede k vyšším výnosům.

4.3.1 Zpracování a příprava půdy

Podzimní příprava

Vhodnou předplodinou jsou obilniny, po kterých je vhodná podmínka bez nebo s následným zasetím strniskové plodiny. Podmínka je nenahraditelná pro udržení půdní vláhky, podpoří mineralizaci posklizňových zbytků, vzejití semenných plevelů a jejich zničení a vytváří podmínky pro kvalitní zpracování půdy orbou. Ošetření podmínky vláčením zvýší plevelohubný účinek. Pro kvalitní zpracování půdy orbou na podzim, zvláště na středních a těžších půdách, je důležitý vlhkostní stav půdy. Půda musí být schopna drobení. V bramborářské oblasti oráme v říjnu, v nižších polohách případně i v listopadu. Orbou se zapraví organické hnojení a provádí se na hloubku, která zajišťuje prokypření ornice nebo plnou hloubku ornice s tím, že nedojde ke zvýšení obsahu kamene.

Jarní příprava

Jarní příprava půdy před sázením brambor spočívá ve vytvoření vhodných podmínek pro uložení sadby do hrůbků. Brambory lze pěstovat klasickou konvenční technologií, kdy je na jaře půda prokypřena do hloubky 25 až 30 centimetrů a velké kameny jsou manuálně sbírány. Dalšími technologiemi jsou drcení kamenů nebo pěstování v odkameněných půdách. V současné době se nejčastěji k produkčnímu pěstování používá metoda záhonového odkamenění, kterou si dále vysvětlíme.

Hlavní příčinou mechanického poškození hlíz je přítomnost kamenů a hrud v ornici. Významnou možností snížení mechanického poškození hlíz je použití záhonového odkamenění půdy před výsadbou. Jedná se o separaci kamenů a hrud s uložením do sousední brázdy. Nejprve je třeba vytvořit hrůbky rýhovacím strojem – tzv. naorávačem. Důležité je, aby se při této operaci nevynášelo podorničí a vytvořit dostatečnou rýhu pro uložení kamenů a hrud. Obecně platí, že čím více je příměsí a nižší vrstva ornice, tím je nutná větší plocha základny hrůbků. Rozteč hrůbků se pohybuje od 1,5 do 2,0 metru. Po vytvoření hrůbků je na řadě odkamenění. Separátor nabírá nahrnutou zeminu naorávačem, půda je prosévána a jsou odděleny kameny a hroudy, které jsou uloženy do meziřádku. Cílem separace je získat záhon s výrazným snížením podílu kamene a hrud, 25 – 30 cm vysoký, se základnou 1,5 -2,0 m.

Přednosti a nedostatky záhonového odkamenění před klasickou konvenční technologií

Přednosti:

- pozitivní vliv na vlhkostní, vzdušný a teplotní režim půdy,
- rovnoměrný růst rostlin,
- předpoklad vyššího výnosu,
- vyšší výkon sklízeče,
- výrazné snížení mechanického poškození hlíz,
- zvýšení výtěžnosti kvalitních hlíz,
- nižší potřeba lidské práce při sklizni,
- příznivé působení v osevním postupu.

Nedostatky:

- vysoké investiční náklady na mechanizaci,
- energetická náročnost,
- omezená výkonnost odkameňovací linky v sezóně,
- časová náročnost na separaci.

Postup přípravy brázd:

Obrázek 9: Rýhování a následná separace



Zdroj: autor

4.3.2 Sazení

Po separaci vytvořených záhonů následuje sazení hlíz brambor. Sadba by měla být vyrovnaná, aby nedocházelo k chybám sazení. Sadba je ukládána sazečem do hrobů a to do hloubky 11 až 15 centimetrů 20 až 32 centimetrů od sebe podle druhu sadby. Brambory jsou pěstovány jako sadbové, které jsou sázeny blíže k sobě, dále konzumní a nakonec průmyslové, které se sází nejdále od sebe, aby měli prostor vytvořit velké hlízy. Na hektar pak podle tohoto rozdělení připadá 50 -80 tisíc hlíz. Důležité je aby teplota půdy v místě uložení sadby byla minimálně 8°C a sadba byla co nejméně poškozena. Jednotlivé hrůbky mají rozteč 75 centimetrů.

Obrázek 10: Sazení brambor



Zdroj: autor

4.3.3 Hnojení a výživa

Protože brambory patří vesměs mezi organicky hnojené a zlepšující plodiny osevního sledu, podílí se (za předpokladu přiměřené péče o tuto plodinu) i na výnosové stabilitě (kvalitě) následných plodin.

První hnojení přichází na podzim předcházejícího roku na podmítnutý pozemek, jedná se o organické hnojení převážně chlévským hnojem s dávkou 30 – 50 tun na hektar. K dalšímu přihnojování dochází až při samotném sázení, tzv. hnojením pod patu. Jako vhodné hnojivo se jeví míchané minerální hnojivo (100 kg N, 70 kg P, 100 kg K, 20 kg Mg). K bramborám pro průmyslové využití je vhodné před vzejitím použít hnojivo DAM 390 v dávce 100 – 150 litrů na hektar. Při většině fungicidních ochran se přidává listové hnojivo v podobě rozpuštěné močoviny a hořké soli

4.3.4 Chemická ochrana

K dosažení kvalitní sklizně je třeba efektivní chemické ochrany. Ta se aplikuje v několika vstupech během vegetace:

- před vzejitím proti výdrolu a plevelům (Sencor 0,5 – 0,8 l.ha⁻¹ + Comand 0,2 l.ha⁻¹ + Clinic 1 l.ha⁻¹),
- po zapojení do řádků a při vydané signalizaci na plíseň bramborovou – 3 až 8 aplikací během vegetace, podle druhu brambor (Lidomil Gold, Casoar, Tanos, Galben, Altima),
- v období před sklizní k pálení natě (Reglone).

4.3.5 Sklizeň

Sklizeň brambor je realizována sklízeči brambor samojízdnými nebo taženými. Při sklizni se sklízeč pohybuje v řádku, vyorává hlízy z brázdy a pomocí prosévacích dopravníků odděluje zeminu od hlíz. Poté se hlízy s natí a zbytky zeminy dostávají pomocí kruhového dopravníku na dopravník přebírací, u kterého stojí obsluha a rozdružuje

brambory, zbytky zeminy a rostlinných zbytků. Vytříděné brambory jsou poté dopraveny do zásobníku a zemina s rostlinnými zbytky je vrácena zpět na pozemek.

4.3.6 Posklizňová úprava a skladování

Po sklizni jsou brambory odvezeny přímo do výkupu (průmyslové brambory) nebo putují na posklizňovou linku, kde jsou poctivě tříděny (konzumní a sadbové brambory). Třídění brambor spočívá v očištění hlíz od zeminy a vytřídění zbylých kamenů. Poté jsou pytlvány nebo baleny do velkoobjemových vaků. Skladování brambor je vhodné ve tmavých sklepích, ve kterých teplota neklesá pod 3°C.

4.4 Technologie pro pěstování jednoletých i vytrvalých plodin na výrobu fytomasy

Technologie pro pěstování plodin na produkci fytomasy je použitelná pro jednoleté i vytrvalé plodiny. Zpracování půdy, hnojení i ochrany jsou velice podobné jako při pěstování olejnin či obilnin, které byly popsány v předchozích kapitolách. Následně si přiblížíme technologie pro pěstování a zejména sklizeň těchto plodin, která je různorodá. Při sklizni plodin pro energetické účely, jako je výroba tepla, je vždy tato operace prováděna s ohledem na obsah vody v plodině.

4.4.1 Technologie pro sklizeň suché píče

Dobře známá technologie sklizně sena je stejná jako technologie pro sklizeň plodin na produkci suché fytomasy. Nejprve je plodina posečena žacími stroji, které se nejčastěji používají diskové (rovnoměrně rozprostírají masu na pozemek), bubnové (tvoří větší řádky posečené plodiny) a dnes již málo používané kosy s přímovratným pohybem (dobré rozprostření po pozemku, ale malá výkonost). Následně je posečená hmota sušena přímo na pozemku. Po sečení je vhodné rovnoměrně rozprostít masu, aby se dosáhlo přístupu vzduchu a tím i rychlejšího sušení. Hmotu je třeba dále obracet, to je realizováno

obracecími stroji. Nejrozšířenější s nejvyšší výkonností jsou obraceče rotorové, které jsou podle velikosti záběru 2 až 10 rotorové. Když je seno suché (obsahuje minimálně 85% sušiny) je potřeba nahnout masu do řádků pomocí nejlépe rotorových shrnovačů. Následně dochází k odvozu pomocí sběracích velkoobjemových vozů do seníků nebo do skladů, odkud je suchá masa čerpána ke spalování.

4.4.2 Technologie pro sklizeň senážováním

Předpokladem úspěšného senážování je optimální zvládnutí jak samotné sklizně, tak uložení objemného materiálu a jeho konzervace i dodržení správných zásad při odebírání. Jednotlivými operacemi zmíněného procesu jsou sečení, obracení, shrnování, sběr, odvoz, uložení a konzervace sklizených píce. Celý průběh sklizně píce musí být přizpůsoben požadavkům kvalitativním i kvantitativním, tedy v anaerobních podmínkách, kdy roli přirozeného konzervantu tvoří oxid uhličitý (Javorek, 2008).

Sklizeň senáže je ovlivněna zejména počasím, a to jak během vegetace, tak i v době samotné sklizně. Obecným cílem je dosažení sušiny senážovaného materiálu na úrovni 30 až 35%. Z energetického hlediska je vhodné využívat senáž v výrobě bioplynu.

Senážování nabízí spoustu variant sběru a odvozu. V našich podmínkách se setkáváme zpravidla se samojízdnými řezačkami, senážními vozy a svinovacími lisami. Požadavkem všech technologií je čistý sběr. Ukládá-li se hmota do jam, věží, či vaků, je nutné věnovat pozornost kvalitnímu řezání a vytvoření homogenní řezanky a následně preciznímu utužení. V případě lisování do balíků se klade důraz na lisování s vhodně zvoleným lisovacím tlakem.

Sklízecí řezačky jsou osazeny sběračem zpravidla o záběru 3 až 4,5 m se sběracím ústrojím s kulisovými vodicími drahami, nebo s pevnými nosíky prstů. Nezastupitelnou úlohu mají detektory kovů, které zastaví vkládání při identifikaci kovových předmětů, stále častěji se rovněž setkáváme s detektorem kamenů. Řezací ústrojí je vybaveno travními noži (12 až 40 podle typu konstrukce bubnu) a travním protiostrím. Je třeba si uvědomit, že limitujícím faktorem pro výkonnost sklízecích řezaček při sklizni zavadlé píce je kromě odvozu zejména vzdálenost řádků. Výkonnost motoru je limitující pouze do určité míry. Proto se objevují stále větší shrnovače a výrobci vysoce výkonných řezaček s výkony až tisíc koňských sil.

Senážní vozy si v českém zemědělství našly své pevné místo zhruba v polovině devadesátých let dvacátého století. Vozy mají různá provedení, která se mezi sebou liší systémem vkládání: buď mají kasač s řízeným pohybem hrabic, nebo spirálový rotor s pevnými vkládacími segmenty. Sběrací ústrojí má stejné charakteristiky jako u sklízecích rezaček, šířka sběru je 1,6 až 2,1 m podle velikosti vozu. Různá je také konstrukce řezacího ústrojí. Teoretická délka řezanky dosahuje při plném osazení 35 až 45 mm.

Lisování senáže je populární všude tam, kde je třeba uskutečnit kvalitní sklizeň s minimem pracovních sil. Lisování balíků a v případě integrované ovíječky také jejich ovíjení strečovou fólií zvládne jeden pracovník, přičemž balíky může svázat postupně.

Správné uložení zavadlé hmoty hraje hlavní úlohu, neboť takto vyrobené krmivo rozhoduje o chovatelských výsledcích minimálně v zimním období, v řadě případů pak po celý následující rok. U balíků ovinutých fólií je způsob uložení nejjednodušší. Je třeba zvolit místo dobře přístupné v nepříznivém počasí ochráněné před povětrnostními vlivy. Volně sklizená objemná píce se ukládá v senážních věžích či silážních žlabech. Věže se v minulosti příliš neosvědčily kvůli technickým problémům s vybíráním krmiva a zdlouhavému plnění.

Obrázek 11: Sklizeň pícnin senážním vozem



Zdroj: agroweb.cz

4.4.3 Technologie pro sklizeň silážováním

Silážováním rozumíme proces, kdy předpokládáme konzervaci pomocí mléčného kvašení. Průběh kvašení je závislý na obsahu sušiny a glycidů. Tato technologie předpokládá přímou sklizeň pomocí řezaček a následné uložení hmoty do žlabů, kde proběhne udusání a následné uzavření žlabu. Siláž využíváme k provozu bioplynových stanic s následným využitím bioplynu pro kombinovanou výrobu elektrické energie a tepla.

Z technologického hlediska je silážování řezání stojícího porostu na drobnou řezanku o délce do 20 milimetrů. Tento proces je prováděn řezačkami s velmi vysokými výkony. Siláž je odvážena na skladovací místa, kterými bývají silážní jamy nebo dnes již málo používané věže. Další variantou je uskladnění siláže v rukávech. Kvalita siláže je ovlivněna výkoností sklízecí soupravy. Siláž je vhodně zakonzervovat do jedno dne od sklizně.

4.5 Technologie pro pěstování rychle rostoucích dřevin

4.5.1 Příprava půdy před sázením

Příprava půdy před sázením klonů je důležité provést kvalitně a poctivě, neboť RRD jsou pěstovány na delší časový horizont. Na podzim předcházejícího roku je potřeba pozemek upravit hlubokou orbou nejméně 30 centimetrů. Ornice se nechá přes zimu vymrznout a na jaře je vhodný intenzivní chemický postřik proti plevelům. Úprava před sázením spočívá v poctivém urovnání pozemku.

4.5.2 Sázení a ochrana dřevin

Správná výsadba je nejdůležitější operací při zakládání porostu. Rychle rostoucí dřeviny jsou sázeny poloautomatickými sazeči. Do sázecího ústrojí vkládá obsluha klony dřevin. Počet osob obsluhy je stejný jako počet řádků poloautomatického sazeče. Šíře řádků je volena podle techniky, kterou zamýšlíme dřeviny v průběhu jejich života udržovat (zpravidla 1,6 – 2,0 m). Vzdálenost klonů v řádku se volí mezi 0,5 – 1,0 m.

Je všeobecně známo, že porosty rychle rostoucích dřevin nejsou náročné na chemickou ochranu. Porost RRD je třeba chemicky chránit většinou jen v prvním roce pěstování, neboť jeho schopnost bojovat proti plevelům ze začátku svého vývoje není dobrá. Při výskytu nežádoucího hmyzu je nutno ošetřovat RRD i dalších letech.

4.5.3 Sklizeň

Správné nasazení mechanizace je důležitým předpokladem rentability produkce rychle rostoucích druhů dřevin pěstovaných na zemědělských půdách. Náklady na sklizeň (těžbu) rychle rostoucích dřevin tvoří podle dosavadních zkušeností 30 až 60 % celkových nákladů a určují tak z velké části cenu této formy energetické dendromasy.

Metoda kmenových výřezů

Získání kmenových výřezů je dosaženo minimálně 10letou pěstební dobou. Tyto porosty nejčastěji topolů nazýváme lignikulturami. V tomto případě je nasazována klasická těžební lesnická technika. Jedná se o ruční motorové pily a harvestory. Těžební technika kácí, odvětvuje a připravuje kulatinové výřezy požadovaných délek. Vrchní části stromů jsou odváženy samostatně nebo štěpkovány přímo na místě.

Metoda svazková

Při svazkové metodě jsou jednotlivé stromy jedním pracovním úkonem skáceny a sesbírány. Vznikají volně ložené nebo drátem či svazkovou přízí ovíjené svazky. U porostů s delším těžebním intervalem je nasazován harvester s kácecí (stříhací) a svazkující hlavicí. U řadových porostů s kratším intervalem těžby se využívají tzv. sekací svazkovače. Ty v jednom plynulém pracovním úkonu stromy pokácí a na ložné ploše svazkují. Takto vznikající svazky jsou následně vyskladňovány většinou na okraji porostu. Tam mohou být uskladněny neomezeně dlouhou dobu a podle potřeby štěpkovány či odváženy.

Metoda štěpkování

U metody štěpkování je třeba rozlišovat mezi jednofázovou a dvoufázovou těžbou. U dvoufázového způsobu těžby, který byl zatím zkoušen jen výjimečně, navazuje na kácení a štěpkování proces nakládání. Prvním pracovním krokem jsou stromy pokáceny. Ve druhém pracovním kroku jsou v řadách ležící stromy pomocí sběracího bubnu sbírány a mobilním štěpkovačem štěpkovány. Nevýhodou této dvoufázové těžby je, že při běžných rozestupech řad může být vždy kácena jen jedna řada a následně protisměrně štěpkována a až poté může být zpracována další řada.

Při jednofázové těžbě štěpkovačem jsou používány samojízdné stroje s nastavnými adaptéry, které stromy v jednom pracovním úkonu sekají i štěpkují. Slibně vypadají upravené stroje na sklizeň zemědělských plodin. Jak sklízecí řezačky, tak štěpkovače dosahují vysokých plošných výkonů. Na základě horizontálně umístěných vtahovacích válců a systému úřezu kmenů jsou jasně určeny pro vrbové a pro velmi mladé topolové porosty, především do řezného průměru cca 70 mm.

Obrázek 12: Výmladkové plantáže topolů



Zdroj: Weger J. (biom.cz)

5 ZÁVĚR

Tato práce vznikla z důvodu aktuálnosti daného tématu v oboru zemědělství a především vlastního zájmu o energetické plodiny, které lze pěstovat v podmínkách České republiky.

Energetické plodiny se jeví jako poměrně vhodná alternativa k pěstování rostlin pro klasické využití. Jedná se zejména o možnost snižovat náklady na pěstování, protože v případě, kdy nejsou rostliny produkovány pro lidskou obživu, nejsou kladeny tak vysoké požadavky na kvalitu. Snižování nákladů spočívá především v redukci vstupů na pozemek, tudíž menší počet pracovních operací, menší spotřeba pohonných hmot a pomocného materiálu a v neposlední řadě i úspora lidské práce. Používají se spíše méně energeticky náročné operace (podmítka místo orby) a některé operace zcela nebo zčásti odpadají (chemická ochrana, hnojení). Při pěstování plodin pro energetické či průmyslové využití jde především o kvantitu, tedy o množství vyprodukované hmoty, která se dále zpracovává.

Dalším důležitým faktorem proč začínají pozvolna čeští farmáři zařazovat do svého osevního postupu tyto plodiny, je možnost širšího uplatnění na trhu, neboť výkupní ceny některých kvalitních komodit nejsou mnohdy podle představ jednotlivých zemědělců. Pěstovat a sklízet tyto plodiny lze, až na rychle rostoucí dřeviny, běžnou zemědělskou technikou. Tudíž není nutná investice do nových speciálních strojů. U RRD je využito lesní techniky nebo té klasické zemědělské, která však musí doznat určitých úprav.

6 POUŽITÁ LITERATURA

Odborná literatura:

1. Petříková V. a kolektiv, Energetické plodiny. Profi Press, s. r. o. Praha 2006. 127 s. ISBN 80-86726-13-4
2. Pastorek Z. a kolektiv, Technologické systémy rostlinné výroby. Výzkumný ústav zemědělské techniky Praha 2002. 95 s. ISBN 80-238-9956-2
3. Procházka I. a kolektiv, Pěstování rostlin – speciální část. Petr Večeřa Hrotovice, INAPA Třebíč 2003. 80 s. ISBN 80-901789-7-9
4. Roh J. a kolektiv, Stroje používané v rostlinné výrobě. Česká zemědělská univerzita Praha 1997. 278 s. ISBN 80-213-0327-1
5. Teksl M. a kolektiv, Pěstování rostlin I., Credit Praha 1999. 300 s. ISBN 80-902295-7-3
6. Šašková D. a Štolfa V., Trávy a obilí, Artia, a. s. Praha 1993. 64 s. ISBN 80-85805-03-0
7. Kumhála F. a kolektiv, Zemědělská technika. Česká zemědělská univerzita v Praze 2007. 438 s. ISBN 978-80-213-1701-7
8. Hůla J., Procházková B. a kolektiv, Minimalizace zpracování půdy. Profi Press, s. r. o. Praha 2008. 248 s. ISBN 978-80-96726-28-1
9. Kavka M. a kolektiv, Normativy zemědělských výrobních technologií. Ústav zemědělských a potravinářských informací Praha 2006. 376 s. ISBN 80-7271-164-4
10. Pulkrábek J., Šnobl J. a kolektiv, Základy rostlinné produkce. Agronomická fakulta ČZU v Praze. 153 s. ISBN 80-213-0564-9

Internetové zdroje:

11. Kovářová M. a kolektiv, Pěstování a využití energetických a průmyslových plodin. Dostupné z WWW: <http://biom.cz/cz-kapalna-biopaliva/odborne-clanky/pestovani-a-vyuziti-energetickych-a-prumyslovych-plodin>
12. Ust'ak S., Netradiční energetické rostliny perspektivní pro pěstování v podmínkách mírného klimatického pásma. Dostupné z WWW: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/netradicni-energeticke-rostliny-perspektivni-pro-pestovani-v-podminkach-mirneho-klimatickeho-pasma>
13. Ust'ak S., Pěstování a využití technických a energetických plodin na rekultivovaných pozemcích. Dostupné z WWW: <http://stary.biom.cz/c/en/vp/kniha.html#obsah>
14. Pulkrábek J. a Urban J., Energetické využití rostlinné biomasy. Dostupné z WWW: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/energeticke-vyuziti-rostlinne-biomasy>
15. Přehled energetických plodin, jejich vlastnosti a přepočty jednotek, dostupné z WWW: <http://tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/98-prehled-energetickych-plodin-jejich-vlastnosti-a-prepocety-jednotek>
16. J. Pulkrábek a kolektiv, Katalog plodin. Dostupné z WWW: <http://krv.agrobiologie.cz/atlas/katalog/plodiny>

7 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Řez tobolekou máku (kvk-agrobiologie).....	13
Obrázek 2: Zralý porost triticales (biom.cz).....	16
Obrázek 3: Porost světlice barvířské (botany.cz).....	19
Obrázek 4: Porost šťovíku (autor).....	21
Obrázek 5: Porost kostřavy rákosovité (biom.cz)	22
Obrázek 6: Manuální těžba pětiletého topolu (ireceptar.cz)	25
Obrázek 7: Sklizeň řepky a drcení slámy (autor).....	29
Obrázek 8: Secí kombinace Lemken s vířivým kypřičem (autor)	31
Obrázek 9: Rýhování a následná separace (autor)	36
Obrázek 10: Sazení brambor (autor).....	36
Obrázek 11: Sklizeň pícnin senážním vozem (agroweb.cz).....	40
Obrázek 12: Výmladkové plantáže topolů (Weger J.).....	43