

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Technika a technologie pro pěstování plodin na výrobu biopaliv

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jiří Mašek Ph.D.

Autor práce: Bc. Petr Novák

Praha 2009

Vysoká škola: Česká zemědělská univerzita v Praze	Fakulta: technická
Katedra: zemědělských strojů	Akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant: **Petr Novák**

Studijní obor: Zemědělská technika

Studijní zaměření:

Název práce: Technika a technologie pro pěstování plodin na výrobu biopaliv

Zásady pro vypracování:

Cíl práce: Navrhnout a zhodnotit vhodné technologie pro pěstování plodin na výrobu biopaliv

Osnova práce:

1. Úvod
2. Přehled plodin pro výrobu biopaliv a jejich význam
3. Návrh technologií
4. Zhodnocení navržených technologií
5. Závěr

Metodika práce: Na základě rozboru literatury a znalostí získaných studiem na ČZU provést rozbor problematiky pěstování plodin pro výrobu biopaliv a navrhnout vhodné technologie včetně rozboru jejich vhodnosti pro podmínky České republiky.

Rozsah práce: 45 stran textu včetně obrázků, grafů a tabulek

Seznam doporučené odborné literatury:

1. Kolektiv, 2006: Energetické plodiny. Praha, Profi Press, 167 s.
2. PETŘÍKOVÁ, Vlasta: Energetické plodiny - nová šance pro zemědělce. Biom.cz [online]. 2004-04-21. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/index.shtml?x=173208>>.
3. JUCHELKOVÁ, Dagmar: Biomasa a možnosti jejího využití ve vytápění. Biom.cz [online]. 2002-01-10. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/index.shtml?x=61395>>
časopisy Farmář, Mechanizace zemědělství.
www.vuzt.cz, www.biom.cz, www.mze.cz, www.agroweb.cz

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

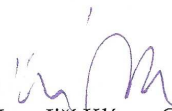
Datum zadání diplomové práce: 7.12.2007

Termín odevzdání diplomové práce: 30.4.2009



Doc. Ing. Adolf Rybka, CSc.

vedoucí katedry



Prof. Ing. Jiří Klíma, CSc.

děkan

V Praze dne 7.12.2007

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci zpracoval samostatně pod vedením Ing. Jiřího Maška Ph.D. a použil jen pramenů vyznačených v příložené bibliografii.

V Nesperské Lhotě 17.4.2009

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat svému vedoucímu práce Ing. Jiřímu Maškovi Ph.D za cenné náměty, připomínky a informace. Velký dík patří také mé rodině a všem blízkým lidem za celkovou podporu při studiu.

ABSTRAKT

Cílem této práce bylo zmapovat a doporučit vhodné technologie a techniku pro pěstování rostlin na výrobu biopaliv. Kapitola „Přehled plodin pro výrobu biopaliv a jejich význam“ se zabývá plodinami vhodnými pro pěstování v našich podmínkách a jejich následnému využití. V kapitole „Vhodné technologie pro pěstování“ jsou popsány možné technologie pro celý pěstební cyklus rostlin a také technika k tomu určená. Kapitola je rozdělena na části podle skupin pěstovaných rostlin. Kapitola „Vzorové technologické postupy“ se zabývá konkrétními postupy pro některé druhy plodin a jejich hodnocení. Práce je ukončena závěrem.

Klíčová slova: *technika, technologie, biopaliva, produkce, pěstování polních plodin*

SUMMARY

The aim of this work was to map and recommend appropriate technologies and techniques for growing plants to produce biofuels. Chapter "Overview of crops for biofuel production and the importance of" dealing with crops suitable for cultivation in our conditions and their subsequent use. In the chapter "Appropriate technologies for the production are described possible technology for the entire growing cycle of plants and equipment for this purpose. Chapter is divided into parts according to the groups of cultivated plants. Chapter "Model processes" deals with specific procedures for certain types of crops and their evaluation. The work is finished by the conclusion

Key words

Keywords: technique, technology, biofuels, production, the cultivation of field crops

OBSAH

1	ÚVOD.....	1
2	PŘEHLED PLODIN PRO VÝROBU BIOPALIV A JEJICH VÝZNAM	3
2.1	JEDNOLETÉ PLODINY	3
2.1.1	Obiloviny	3
2.1.2	Olejniny	6
2.1.3	Okopaniny.....	7
2.1.4	Ostatní jednoleté plodiny	8
2.2	VÍCELETÉ PLODINY	10
2.3	RYCHLEROSTOUCÍ DŘEVINY	13
3	CÍL PRÁCE.....	15
4	METODIKA PRÁCE	16
5	VHODNÉ TECHNOLOGIE PRO PĚSTOVÁNÍ.....	17
5.1	TECHNOLOGIE PRO PĚSTOVÁNÍ OBILOVIN.....	17
5.1.1	Zpracování půdy	18
5.1.2	Setí obilovin.....	22
5.1.3	Hnojení a ochrana rostlin.....	23
5.1.4	Sklizeň obilovin.....	25
5.1.5	Sklizeň slámy.....	27
5.2	TECHNOLOGIE PRO PĚSTOVÁNÍ OLEJNIN.....	28
5.2.1	Zpracování půdy a setí.....	28
5.2.2	Sklizeň řepky	29
5.3	TECHNOLOGIE PRO PĚSTOVÁNÍ OKOPANIN	29
5.3.1	Zpracování půdy	30
5.3.2	Setí a sázení okopanin.....	31
5.3.3	Hnojení okopanin.....	31
5.3.4	Sklizeň okopanin.....	32
5.4	TECHNOLOGIE PRO VÍCELETÉ PLODINY A JEDNOLETÉ PLODINY PRO PRODUKCI FYTOMASY	33
5.4.1	Technologie pro sklizeň.....	34
5.5	TECHNOLOGIE PRO RYCHLEROSTOUCÍ DŘEVINY	38
5.5.1	Zpracování půdy, sázení a ochrana rostlin.....	39
5.5.2	Sklizeň plantáží.....	40
6	VZOROVÉ TECHNOLOGICKÉ POSTUPY	42
6.1	PĚSTOVÁNÍ OVSA SETÉHO.....	42
6.2	PĚSTOVÁNÍ ŠŤOVÍKU UTEUŠA.....	43
6.3	PĚSTOVÁNÍ TOPOLU	45
7	ZÁVĚR.....	47
8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	48
9	SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ	49
10	SEZNAM TABULEK	50

1 ÚVOD

Téma diplomové práce jsem si zvolil, protože problematika obnovitelných paliv je mi osobně blízká. Od svého dětství jsem byl svědkem stále vzrůstající závislosti venkova na importovaných zdrojích energie. Vytápění bylo řešeno téměř výhradně uhlím, které vytvářelo nepříjemný smog, přičemž v okolních lesích zahnívalo velké množství dřeva nevhodného pro stavebnictví a průmysl. Rovněž na velkých plochách půdy nevhodných k zemědělské produkci docházelo k nárůstu náletových dřevin, které nebylo možné využívat.

Z historického hlediska byl venkov vždy energeticky soběstačný a zároveň zdroje energie dodával pro města. Tato myšlenka se v každé době vracela v různých podobách. Například v období první republiky to byla produkce zaměřená na líh vyráběný ze zemědělských plodin. Tato podoba umožňovala poměrně vysoké ceny zemědělských komodit, ale zároveň byla spojena s velkými finančními skandály. Po druhé světové válce došlo k velkým otřesům a následnému snížení zemědělské produkce. Pozdější nárůst byl využit jak ve zvýšené domácí spotřebě, tak i pro export. Ceny energie v této době byly zanedbatelné a to způsobilo, že nebyl tlak na využívání alternativních zdrojů energie.

Devadesátá léta a začátek nového tisíciletí nám přinesl zvýšený tlak na produkci energie a s tím spojenou závislost na státech produkující uhlovodíky. Vyspělé státy si tento fakt silně uvědomovaly a začaly hledat alternativy. Rovněž prudce se zvyšující poptávka v rychle se rozvíjejících ekonomikách jako je Čína, Indie nebo Jižní Amerika způsobila velké zvýšení spotřeby uhlovodíků.

Dalším faktorem pro změny v energetické politice jsou globální změny klimatu. Nejvyspělejší státy světa s vlastní zemědělskou nadprodukcí si zakotvily do svých cílů nahrazení části energie z uhlovodíků obnovitelnými zdroji. Největší využití zemědělských komodit pro produkci obnovitelných zdrojů došlo ve státech s obrovskou zemědělskou nadprodukcí (USA, Brazílie, aj.). Ani státy Evropské unie nezůstávají pozadu, i když jejich zemědělský potenciál je rozdílný.

Tyto snahy byly politicky ovlivněné a nastavené cíle se ukázaly být nereálné. Následné zvýšení cen potravin přineslo vlnu sociálních nepokojů a v některých zemích dokonce hrozbu hladomoru. Tyto faktory vedly k zatracování všech alternativních zdrojů energie. Loňské rekordní ceny ropy a chmurné předpoklady vedly ke snaze diverzifikovat zdroje energie a posílit vlastní energetickou bezpečnost. Celkově je naše společnost velmi zranitelná a závislá

na zdrojích energie, které se nachází v nestabilních částech světa a spolehlivost dodávek je těžko zaručitelná.

Ve své práci jsem se snažil shrnout možnosti pěstování vhodných rostlin pro podmínky České republiky a také vhodné technologie jejich zpracování a uplatnění v energetické produkci. Dalším mým cílem bylo zhodnocení technologií z hlediska využití strojů používaných v klasické zemědělské výrobě.

2 PŘEHLED PLODIN PRO VÝROBU BIOPALIV A JEJICH VÝZNAM

Každý zemědělec hledá svou cestu k optimálnímu využití svých pozemků zejména z hlediska rentability a udržení půdní úrodnosti. Rozhodnutí zemědělce o zařazení plodin pro výrobu biopaliv předchází studium konkrétních plodin, jejich nároků, schopnost výnosů a agrotechnických postupů. Tyto informace určují rozsah použitých strojů, náklady na hnojení a ochranu rostlin a z těchto údajů lze předpokládat potenciální zisk.

Obecně se předpokládá, že tyto plodiny jsou méně náročné a vyžadují nižší úroveň hnojení a chemické ochrany. Je nutné si uvědomit, že každá z těchto rostlin je specifická, s rozdílnými nároky na stanoviště a tyto její požadavky je nutné respektovat. Před zahájením pěstování těchto plodin je nezbytně nutné provést průzkum poptávky v dané lokalitě pro zajištění odbytu produkce. U některých rostlin lze narazit na legislativní zábrany v jejich pěstování.

Rostliny vhodné pro výrobu biopaliv lze rozdělit na:

- jednoleté - např. obiloviny, řepka olejka, konopí, len a další alternativní rostliny
- víceleté a vytrvalé - např. rákos obecný, křídlatka japonská, šťovík krmný- uteuša,
- rychlerostoucí dřeviny - např. vrby, topoly, olše aj.

2.1 JEDNOLETÉ PLODINY

2.1.1 Obiloviny

Obiloviny pěstované k energetickým účelům, mají své přednosti v tom, že mohou produkovat biomasu bez větších investic na pořízení nové techniky. Rozšíření pěstování obilovin je proto jednou z nejvýhodnějších variant pro cílené pěstování k energetickým a průmyslovým účelům. U obilovin je nutno zhodnotit hnojivovou hodnotu slámy. Podle většiny odborníků je bez negativního vlivu na úrodnost půdy možné „odebrat“ z koloběhu živin 25-33 % každoročně sklizené slámy a použít ji pro průmyslové a energetické účely.

Klasické obiloviny jsou sklizeny v plné zralosti při obsahu sušiny okolo 85 %. To umožňuje dlouhé skladování a také bezproblémové přímé spalování. Zrno obilovin se využívá pro výrobu biolihu. Hektarová produkce se pohybuje okolo 2500 l.ha⁻¹.

Pšenice (*Triticum aestivum*)

V podmínkách ČR se pěstuje převážně ozimá forma z důvodu stabilních výnosů. Výnos zrna se pohybuje v rozmezí 5-8 tun/ha. Výnos slámy je v průměru asi 60 % výnosu zrna. Sláma z pšenice (i z dalších obilovin) se používá pro přímé spalování a to v původní formě nebo po další úpravě. Zrno se nejčastěji používá v potravinářském průmyslu. Pro energetické účely je možné zrno přímo spalovat. Předpokladem je horší kvalita zrna. Dále je možno pšenici využívat na produkci biolihu, k čemuž jsou určeny určité odrůdy.



Obr. 1- porost ozimé pšenice (foto autor)

Ječmen (*Hordeum vulgare*)

Ječmen se pěstuje jak v ozimé, tak jarní formě. Ozimé formy se vyznačují vyššími výnosy, ale horší kvalitou zrna. Velkou výhodou ozimých forem je jejich brzké dozrávání, což umožňuje rozložení sklizňových prací a včasné následující agrotechnické zásahy. Výnosy jsou srovnatelné s ozimou pšenicí, při nižší potřebě hnojení.

Oves setý (*Avena sativa*)

Oves se u nás pěstuje v drtivé většině v jarní formě. Je ze všech obilovin nejméně náročný na hnojení a chemickou ochranu a na půdu působí částečně fyto-sanitárně. Přestože je průměrný dosahovaný výnos relativně nízký, při správné agrotechnice může dosahovat výnosů srovnatelných s ostatními obilovinami. Po konzultaci s firmou Verner o vhodnosti pro přímé spalování se oves jeví na tento účel ze všech obilovin nejvýhodněji.

Žito (*Secale cereale*)

U této plodiny se v poslední době změnila odrůdová skladba. Zvláště krmné hybridy vynikají vysokými výnosy (až 10 tun.ha⁻¹). Výnos slámy je z klasických obilovin nejvyšší. Žito je méně náročné na výběr vhodného stanoviště než pšenice. Žito v oblasti energetického využití má nedoceněný potenciál.

Triticale (*Triticale muntzig*)

Triticale se pěstuje převážně v ozimé formě. Triticale dosahuje vysokých výnosů i při nižší úrovni hnojení. Oproti pšenici vyžaduje daleko menší chemickou ochranu. Výnos slámy je rovněž velmi vysoký. Pro využití zrna k produkci biolihu je podle mého názoru velmi vhodné.

Kukuřice setá (*Zea mays*)

Kukuřice zaujímá zvláštní postavení mezi obilovinami. Kukuřice je jednoletá rostlina z čeledi lipnicovitých. Jejími přednostmi je rychlý nárůst hmoty, možnost častého zařazení v osevním postupu, vysoké výnosy semene a snadná agrotechnika. Nevýhodou je nutnost používání hybridů, což prodražuje osivo. Výnos zelené hmoty dosahuje hodnot kolem 45 t.ha⁻¹. Výnos semene přesahuje 10 t.ha⁻¹.

Uplatnění kukuřice v rámci plodin pro výrobu biopaliv se vyvíjí dvěma směry. V USA a dalších zemích se rozvíjí zpracování zrna na produkci biolihu a jeho následné míchání do benzínu. V našich podmínkách není pěstování kukuřice na zrno tak rozšířené. Spíše se uplatňuje silážování kukuřice. Toho lze využít jednak k výživě skotu, ale i pro výrobu bioplynu. Siláž z kukuřice je pro produkci bioplynu velmi vhodná a také často využívaná. Rovněž technologie navrhované v dalších kapitolách se budou vyvíjet dvěma směry a budou obsaženy v několika různých kapitolách. To je dáno právě specifickými vlastnostmi kukuřice.



Obr. 2-rostliny kukuřice (foto autor)

2.1.2 Olejnin

Olejnin jsou plodiny, z jejichž semen nebo plodů můžeme průmyslovými metodami vytěžit rentabilní množství rostlinného oleje. Pěstování olejin pro energetické účely není žádnou novinkou. Rostlinné oleje se většinou zpracovávají esterifikací. V poslední době dochází i k prosazování přímého spalování olejů. Nevýhodou je pak krátká životnost takového paliva. Perspektivní je rovněž energetické využití rostlinných zbytků.

Řepka olejka (*Brassica napus*)

Ozimá forma řepky je u nás bezkonkurenčně nejpěstovanější olejinou. Její výhodou je malá potřeba osiva, vysoké a stabilní výnosy, vhodnost jako předplodina a snadná sklizeň. Velmi dobrá ekonomika pěstování způsobila její masivní rozšíření po celé ČR. Výnosy semene se pohybují okolo 3 t.ha⁻¹. Při vyšší intenzitě pěstování i více. Olejnatost semen dosahuje až 40%. Využití oleje pro zpracování na MEŘO (methyl-ester řepkového oleje) je velmi rozšířené a známé. Tato přísada se dnes povinně přidává do motorové nafty. V současné době se nerozlišuje řepka pro potravinářské a energetické účely. Do budoucna zřejmě nastane diskuse, zda odrůdově nerozdělit dva směry využití semene.

Další možností je přímé spalování oleje v upravených naftových motorech. Tato oblast se bude rozvíjet především v zemědělství. Nedoceněnou možností je energetické využívání řepkové slámy. Řepková sláma je velmi vhodná pro přímé spalování a to jak v surovém, tak upraveném stavu. Pro spalování je rovněž vhodný odpad z čištění semen pro průmyslové zpracování.



Obr. 3-porost řepky (foto autor)

Světlice barvířská (*Carthamus tinctorius*)

Světlice patří do čeledi hvězdnicovitých. Je to jednoletá bylina s pevnou až 1m vysokou lodyhou. Sklízí se v plné zralosti. Dosahované výnosy semene jsou přes 1 t.ha⁻¹ a výnos slámy je 3-7 t.ha⁻¹. Slámu je možné využívat pro spalování. Jedná se spíše o alternativní plodinu, která zřejmě nedosáhne rozšíření jako řepka.

2.1.3 Okopaniny

Pěstování okopanin pro energetické účely není žádnou novinkou. K využívání okopanin pro produkci biolihu docházelo již v období první republiky. V současné době se v našich podmínkách jeví výhodně zejména využití cukrové řepy a to z důvodů tradice pěstování a využití některých uzavřených cukrovarů.

Brambory (*Solanum tuberosum*)

Brambory patří dnes již k méně využívaným energetickým plodinám. Největšího využití pro produkci biolihu došlo v meziválečném období. Brambory patří k plodinám s vysokou hektarovou produkcí biolihu a to až 4000 l.ha⁻¹. Průmyslové pěstování brambor je na vysoké technologické úrovni, nicméně náklady na pěstování jsou velmi vysoké kvůli drahé sadbě a

chemické ochraně. Perspektivně se jeví využití odpadů z produkce konzumních brambor, čehož se dnes využívá.

Cukrová řepa (*Beta vulgaris* varianta *altissima*)

Cukrová řepa je zajímavou plodinou pro energetické využití z důvodu trvalého snižování ploch pro produkci cukru. Technologie pěstování a sklizně je v našich podmínkách dlouhodobě zvládnutá a na vysoké úrovni. Bulvy cukrové řepy se využívají pro produkci bioetanolu. Výhodou je obrovská produkce přes 5000 l.ha⁻¹. U nás došlo v minulých letech k přestavění některých cukrovarů na výrobu biolihu.



Obr. 4- bulvy cukrové řepy (Kleine)

2.1.4 Ostatní jednoleté plodiny

Jedná se obecně o méně pěstované rostliny. Tyto rostliny jsou potenciální zdroje fytohmoty většinou použitelné pro přímé spalování, a to jak v původní formě, tak upravené. Lze je rovněž použít k produkci bioplynu.

Čirok (*Sorghum adamas*)

Přesto, že by čirok bylo možné zařadit mezi obiloviny, tak pro jeho okrajové využití v našich podmínkách ho řadím k ostatním jednoletým plodinám. Čirok patří do čeledi lipnicovitých a je to jednoletá bylina s bohatě rozvětveným kořenovým systémem. Pěstování čiroku není v podmínkách ČR příliš rozšířené, nicméně potenciálně patří mezi zdroje fytohmoty. Čirok

patří k teplomilným plodinám a je odolný vůči suchu. Na půdu je méně náročný než kukuřice. Průměrné výnosy sušiny jsou v našich podmínkách okolo 16 t.ha⁻¹. Pro přímé spalování je velmi problematický vysoký obsah vody.

Konopí seté (*Cannabis sativa*)

Pěstování konopí je u nás doloženo již od dob Keltů a pěstovalo se pro pevná vlákna a semena bez jakýchkoliv omezení. V současné době se konopí, pokud se týká jeho pěstování, stalo spornou plodinou, a to pro svůj obsah omamných látek a možnosti jejich zneužití pro výrobu drog. Zapomíná se při tom, že se pro průmyslové využití používá konopí seté, které má velmi nízký obsah omamných látek. Dnes jsou povolovány odrůdy, které splňují podmínku, že obsah THC v jakékoliv části rostliny je nižší než 0,3%.

Konopí je teplomilná plodina značně náročná na vodu, půdu i agrotechniku, relativně odolná vůči chorobám a škůdcům. Literatura uvádí, že konopí vytvoří 2,5x více fytomasy než lesní porost. Kořenový systém hluboký je 30-40 cm, na hlubokých půdách až 2m. Rostliny jsou v průměru 2m vysoké, ale mohou dosahovat až 4m.

Konopí je na mráz citlivější než len, mladé rostlinky však snášejí slabší mrazíky. Konopí je velice náročné na půdní stanoviště a nesnáší kyselé půdy. Nejvhodnější předplodiny jsou okopaniny, luskoviny, jetel, vojtěška. Zařazení v osevním postupu na stejném pozemku následuje nejméně po pěti letech.



Obr. 5- charakteristický tvar konopí (foto autor)

Laskavec (*Amaranthus*)

Laskavec je dvouděložná jednoletá jarní bylina. Vytváří hluboko pronikající kořen. Může dosáhnout výšky až 3 m. Rostliny laskavce jsou náročné na světlo a půdy mu vyhovují spíše

lehké a střední. Laskavec je vhodnější sklízet až po mrazech, kdy je vlhkost nižší (Petříková, 2006). Laskavec má obrovský výnosový potenciál až 20 t.ha⁻¹.

Lňička setá (*Camelina sativa*)

Lňička byla dříve v Evropě pěstovaná na velkých plochách. Je nenáročnou plodinou s krátkou vegetační dobou. Hodí se téměř pro všechna stanoviště. Sláma má velmi dobré spalné vlastnosti. Semeno lze využít k produkci oleje. Hlavní výhodou je nenáročnost a snadná agrotechnika.

2.2 VÍCELETÉ PLODINY

Význam víceletých plodin spočívá především v produkci fytomasy pro spalování. V podmínkách ČR se pro produkci fytomasy jeví perspektivně pěstování vyšších trav. Fytomasu je vhodné sklízet v suchém stavu, aby odpadlo dosoušení. Některé rostliny je možné využít i pro produkci bioplynu v bioplynových stanicích.

Chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*)

Chrastice je vytrvalá tráva relativně náročná na vodu a živiny, nenáročná na agrotechniku. Patří mezi naše nejvyšší trávy, její výška často přesahuje 2m. Kořenový systém je mohutný, sahající do značné hloubky. Přirozeně se vyskytuje okolo vodních toků. Má velkou odolnost vůči drsným klimatickým podmínkám. Chrastice je značně náročná na živiny. Požaduje 50-80 kg N.ha⁻¹. Výnos suché hmoty dosahuje 7,5-12 t.ha⁻¹ (Kolektiv, 2006).

Křídlatky (*Reynoutria*)

Křídlatky se dají charakterizovat jako vytrvalé plodiny vyššího vzrůstu nenáročné na půdu dávající většinou vysoké výnosy fytomasy. Z botanického hlediska jsou počítány k cizím, invazním velmi agresivním rostlinám, jejich pěstování se úřady snaží zakázat a stávající porosty za velké finanční prostředky likvidovat. Křídlatky lze v současné době bezproblémově pěstovat jen na základě zvláštního povolení příslušných orgánů. Křídlatka patří s ohledem na výnos fytomasy k nejvýnosnějším plodinám. Od třetího roku po výsadbě

se dosahuje stabilních vysokých výnosů fytomasy a to po dobu cca 20 let. Pro energetické účely je vhodnější sklizeň po mrazech, neboť odpadnou náklady na dosoušení. Problematická je pozdější likvidace porostů. Pěstování křídlatek je rizikové z důvodu agresivity těchto rostlin a možnosti zamoření okolního prostředí.

Ozdobnice čínská (*Miscanthus sinensis*)

Ozdobnice je vytrvalá tráva dosahující za příznivých podmínek vysokých výnosů sušiny. Ozdobnici se nejlépe daří na lehčích strukturních půdách spíše v teplejších oblastech s vyšším množstvím srážek. Založená porostu je finančně náročné kvůli ceně sazenic. V prvním roce výsadby je velice citlivá na vymrznutí a proto se pokrývá vrstvou slámy. Hmota v prvním roce se nesklízí. Vysoké výnosy začíná poskytovat v 3. roce. Pro energetické účely je vhodná sklizeň až po mrazech, neboť není nutné dosoušení.

Sveřep bezbranný (*Bromus inermis leys*)

Sveřep je statná, vysoce vzrůstná vytrvalá výběžkatá tráva. Má růstové schopnosti obdobné žitu, což je zárukou vysoké tvorby výnosu nadzemní hmoty. Životnost porostu dosahuje více než 10 let. Seje se do krycích plodin. Termín pro sklizeň pro energetické bývá v letních měsících. Výnos suché hmoty bývá 10-15 t/ha (Kolektiv, 2006).

Ovsík vyvýšený (*Arrhenatherun elatius*)

Ovsík je víceletá vysoce vzrůstná tráva. Vyrůstá až do výšky 150 cm. Hodí se do oblastí spíše mírnějšího klimatu. Vyhovují mu i mírně sušší stanoviště. Nesnáší kyselé půdy. Hůře snáší přejezdy po pozemku. Výnos suché hmoty může být 7-10 t.ha⁻¹ (Kolektiv, 2006).

Psineček veliký (*Agrostis gigantea*)

Psineček je víceletá tráva ozimého charakteru. Výška je 80-100 cm. Výnos celkové suché hmoty se pohybuje okolo 9 t.ha⁻¹ (Kolektiv, 2006). Velmi dobře snáší přejezdy mechanizace po porostu. Psineček vyžaduje spíše vlhčí pozemky, přísušky mohou porosty poškodit.

Kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea*)

Kostřava je statná, vzrůstná tráva dosahující výšky 150 cm. Kostřava se vyznačuje vysokou tolerancí k půdním a klimatickým podmínkám, snáší dobře sucho i krátkodobé zamokření, daří se jí dobře i na stanovištích s vyšší hladinou spodní vody. Výnosy suché hmoty jsou 8-12 t.ha⁻¹ (Kolektiv, 2006).

Šťovík Uteuša (*Rumex patientia*)

Řadí se mezi nejperspektivnější energetické plodiny u nás. Průměrná výška rostlin je 235 cm. U víceletého porostu je kořen rostliny mohutný, rozvětvený, koření do hloubky 1,5-2m. Je to velmi vytrvalá plodina. Na stejném stanovišti vydrží 15-20 let. Tato plodina je málo náročná na půdně-ekologické podmínky, proto se dá úspěšně pěstovat na většině typů zemědělských půd s výjimkou půd silně kyselých s pH pod 5,0. Ochrana rostlin proti zaplevelení je nutná pouze v prvním roce pěstování. Potřeba hnojení je pouze v prvním roce. Nespornou výhodou šťovíku je brzké dozrávání, sklízí se v červenci a v srpnu. Rostlina usychá uprostřed léta a je nutné suchou hmotu bezprostředně sklídit. Sklizená biomasa má vynikající vlastnosti jako biopalivo a svou kvalitou se přibližuje dřevní štěpce. Výnosy suché hmoty se pohybují mezi 8-15 t.ha⁻¹ (Ust'ak, 2002).



Obr. 6- porost šťovíku v době sklizně (foto autor)

Sida vytrvalá (*Sida hermaphrodita rusby*)

Sida vytrvalá je víceletá bylina s čeledi slézovitých. Lze ji pěstovat 20-25 let na stejném stanovišti. Je vhodná k pěstování v podmínkách mírného klimatického pásma. Má dřevnaté, 250-350 cm vysoké stonky. Vytváří mohutnou, silně rozvětvenou kořenovou soustavu, která proniká do hloubky až 3m. Výnos suché hmoty se pohybuje mezi 15-20 t.ha⁻¹ (Kolektiv, 2006).

2.3 RYCHLEROSTOUCÍ DŘEVINY

Pěstování rychle rostoucích dřevin z ekologického, ale i ekonomického hlediska, je stále častější diskutovanou otázkou. Plantáže energetických dřevin jsou výhodné z hlediska zpracování pro následné využití, protože je dříví soustředěno na jednom místě, čímž se usnadní jeho zpracování. Plantáže rychle rostoucích dřevin lze snadno ošetřovat, protože stromy rostou v řadách. Mezi řady lze snadno zajíždět a pohybovat se mechanizací. Sklizeň a zpracování stromů je také snadná, protože je to dřevní hmota homogenní a pravidelného vzrůstu. V poslední době se proti rozšiřování ploch plantáží rychle rostoucích dřevin staví některé ekologické organizace. Poukazují na fakt, že se většinou jedná o nepůvodní rostliny. Přesto se dá předpokládat rozšíření pěstování těchto plodin pro produkci dřevní štěpky pro lokální výtopny. V našich podmínkách se jeví perspektivně zejména topol, popř. vrba a olše.

Topol (*Populus*)

Pro podmínky ČR se jedná zřejmě o nejperspektivnější dřevinu pro dané využití. Pro založení plantáže je nejdůležitější výběr vhodné lokality a výběr vhodného termínu výsadby. Plantáž na stejné lokalitě vydrží i více než 30 let. Agrotechnické zásahy jsou nutné pouze v prvním roce pěstování. V dalších letech již nevyžadují žádné zásahy. Možné je však přihnojení. Výnosy značně závisí na délce pěstebního cyklu (3-6 let) a na zvolené odrůdě. Při sklizni je třeba důsledně dbát na možné poškození pařezů a kořenového systému. U topolů se dosahuje nejvyšších přírůstků při šestiletém cyklu. Každoroční přírůstky sušiny obvykle přesahují 15 t.ha⁻¹ (Šinkora, 2008).



Obr. 7- roční přírůstek topolu (foto autor)

Vrba (*Salix*)

Vrba v našich podmínkách nedosahuje takových výsledků jako topol, ale hodí se i na méně příznivé lokality. Pro pěstování vrby je důležité dostatečné zásobení pozemku vodou. Příliš promáčené lokality však nejsou vhodné. V některých západních zemích se vrba pěstuje i pod závlahami. U vrby se lépe osvědčily kratší tříleté vegetační cykly. Přírůstky sušiny dosahují hodnot okolo $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Olše lepkavá (*Alnus glutinosa*)

Olše patří mezi rychle rostoucí dřeviny. Má podobné použití jako vrba. Je velmi náročná na vodu. Hodí se i na velmi vlhké pozemky, dokonce i do mokřin. Přírůstky sušiny jsou podobné jako u vrby. Stejně jako u vrby je vhodnější pěstovat olši v kratších vegetačních cyklech.

3 CÍL PRÁCE

Cílem práce je navrhnout a zhodnotit vhodné technologie pro pěstování plodin na výrobu biopaliv. Technologie jsou popsány s ohledem na použití v podmínkách České republiky. Technologie jsou popisovány chronologicky pro jednotlivé skupiny plodin. V případě několika různých variant řešení vhodných technologií se zabývám více variantami a porovnávám přednosti a nedostatky. Při navrhování technologií je kladen důraz na minimalizaci vstupních nákladů a na využití stávající techniky používané v zemědělských podnicích.

4 METODIKA PRÁCE

Pro tvorbu této práce bylo využito mnoha faktorů. V části, kde jsem se zabýval vhodnými plodinami pro podmínky České republiky, byl využit především rozboru odborné literatury a znalostí získané během studia na ČZU.

V dalších částech, ve kterých jsou popsány vhodné technologie pro pěstování plodin, jsou využity kromě rozboru literatury i vlastní zkušenosti ze zemědělské praxe. Zejména zkušenosti z klasické polní výroby, ale i dalších oborů jako jsou zemědělské služby nebo školkařská činnost. Na základě těchto zkušeností jsou hodnoceny jednotlivé technologie a technika vhodné pro pěstování plodin na výrobu biopaliv. Při hodnocení technologií je nutné zohlednit i ekonomická hlediska.

5 VHODNÉ TECHNOLOGIE PRO PĚSTOVÁNÍ

Při pěstování rostlin pro energetické využití jsou technologie zaměřeny na vhodnost použití v našich podmínkách. . Výhodou při produkci těchto rostlin je to, že některé kvalitativní ukazatele nemusí být brány na zřetel, neboť produkce není určena k potravinářským či krmivářským účelům. Pro produkci rostlin volíme technologie s co nejnižšími náklady, protože realizovaná cena produktu je obecně nižší.

5.1 TECHNOLOGIE PRO PĚSTOVÁNÍ OBILOVIN

Technologie pěstování obilovin je všeobecně známá a dobře zvládnutá. To je dáno tím, že obiloviny jsou nejvíce zastoupenou skupinou plodin pěstovaných u nás. Obiloviny patří k rostlinám s krátkou vegetační dobou a nutností intenzivní technologie pěstování. Obecně jsou náročné na chemickou ochranu a výživu. Zastoupení obilovin v osevním postupu má své hranice (do 70%). Další pěstované plodiny je vhodné volit tak, aby docházelo k dalšímu využití pěstebních technologií.

Tab. 1 Základní přehled technologií pro obilniny

Operace	Technologie a technika
Zpracování půdy a setí s orbou	Podmítka + orba + příprava půdy a setí v jedné operaci
	Podmítka + orba + příprava půdy a setí odděleně
Zpracování půdy a setí bez orby	Podmítka+ podmítka+ příprava půdy a setí
	Podmítka+setí s přípravou půdy
Přímé setí	Speciální secí stroj pro setí do nezpracované půdy
Hnojení (průmyslová hnojiva)	Použití odstředivých rozmetadel
	Použití pneumatických rozmetadel
	Využití hnojení „pod patu“
Ochrana rostlin	Postřik polními postřikovači
Sklizení zrna a odvoz	Skřížecí mlátička+ traktorové (automobilové) prostředky
Sklizení slámy+odvoz	Lisování slámy do balíků a jejich odvoz
	Sklizení volné slámy pomocí sběracích vozů

5.1.1 Zpracování půdy

Obiloviny patří k mělko kořenícím druhům a tím je určena hloubka pro zpracování půdy. Z hlediska ekonomiky preferujeme stroje s velkým záběrem a vysokou výkonností. Je vhodné využívat techniku, která umožňuje zpracování půdy a zasetí v jedné pracovní operaci. I když je možné používat konvenční (orebné) zpracování půdy, pro produkci k energetickým účelům se jeví jako perspektivní minimalizační technologie a to z několika důvodů:

- nižší energetická náročnost,
- protierozní ochrana půdy,
- odrůdy jsou méně náchylné k chorobám a škůdcům,
- snazší dodržení agrotechnických lhůt,
- nižší potřeba lidské práce.

Zpravidla první operací zpracování půdy bývá podmítka. Podmítka následuje co nejdříve po sklizni předcházející plodiny. Účelem je zlepšení hospodaření s půdní vláhou, urychlení klíčení semen plevelů a výdrolu, mechanické zničení vzrostlých plevelů a zapravení organické hmoty popř. zasetí meziplodin pro zelené hnojení. K podmítce se využívají podmítače. Ty se vyrábí v neseném nebo poloneseném provedení.

Nejstarší skupinu podmítačů tvoří podmítací pluh. Z hlediska kvality práce patří k nejlepším, nicméně jsou energeticky nejnáročnější s nejmenší výkonností a složitou konstrukcí s velkou spotřebou opotřebitelných dílů. V současnosti se u nás téměř nepoužívají.

Radličkové podmítače jsou určeny k mělké až střední podmítce. Tyto podmítače se vyznačují stabilní a stejnorodou hloubkou zpracování půdy. Energeticky patří k náročnějším. Pracovní částí stroje je šípová radlička. Na radličky je kladen velký důraz z hlediska abrazivního opotřebení. V nedávné minulosti se používalo jen provedení vyrobené z jednoho kusu. Dnes převládají dělené radličky. Navíc se opouští šroubové spojení a přechází se na samosvorné narážecí spoje, což zrychluje výměnu dílů. Alternativou k radličkám je dlátové provedení pro hlubší prokypření. Slupice může být pevná nebo odpružená. Stroj bývá doplněn dalšími prvky, které upravují povrch pozemku.

Jedná se o prutové válce, smyková lišta, prutové brány a další. Časté je i doplnění secím strojem na meziplodiny.

Poslední skupinu strojů tvoří **talířové podmítače**. Jejich pracovním orgánem je ocelový vypuklý talíř o průměru 40-70 cm s rovným nebo zubovým okrajem. Provedení hladké má rovnoměrnější zpracování půdy. Zubové provedení lépe proniká do půdy. U těchto podmítačů není zaručena stejná hloubka zpracování půdy, ani zpracování celého půdního profilu. Přesto se tyto stroje využívají pro svou jednoduchost, spolehlivost, vysokou životnost opotřebitelných dílů a nízké provozní náklady. Též bývají doplněny o zařízení upravující povrch půdy. Vyrábí se ve dvou provedení.

- talíře uloženy na společné hřídeli,
- nezávislé uložení talířů.

Stroje se společnou hřídelí se v minulosti vyráběly jako jednořadé. Toto řešení se přestalo používat z důvodu jednostranných sil a horší kvality práce. Dnešní stroje mají baterie talířů většinou uspořádány do tvaru písmene X, menší stroje potom do tvaru V. Úhel natočení baterií je možno měnit podle půdních podmínek.

Stroje s nezávislým uložením talířů se vyznačují lepším zpracováním půdy. Každý talíř je nezávisle odpružen. Výhodou je i kratší stavební délka stroje. Tyto podmítače jsou ovšem znatelně dražší kvůli své složitější konstrukci.



Obr. 8- intenzivní zpracování půdy podmítačem (Farmet)

I přes vysokou energetickou náročnost se stále ve značné míře používá orba. Pro orbu se používají **pluhy**. Pluhy můžeme rozdělit podle několika hledisek:

- z hlediska připojení k traktoru na nesené a návěsné (tažené se již nepoužívají),
- z hlediska způsobu práce na pluhy záhonové a otočné,
- z hlediska pracovních orgánů na radličné a talířové.

Pluh je stroj, který v jedné operaci půdu oddělí, převrátí, zamíchá a částečně prokypří. Šířka záběru jedné radlice koresponduje s maximální hloubkou zpracování půdy. Důležitým parametrem je kvalita materiálu použitého na opotřebitelné díly. Kvalita obracení je dána tvarem použité odhrnovací desky. Při výběru pluhu je třeba zohlednit vlastnosti půd v dané oblasti z hlediska nutnosti jištění orebních těles.

Záhonové pluchy jsou jednodušší, lehčí a levnější, ale kvůli nutnosti vytvářet rozory a sklady a delším ztrátovým časům na souvrati se přestávají používat. Otočné pluchy na pozemku pracují od jedné strany, nevznikají tak rozory a sklady. Snižují potřebu nepracovních jízd na souvratích a umožňují využití v souboru protierozních opatření. Mnohoradličné pluchy se dnes vyrábějí v tandemovém provedení z důvodu kopírování terénu a dodržení stejné hloubky orby. Pro vlhké a těžší pozemky je vhodné používat páskové odhrnovačky pro snížení spotřeby paliva.

Alternativu k orbě tvoří **druhá podmínka**. Ta je většinou hlubší, než první. Důležitý je rovněž stav povrchu pozemku po druhé podmínce, neboť většinou bezprostředně poté následuje setí. Většinou se pro tuto podmínku používají radličkové nebo dlátové stroje. Hloubka zpracování může dosahovat hodnot jako při orbě.

Tato technologie výrazně zkracuje čas zpracování půdy a usnadňuje dodržování agrotechnických termínů. Rovněž úspory pohonných hmot nejsou zanedbatelné. Použití této technologie však nesmí zhoršit půdní stav.

Před setím předchází **příprava půdy**. Úkolem přípravy je vytvořit optimální set'ové lůžko. Obiloviny vyžadují utužené lůžko s nakypřeným povrchem. Některé obiloviny (oves, kukuřice) vyžadují větší hloubku zpracování půdy. Obtížnost zpracování půdy je velmi rozdílná v podzimním a jarním období.

Stroje pro přípravu můžeme rozdělit podle způsobu pohonu na stroje:

- aktivní (poháněné),
- pasivní (nepoháněné).

Jiné rozdělení je dle konstrukce:

- jednoúčelové,
- kombinované.

Aktivní (poháněné) stroje

Stroje aktivní mají pracovní části poháněné vývodovým hřídelem traktoru. Toto řešení obecně zmenšuje stavební rozměry stroje, hlavně délku. Tato přednost se uplatňuje především při využití strojů v secích kombinacích.

Pohyb pracovních orgánů může být rotační nebo přímovratný. Přímovratný pohyb využívají vibrační brány. Jedná se o dvojici lišt s hřebíky, které jsou uloženy na klikovém mechanismu. Vibrační brány se hodí pouze do lehkých a písčitých půd.

Rotační stroje mají osu rotace horizontální nebo vertikální. Horizontální stroje nejsou pro přípravu půdy pod obiloviny nepoužívají. Stroje s vertikální osou rotace (vířivé kypřiče) se hodí pro přípravu těžších půd. Jejich výhodou je to, že dokáží zpracovat i přeschlou a utuženou půdu. Nevýhodou je pak vyšší energetická náročnost a rychlé opotřebení hřebů. Celkově se dá říci, že tyto stroje se hodí pro využití v kombinacích a to zejména v těžších podmínkách, kdy je zpracování půdy obtížnější.

Pasivní (nepoháněné) stroje

Pasivní stroje můžeme využívat jednotlivě, nebo ve sdružené formě. Jednotlivě se využívali dříve z důvodů omezené tažné síly. Tyto stroje jsou obecně jednoduché, spolehlivé i poměrně levné.

K hrubému urovňání pozemku a vyrovnání povrchových nerovností slouží smyky. Hloubka zpracování půdy je malá, řádově několik cm. Nejrozšířenější jsou smyky deskové v provedení hladkém nebo zubovém. Mohou být jednořadé nebo dvouřadé většinou s možností změny úhlu předního břítu. Pracovní část je vyrobena většinou ze silných ocelových plechů často s možností otočení po opotřebení.

Pro zpracování půdy do větší hloubky slouží brány, které zpravidla zpracovávají půdy až do hloubky 12 cm. Dnes se prakticky přestávají používat hřebové brány z důvodu špatné možnosti regulace hloubky zpracování. K často využívaným patří prutové brány, které dobře pronikají do půdy a prokypřují ji a zároveň ničí vzrostlé plevele. Do lehkých půd se hodí hvězdicové brány, které mají nízkou energetickou náročnost a dobře prokypřují půdu v nastavené hloubce.

Pro ještě hlubší a intenzivnější zpracování půdy volíme kypřiče. Pracovní části tvoří ostří ve tvaru dláta nebo šípů. Dlátové ostří lépe proniká pod povrch, ale jejich počet musí být pro plošné zpracování velký. Šípové mohou být řidší a mají daleko menší sklon k ucpávání. Slupice jsou vybaveny jištěním proti přetížení.

K utužení povrchu, rozdrčení hrud a částečnému urovnání povrchu slouží válce. V minulosti byly nejpoužívanější hladké válce. Půda zůstávala hladká, nedocházelo však k vsáknutí vláhy, která odtékala po povrchu a nezřídka docházelo k tvorbě vodního škraloupu. Dnes převážně využíváme válců, které půdu nechávají v rýhovaném stavu schopnou přijmout vláhu.

Prutové válce jsou poměrně jednoduché a nejsou příliš vhodné na kamenité pozemky, neboť dochází k jejich ucpávání. Kombinované (cambridské) válce nejlépe zpracovávají půdní povrch a velice dobře se hodí i pro pozemky výrazně hrudovaté a kamenité.

Uvedené stroje se v zemědělské praxi sdružují do kombinovaných strojů- **kombinátorů**. Při jedné pracovní operaci dojde k úplné přípravě setového lůžka s menší energetickou náročností a vyšší produktivitou práce, než při použití jednoúčelových strojů. Většinou se tyto kombinátory vyrábějí v různých variantách uspořádání jednotlivých prvků. Každý zemědělec si může vybrat podle svých půdních podmínek.



Obr. 9- práce sekcí kombinátoru (Farmet)

5.1.2 Setí obilovin

Obiloviny se sejí (s výjimkou kukuřice) úzkořádkově nebo plošně s výsevkem několika milionů klíčivých jedinců na 1 ha. Hloubka setí se pohybuje v rozmezí 3-7 cm, u kukuřice může být hloubka větší.

Stroje pro setí dělíme dle výsevního ústrojí na (Kumhála a kol., 2007):

- individuální
- centrální.

U individuálního ústrojí se šířka zásobníku téměř rovná šířce záběru stroje. Tímto jsou dané technické možnosti stroje, hlavně z hlediska dopravy a plnění zásobníků, který je

většinou protáhlý a úzký. Velikost výsevku je daná převodem od pojezdového kola a nastavení výsevního ústrojí. Pro obiloviny se hodí výsevní ústrojí válečkové nebo hrotové. Hloubka setí je centrálně nastavitelná.

Centrální provedení secích strojů má výhody v centrálním umístění zásobníku osiva, což umožňuje lepší plnění z přepravních vaků. Časté je i umístění druhého zásobníku na hnojiva, což se používá při systému hnojení „pod patu“. Stroje jsou složitější. Pohon ventilátoru je od vývodového hřídele traktoru, popř. od hydromotoru. Přeprava a přestavení do pracovní polohy bývá poměrně jednoduché. Často bývá stroj doplněn elektronickou kontrolou výsevku.

Jednou z nejdůležitějších částí každého secího stroje jsou secí botky. Ty mohou být dlátové, kotoučové nebo radličkové. Dlátové provedení je jednoduché, levné, odolné kamenům, ale dno řádku je málo utužené, což zhoršuje stejnoměrnost vzcházení. Radličkové botky se hodí pro plošný výsev s tím, že dno utužené a vytváří dobré prostředí pro vzcházení. Toto se používá i při použití systému hnojení „pod patu“. Kotoučové botky používáme v jednoduchém nebo dvojitým provedení. Jednoduché provedení přináší menší riziko ucpávání a je vhodné zejména pro setí do nezpracované půdy. Dvojité provedení se skládá ze dvou kotoučů umístěných do tvaru V. Kotouče snadno pronikají do půdy a mají dlouhou životnost. Tyto botky jsou méně vhodné do kamenitých půd.

Další zvýšení produktivity práce a snížení spotřeby pohonných hmot přineslo použití secích kombinací. Tyto stroje v jedné operaci vykonávají přípravu půdy a setí.

Zcela odlišné nároky na setí vyžaduje kukuřice. Kukuřici vyséváme jako širokořádkovou plodinu. Je bezpodmínečně nutné dodržet přesnost setí kvůli sklizňové technice. Výsevky jsou poměrně malé, takže odpadá větší část manipulace osivem. Speciální secí stroje jsou většinou používány pro kukuřici a cukrovku. Jejich charakteristickým znakem je zásobník pro každou secí botku.

5.1.3 Hnojení a ochrana rostlin

Obiloviny s výjimkou kukuřice nemají velké nároky na organické hnojení. Jsou preferována průmyslová hnojiva. Významným limitujícím prvkem je hnojení dusíkem a jeho celková dávka a rozložení významně ovlivňují výnos. Průmyslová hnojiva dodáváme v pevné nebo kapalné formě. Pevnou formu hnojiv používáme především pro regenerační a produkční dávku. Zvláštní částí aplikace průmyslových hnojiv patří hnojení „pod patu“ při setí.

Rozmetadla průmyslových hnojiv

K aplikaci průmyslových hnojiv používáme rozmetadla. Rozmetadla můžeme rozdělit podle několika hledisek:

a) podle připojení k traktoru

- nesená,
- návěsná.

b) podle způsobu rozmetání

- odstředivá,
- pneumatická.

Odstředivá rozmetadla jsou konstrukčně jednoduchá a levná. Přesto, že výrobci neustále zlepšují a zpřesňují systém rozmetání, tak pneumatická rozmetadla jsou vždy přesnější. Přesto rozšíření pneumatických rozmetadel není z cenových důvodů velké.

Při hnojení využíváme kolejové řádky, které umožňují snadnou orientaci na pozemku. Ke zhutňování půdy přejezdy tak dochází pouze na vyznačených pásech pozemku. Dalším stupněm je využívání metod precizního zemědělství. Pro techniku hnojení je velmi vhodné využívat N senzorů, které umožňují variabilní dávkování dusíku podle potřeby porostu. Pro usnadnění pohybu po pozemku slouží satelitní navigace. Ta umožňuje plynulé navazování jízd, dodržení pracovního záběru a snadnější kontrolu stroje.

Postřikovače

Pro chemickou ochranu obilovin vyhovují polní postřikovače. Jejich využití je poměrně vysoké, neboť obiloviny vyžadují obecně několik zásahů v průběhu vegetace.

Podle způsobu uchycení k tažnému prostředku dělíme postřikovače na:

- nesené,
- návěsné,
- samojízdné.

Provedení postřikovače volíme dle velikosti farmy a úrovní chemické ochrany. Nesené postřikovače mají relativně menší objem v rozsahu 200-1500 l. K uchycení k traktoru se využívá třibodový závěs. Jejich hmotnost navyšuje hmotnost traktoru a tím je limitována jejich objem a předpokládá se využití na menších rozlohách z důvodů častého plnění. Jejich výhodou je cena, mobilita a malé rozměry. Na evropském trhu jsou tyto

postřikovače nejprodávanější. Šířka postřikového rámu je omezena konstrukcí stroje. Rám je možno skládat pouze do zadní části stroje. Rámy dosahují šíře do 18 m.

Návěsné postřikovače jsou agregovány s tažným prostředkem do souprav. Vyrábí se z pravidla s velikostí nádrže od 1000 do 8000 litrů. Záběr postřikového rámu se pohybuje v rozmezí 15-42 m. Největším omezením pro vstup do porostů je dáno světlou výškou traktoru. Tyto postřikovače jsou vhodné pro střední a velké podniky. Úroveň regulace a automatizace je na vysoké úrovni, přesto nedosahuje úrovně jako u samojízdných postřikovačů.

Poslední skupinu strojů tvoří postřikovače samojízdné. Jsou určeny pro využití ve velkých podnicích a také pro podniky služeb. Jejich roční využití se pohybuje v řádech tisíců hektarů. Jedná se o jednoúčelové a drahé stroje. Pro vybavení moderními prvky se tyto postřikovače hodí nejvíce.

5.1.4 Sklizeň obilovin

Sklizeň obilovin se provádí ve stadiu plné zralosti. Ke sklizni obilovin se používají samojízdné sklízecí mlátičky. Tyto stroje prošly poměrně dlouhým vývojem. Průkopníkem v těchto strojích byli konstruktéři z USA. Postupně došlo k rozšíření i do Evropy a dalších částí světa. V našich podmínkách došlo k masivnímu používání po druhé světové válce v souvislosti s kolektivizací zemědělství.

Současné sklízecí mlátičky se vyznačují velkou plošnou výkonností, vynikající čistící schopností a celkovou efektivitu.

Pro dané účely je sklízecí mlátička osazena klasickým plošným adapterem, který zajišťuje sečení a dopravu hmoty přes šikmý dopravník k mláticímu ústrojí. Sečení vykonává řídká žací lišta. Pro obiloviny je nezbytné použití přiháněče a jeho správné nastavení. Přiháněč musí rovnoměrně usměrnit tok posečené hmoty do průběžného šnekového dopravníku. Žací lišta je letmo upevněná tak, aby umožňovala kopírování jak v příčném, tak podélném směru. Soudobé lišty jsou vybavovány progresivními technologiemi. Výška strniště je snímána elektronicky a automaticky korigována. Velmi perspektivně se jeví systémy, které umožňují vedení mlátičky při sečení. Tyto systémy (např. Laser pilot- Claas) výrazně ulehčují a zjednodušují práci obsluhy stroje a zvyšují produktivitu práce.

Pro sklizeň kukuřice na zrno je nutné využívat speciální sklizňové adaptéry. Adapter seče několik řádků najednou a umožňuje oddělení zrnových větven od stonků a listů. Stonky a

listy jsou ponechány na pozemku a je nutné jejich následné upravení pomocí mulčovače, popř. diskového podmítače.

Posečená hmota je dopravována šikmým dopravníkem k mláticímu ústrojí. V mláticím ústrojí dochází k samotnému výmlatu. Mláticí ústrojí tvoří charakteristickou část každé sklízecí mlátičky a podle něho jsou i mlátičky rozdělovány. V současné době rozeznáváme dva druhy mláticího ústrojí:

- tangenciální,
- axiální.

Tangenciální mláticí ústrojí je vývojově starší. Materiál vstupuje tečně k ose mláticího bubnu. Buben se do dnešní podoby vyvinul z hřebového do dnešního mlatkového. Limitujícím faktorem těchto mlátiček zůstává průchodnost bubnem. Výrobci se v dnešní době snaží výkonnost zvýšit různými způsoby. Nejčastěji je to urychlovací buben. Buben je částečně opásán mláticím košem, kde dochází k většinové separaci. Další separační ústrojí jsou klávesová vytrásadla, která jsou limitována svou plochou a jejich plná výkonnost je možná pouze na rovinných pozemcích. Tato nevýhoda lze odstranit systémy svahového vyrovnávání. Klávesová vytrásadla někteří světoví výrobci nahrazují z uvedených důvodů axiálními separátory. Toto řešení spojuje výhody obou koncepcí mlátiček. Mlátičky se pak označují jako hybridní.



Obr. 10- hybridní uspořádání mlátičky (Claas)

Axiální mlátičky se začali vyrábět koncem 70. let minulého století. Jejich koncepce je zcela odlišná od tangenciálních. Materiál se pohybuje axiálně. V přední části dochází k výmlatu. V zadní části dochází k separaci. Výmlat tímto způsobem je šetrnější, ale je nutné bezpodmínečně dodržet správné nastavení stroje, což klade vyšší nároky na obsluhu. Tato koncepce přináší velkou separační plochu a výrazně snižuje stavební délku stroje. Stroj je méně citlivý k vystupující slámě, která je částečně nadrcena. Další

nevýhodou je citlivost na vlhkost mláčené hmoty. V případě pěstování zrnové kukuřice je axiální mlátička nejvhodnějším řešením.

K finální separaci dochází na síťových separátorech. Ten se skládá z dvojice nad sebou umístěných sít. Dnes se téměř výhradně používá žaluziové provedení, které lze plynule nastavovat pomocí servomotorů. Separátor se pohybuje přímočarým vratným pohybem a využívá se i pneumatických účinků ventilátoru. Pro mláčení svažitých pozemků se hodí síta s šikmým vrhem, popř. naklápění sít.

Vyčištěné zrno je vynášeno dopravníky do zásobníku. Zásobníky dnešních mlátiček dosahují objemu až 10 000 l. K vyprazdňování zásobníku slouží sklopný šnekový dopravník.

Dnešní sklízecí mlátičky jsou velmi výkonné a přináší to rizika, že v případě delší odstavky mohou nastat škody rovnající se hodnotám stroje.

5.1.5 Sklizeň slámy

Sklizená sláma může sloužit z energetického hlediska jak pro přímé spalování v původní formě, tak pro další zpracování do jiné formy.

Nejjednodušší metodou sklizně slámy je její svoz sběracími vozy a následné stohování na pozemku. Tato technologie však přináší vysoké ztráty slámy, její částečné znehodnocení a rovněž zabránění části pozemku. Sláma ve volné formě je hůře manipulovatelná a nehodí se pro další zpracování.

Další technologií je lisování slámy do hranolových nebo válcových balíků. Tato technologie je pro následnou přepravu, manipulaci a zpracování vhodnější. Rovněž je možné tyto balíky použít pro přímé spalování ve specializovaných kotelnách. Je vždy vhodnější uskladnit balíky slámy v suchu.

Technikou vhodnou pro sklizeň slámy se budu podrobněji zabývat v dalších kapitolách, neboť se hodí i pro sklizeň dalších plodin.

5.2 TECHNOLOGIE PRO PĚSTOVÁNÍ OLEJNIN

Bezkonkurenční postavení mezi olejinami vhodnými pro výrobu biopaliv zaujímá řepka olejka. Nepředpokládám, že by se tato skutečnost do budoucna změnila a proto se v následující kapitole budu zabývat zejména technologiemi vhodnými pro pěstování řepky. V naší zemi je zastoupení řepky v osevních postupech velmi vysoké zejména pro dobré finanční zhodnocení a částečné fyto-sanitární účinky. Technologie pro pěstování řepky je podobná technologiím pro obilniny s tím, že řepka vyžaduje propracovanější a kvalitnější strategii pěstování. V této kapitole není uveden tabulkový přehled technologií právě z důvodů velké podobnosti technologií.

5.2.1 Zpracování půdy a setí

Zpracování půdy pro řepku je ovlivněno několika faktory:

- krátká doba mezi sklizní předplodiny (převážně ozimý ječmen),
- nerozložené posklizňové zbytky předchozí plodiny
- většinou není provedena řádná podmítka,
- vyschlá půda, která je obtížně zpracovatelná,
- zdravotní stav a škůdci,
- riziko vodní eroze,
- dlouhá vegetační doba řepky (bezmála rok).

Pro řepku se používají jak orebné, tak bezorebné technologie. Je vhodné vysoké procento zapravených rostlinných zbytků. Hloubku zpracování volíme menší, ale „po zahradnicku“. Pro zpracování často vyschlé půdy se velmi vhodně jeví použití aktivních strojů, které si poradí i s velmi vyschlou a hrudovitou půdou. Konkrétní technologie volíme podle okamžitého stavu půdy.

Setí řepky je specifické velmi malými výsevky (2-4 kg) a mělkou hloubkou uložení semen v rozmezí 1-2 cm. Pro setí využíváme většinou běžné modely secích strojů. Velmi vhodné je následné utužení půdy cambridskými válci pro zlepšení vzcházení semen. Vhodný je blokový způsob setí z důvodu bezprostřední následné herbicidní ochrany rostlin, které přichází do 3 dnů po zasetí. Pozemek je v té době bez vegetace a pro přesný pohyb postřikovače je nejlepší využití systému satelitní navigace.

5.2.2 Sklizeň řepky

Tato plodina patří k velmi snadno luštitelným. Riziko předčasného výmlatu v důsledku nepříznivého počasí se snižuje předsklizňovou aplikací prostředků zabraňujících luštění. Dalším problémem je spletnost porostu a nestejněměnost dozrávání.

Pro sklizeň používáme běžné sklízecí mlátičky, které mají některé úpravy. Pro snížení ztrát při oddělování jednotlivých záběrových jízd používáme aktivní boční děliče, které prořezávají hranu porostu. Jedná se o protiběžné sečené s oporou, kdy pohon je buď odvozen od pohonu lišty, nebo může být elektrický.

Další nutnou změnou je prodloužení žacího válu z důvodu zabránění ztrát přiřaněčem a rovnoměrnému dávkování hmoty. To může být provedeno nasazením speciálního adapteru-předválu. Předvál způsobí předsunutí stříhu rostlin, zabraňuje vibracím a předčasnému výmlatu. Toto provedení je poměrně levné, ale montáž je pracná a časově náročná. Tyto nevýhody vedli ke konstrukci plynule stavitelných válu, které je provedeno výsunem pomocí přímočarých hydromotorů. Poslední možností je umístění pásového dopravníku na dně válu.

5.3 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 částečné fyto-sanitární účinky. Nevýhodou je potřeba úzce specializovaných strojů použitelných pouze pro jednu plodinu, což prodražuje pěstování.

Tab. 2 Základní přehled technologií pro okopaniny

Operace	Technologie a technika
Zpracování půdy	Hluboká orba +příprava půdy (cukrová řepa)
	Hluboká orba +hlubší zpracování půdy (brambory)
	Hluboká orba+ urovnání pozemku+prosévání půdy (brambory)
Setí a sázení	Setí přesnými secími stroji (cukrová řepa)
	Sázení brambor sázeči
Hnojení stakovými hnojivy	Využití rozmetadel hnoje

Hnojení průmyslovými hnojivy	Rozmetadla
	Hnojení přímo k semenu (sadbě)
Ochrana rostlin	Postřik polními postřikovači
Sklizeň okopanin	Sklizeň brambor sklízeči a odvoz
	Sklizeň řepy jednofázová
	Sklizeň řepy dvoufázová

5.3.1 Zpracování půdy

Brambory i cukrová řepa se řadí k jarním plodinám, ale zpracování půdy začíná již v roce předcházejícím. Okopaniny vyžadují hluboko zpracovanou a prokypřenou půdu. Těmto plodinám nejlépe vyhovuje klasická orební technologie. Někteří pěstitelé u cukrové řepy orbu nahrazovali několikanásobným přejezdem radličkových podmítačů, ovšem spotřeba paliva pak nebyla nižší než u orby.

Tyto plodiny obecně vyžadují dostatek organické hmoty a proto je vhodné po podmítce zasít meziplodiny. Velmi vhodné je i hnojení statkovými hnojivy (technikou se budu zabývat v dalších kapitolách). Orba se provádí během pozdního podzimu a bývá hlubší než např. pro obiloviny. Pro brambory se hodí hloubka cca 22-25 cm, pro cukrovou řepu je vhodná orba i hlubší. Někteří pěstitelé praktikují i dvojí orbu.

Jarní zpracování půdy spočívá v prokypření pokud možno v plném profilu ornice. Pro cukrovou řepu je nutná úprava povrchu pro zajištění optimálního vzcházení semen. Jiná situace je u brambor. Zde je možno kromě „klasické“ technologie prokypření půdy zvolit techniku výsadby do prosévané půdy. To spočívá v naorání hlubokých rýh a následnému prosátí půdy pro dva hrůbky. Výhodou tohoto způsobu je usnadnění sklizně a stejnoměrnost hlíz, nevýhodou pak vyšší náklady.

Klasická technologie pěstování okopanin předpokládala několikanásobnou kultivaci během vegetačního období pro zničení plevelů a prokypření půdy. V současné době se od těchto postupů ustupuje a bývají nahrazovány velmi intenzivní chemickou ochranou.

5.3.2 Setí a sázení okopanin

Přesné secí stroje

Setí cukrové řepy prošlo velkým vývojem z hlediska úpravy osiv i techniky pro setí. Původní technologie předpokládali mechanickou kultivaci a jednocení, což bylo náročné na lidskou práci. Další etapou byla mechanická úprava obrušováním. Dnes se používá výhradně jednoklíčkové osivo, které je většinou obalené. Obal slouží jako nosič mořidel a výživy. Dalším účelem je změna tvaru pro snazší výsev.

Secí stroje jsou podobné konstrukce jako pro kukuřici. Charakteristickým znakem je zásobník pro každou botku a zaručují přesný výsev v konstantní rozteči semen. Nejčastěji jsou stroje vybaveny pneumatickým podtlakovým výsevním ústrojím. Osivo je dodáváno ve výsevních jednotkách.

Sázeče brambor

Sázení brambor patří k poměrně pracným operacím. To je dáno velkým množstvím sadby na jednotku plochy. Výsadba brambor rovněž prošla velkým vývojem, výrazně se zvětšila šířka hrůbků. Sázeče jsou dnes plně automatické stroje, které umožňují naorání, přesné uložení hlíz a následné zahrnutí a úpravu tvaru hrůbku. Často se dnes používá systém hnojení přímo k hlízám. U sázečů se dnes používají dva systémy sázení a to kotoučový nebo častěji dopravníkový. Sázeče jsou vybavovány velkým zásobníkem, který se často plní z dopravních prostředků, popř. z ohradových palet.

5.3.3 Hnojení okopanin

Okopaniny jsou velmi náročné na výživu a na obsah organické hmoty v půdě. Hnojení průmyslovými hnojivy se provádí technologiemi popsány v předchozích částech. Dávky průmyslových hnojiv jsou však oproti jiným plodinám vyšší a z tohoto důvodu se lépe hodí rozmetadla návěsná.

Pro okopaniny se však velmi hodí i statková hnojiva, zejména hnůj. Pro aplikaci se používají rozmetadla statkových hnojiv. Rozděluje se dle rozmetacího ústrojí na bubnová a vrtulová. Pohon vrstvy uvnitř korby je zajištěn podlahovým dopravníkem popř. výtlačným čelem.

Hnojení na list se provádí během roku a k tomuto se používají roztoky, které se aplikují běžnými polními postřikovači.

5.3.4 Sklizeň okopanin

Sklízeče okopanin se vyznačují poměrně malou plošnou výkonností, což je způsobenou nutností prosívat velké množství zeminy. Jejich úkolem je oddělit bulvy nebo hlízy od zeminy a následně je i co nejvíce očistit od ulpívající zeminy. Tyto stroje jsou vždy velmi složité konstrukce složené z mnoha funkčních částí. Limitujícím faktorem pro práci těchto strojů jsou půdní podmínky, které v okamžiku sklizně (podzim) bývají často velmi problematické. Sklizeň okopanin je náročná i z logistického hlediska, neboť je třeba v krátkém čase odvézt velké množství hmoty k dalšímu zpracování.

Sklízeče brambor

Sklízeče brambor se většinou vyrábí v provedení 1-4 řádkovém. Snahou je omezovat počet pracovníků nutných k obsluze sklízeče. Většinou se jedná o stroje návěsné s říditelnou nápravou. Dnes nabídka obsahuje i stroje samojízdné vhodné pro velké pěstitelské plochy. Snahou konstruktérů je zajistit co nejlepší separaci produktu.

Vlastní vyorávací tělesa se používají ve dvou provedení a to radličné a nebo talířové. Radličné provedení je více energeticky náročné, ale konstrukčně je jednodušší. Talířové provedení snadněji proniká do půdy, ostří pracovní části má poměrně vysokou životnost, ale jeho konstrukce je náročnější. Prosévací dopravníky mají aktivní vibrační pohon, který zvyšuje účinnost prosévání. Na sklizeči je použito mnoho dalších prvků, jako mačkače hrud, rozdužovací mechanismy a odlučovač natě. Některé stroje jsou vybavovány poměrně velkým zásobníkem, který umožňuje vyprazdňování stroje na okraji pole a omezení jízd dopravních prostředků po pozemku. Hlízy vyžadují poměrně šetrné zacházení a z těchto důvodů je nutné zajistit co „nejměkčí“ zacházení s nimi nejenom při sklizni, ale i při další manipulaci.

Sklízeče cukrové řepy

Sklizeň cukrové řepy probíhá během pozdního podzimu, kdy má řepa nejvyšší cukernatost. Pohyb těchto strojů po často rozbahněném pozemku vyžaduje použití k tomu uzpůsobené techniky. Stroje se vyrábí v návěsném i samojízdném provedení a záběr stroje je v rozmezí 2-6 řádků. Sklizeň řepy je logisticky velmi náročná. Neboť v naší zemi je již pouze několik zpracovatelů této suroviny.

Dnes se většinou preferuje přímá jednofázová sklizeň s rozdrčením chrástu a jeho rozmetení po pozemku. V našich podmínkách se většinou používají stroje samojízdné vybavené velkým

zásobníkem. První pracovní operací je ořezání a rozdrčení chrástu. Další je ořezání skrojků pomocí jednotek s noži a hmatači. Poté následuje vyorávání bulv a jejich následné čištění v čistících mechanismech. Ty mohou být různé konstrukce a uspořádání. Bulvy mohou být přímo odváženy ke zpracování, nebo skladovány v místě a později opětovně nakládány.

Některé technologie probíhají dvoufázově. V první fázi došlo k ořezání bulv ořezávačem, některé stroje i bulvy vyoraly a zanechaly na řádcích. Druhou operací pak bylo vyorání a nakládka bulv popř. sběr bulv ze řádků. Tyto systémy způsobují větší počet přejezdů mechanizace po pozemku a jsou rovněž dražší. Dá se předpokládat, že jednofázová sklizeň bude převládat ve většině případů.

5.4 TECHNOLOGIE PRO VÍCELETÉ PLODINY A JEDNOLETÉ PLODINY PRO PRODUKCI FYTOMASY

Tato kapitola se zabývá technologiemi pro sklizeň víceletých plodin. Tyto technologie jsou použitelné i pro jednoleté plodiny pro produkci fytomasy a z tohoto důvodu jim nevěnují zvláštní kapitolu. Převážná část kapitoly je věnována technice pro sklizeň těchto plodin, neboť technologie pro zpracování půdy, hnojení aj. jsou obdobné technologiím již zmíněným v předcházejících kapitolách.

Tab. 3 Technologie sklizně fytomasy

Způsob sklizně	Technologie a technika
Sušení	Posekání porostu žacími stroji
	Obracení a shrnování
	Lisování suché hmoty do balíků a odvoz
	Odvoz sběracími vozy
Senážování	Posekání porostu žacími stroji
	Shrnování po zavadnutí píče
	Využití senážních vozů
	Sklizeň řezačkou a odvoz dopravními prostředky
Silážování	Přímá sklizeň řezačkou a následný odvoz

5.4.1 Technologie pro sklizeň

Tyto technologie jsou vždy vázány na konkrétní obsah vody v dané plodině při její sklizni a vzhledem k záměru využití. Technika používaná pro sklizeň jednou technologií je často využitelná i pro další technologie.

5.4.1.1 Technologie pro sušení

Sklizeň píce pro produkci suché hmoty je historicky nejstarší způsob úpravy píce pro dlouhodobé skladování. Seno je charakteristické vysokým obsahem sušiny (85% a více). Pro energetické účely je suchá píce vhodná pro přímé spalování a to jak v neupravené formě tak pro další zpracování.

Proces sušení se skládá z několika operací a to sečení, obracení, shrnování a sklizeň. Stroje používané pro sklizeň sena jsou většinou použitelné i pro další způsoby sklizně píce. U některých plodin je technologie sklizně jednodušší.

Stroje pro sečení

Až do 70. let minulého století se ponejvíce používaly žací stroje s přímovratným pohybem nožů. Principem jejich práce je střih, ke kterému dochází mezi ostřím, konajícím přímovratným pohybem, a protiostrím. Protiostrí může být nepohyblivé nebo pohyblivé. Řezná rychlost je poměrně malá. Lišty tohoto typu se dnes pro svou malou výkonnost téměř nepoužívají. Stále je však můžeme nalézt jako součást zahradní techniky a také speciálních horských strojů.

Daleko využívanější jsou stroje s rotujícími stroji. Ty pracují při mnohem větší řezné rychlosti. Velká řezná rychlost umožňuje dokonalé posečení porostu různých nepříznivých vlastností (přerostlé, polehané). Stroje umožňují mnohem větší pojezdové rychlosti než stroje s přímovratným pohybem. Tyto výhody dostatečně nahrazují nevýhodu potřeby vyššího příkonu stroje. Nejvíce se používají stroje se svislou osou rotace. Stroje s vodorovnou osou rotace se používají vynímečně. Pouze firma JF- Stoll používá tuto variantu u svých cepových sklízecích strojů.

Stroje s vodorovnou osou rotace se rozdělují na bubnové a diskové. **Stroje diskové** mají plochý převod a několik oválných disků vedle sebe. Na disku jsou většinou dva nože. Obvodová rychlost disku je velká. Stroje mají závěs pro kopírování terénu nezávisle na úhlu traktoru. Vyrábí se několik provedení a to: čelně nesené lišty, lišty nesené v zadním závěsu a

návěsné stroje s dlouhou ojí. Stroje se často spojují pro zvýšení záběru. Někdy je vhodné je doplnit dalšími zařízeními pro úpravu píce. O tom bude pojednáno dále.

Stroje bubnové mají většinou dva až čtyři bubny. Na bubnu bývají většinou 3 nože. Bubny jsou poháněny svrchu. Stroje mají centrální skříň a kuželová soukolí. Jejich nevýhodou je relativně vyšší energetická náročnost, výhodou pak jednoduchost, spolehlivost a obrovská odolnost mechanickému poškození. Vyrábí se buď v čelním nebo zadně neseném provedení.



Obr. 11- bubnový žací stroj (Agrostroj)

Obraceče

Obraceče jsou využitelné pouze při sušení. Jsou tak jedinou skupinou strojů, která není použitelná pro další technologie sklizně pícnin. Obraceče slouží k rozhození řádků píce, popř. její otočení na ploše. Existuje několik různých principů strojů a to: vidlicový, bubnový, kolový, dopravníkový, paprskový a nejvíce používaný rotorový. Rotorové obraceče mají většinou 2-10 rotorů. Většinou jsou v neseném provedení a hydraulicky sklopné.

Shrnovače

Shrnovače slouží k shrabání píce z plochy na jeden nebo více řádků. Konstrukčně jsou velmi podobné obracečům. Slouží nejenom při výrobě sena, ale i senáže. Opět se nejvíce používají shrnovače rotorové. Většinou mají 1 až rotory a vytváří jeden nebo někdy dva řádky z píce. Určitou renesanci zažívají paprskové shrnovače pro svou jednoduchost. Horkou novinkou jsou pásové shrnovače.

Stroje pro sklizeň suché hmoty

V našich podmínkách se nejperspektivněji jeví technologie lisování suché hmoty pomocí **sběracích lisů**. Vhodně se jeví vytváření velkých hranolových nebo válcových balíků. Tato technologie se hodí nejen pro sklizeň usušených víceletých plodin, ale i např. slámy.

Lisy pro vytváření hranolovitých balíků lisují hmotu pomocí pístového mechanismu. Na stroji musí být zařazen setrvačnický pro zamezení rázů. Před lisovacím mechanismem bývá zařazen pýchovací mechanismus, který hmotu předlisuje. Po naplnění komory následuje zavázání. Pro některá druhy biomasy (dlouhá stébla) se velmi hodí řezání. Pro sklizeň suché hmoty jsou tyto lisy velmi vhodné. Hranolové balíky jsou vhodné pro další skladování, neboť umožňují dokonalé využití skladových prostor.

Možné je využít i lisy pro vytváření válcových balíků. Pro dlouhou biomasu je dle mého názoru lepší využít lisy s variabilní komorou, neboť dokáží hmotu více slisovat a následné rozebírání balíku je rovněž snazší. Použití lisů s pevnou komorou je ovšem také možné.

Pro další manipulaci s balíky je možné využít mnoho variant strojů. Od samonakládacích vozů po nakládku pomocí čelních nakladačů a dalších. Vždy záleží na přepravní vzdálenosti, počtu balíků a celkovou vybaveností podniku.

Pro sběr suché biomasy lze využít i technologii sbírání pomocí **sběracích vozů**. Tato technologie je sice jednodušší než lisování do balíků. Problémem je však malá objemová hmotnost sklizené hmoty. Perspektivně se však může jevit např. využití starých seníků již nepoužívaných pro chov skotu. V takovém případě je využití vozů vhodné.

5.4.1.2 Technologie pro senážování

Senážování je technologie pro konzervaci píce. Píce se sklízí zavadlá (cca 45 % sušiny). Při sklizni se nařeže na řezanku. Senáž se z energetického hlediska může použít pro výrobu bioplynu. Pro tyto účely se hodí senážování pomocí řezaček nebo senážních vozů. K naskladnění hmoty je vhodné využít žlaby.

Stroje pro sečení

Tyto stroje se nijak výrazně neliší od strojů popsanych v předcházející kapitole. Existují však vhodné doplňky pro stroje. Jedná se zejména o lamače píce pro rovnoměrnější a rychlejší zasychání píce. Dále některé žací kombinace využívají pásových dopravníků pro shoz píce do řádku, takže není nutné následné shrnování píce.

Stroje pro sklizeň zavadlé hmoty

V našich podmínkách se pro sběr hmoty nejčastěji využívají sklízecí řezačky. Pro sklizeň senáže se používá sběrací adaptér, který sbírá hmotu ze řádku připraveného shrnovačem. Nařezaná hmota je pak odvážena z pozemku. Více bude o sklízecích řezačkách pojednáno dále.

Pro sklizeň zavadlé hmoty se často používají i senážní vozy. Jsou to samosběrací vozy uzpůsobené pro sběr a řezání senáže. Je to alternativa sklizně senáže řezačkou. Konstrukční úpravy spočívají v zesílení sběracího ústrojí, doplnění řezání a zvýšení nosnosti. Vyrábí se až do objemu 100m³. Jejich výhodou je nižší spotřeba PHM oproti sklizni řezačkou. Výhodné je nasazení vozů zejména při kratší dopravní vzdálenosti. Řezanka bývá delší než při použití řezačky.

5.4.1.3 Technologie pro silážování

Silážování je 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 silážních 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.

Pro optimální kvalitu siláže je nutné naplnit žlab v co nejkratším časovém úseku (nejlépe 1 den). K tomuto účelu je třeba výkonná a spolehlivá technika, v našich podmínkách je to nejčastěji samojízdná sklízecí řezačka. Ve výrobním programu několika firem sice figurují i tažené stroje, které však v našich podmínkách nejsou příliš rozšířené pro svou nižší výkonnost. Tyto stroje mají několik hlavních technologických celků.

Pro sklizeň kukuřice (nejčastější silážovaná plodina) se využívají plošné nebo řádkové adaptéry. Pro snazší obsluhu a univerzálnost využití dnes začínají převládat plošné adaptéry. Dalším prvkem je podávací ústrojí, které dopravuje posečenou hmotu směrem k bubnu do vkládacích válců. Vkládací válce jsou většinou více- párové a jejich úkolem je posekanou hmotu naformovat a částečně stlačit do tvaru vhodného pro řezání. Válce mají měnitelné otáčky pro změnu délky řezanky. Ve vkládacím ústrojí bývá namontován detektor cizorodých látek (železné předměty). Pro případ vniknutí cizího tělesa nebo zahlcení je ústrojí vybaveno zpětným chodem.

Srdcem řezačky je řezací buben. Buben je složený z mnoha šikmých nožů uspořádaných do tvaru V pro eliminaci rázových sil. Řez probíhá s pomocí protiostrí, které je umístěno na konci vkládacího ústrojí a musí být vyrobeno z vysoce kvalitního materiálu s možností nastavení mezery. Moderní řezačky jsou vybaveny systémem automatického ostření nožů, pro zajištění stálé kvality řezu a snížení energetické náročnosti. Další funkcí bubnu je jeho ventilační účinek. Někteří výrobci upravují konstrukčně buben pro sklizeň kukuřice pro produkci bioplynu. Pohon bubnu bývá řešen pomocí drážkového řemenu přímo od spalovacího motoru a je velmi náročný pro vysoký přenášený výkon. Pro narušení kukuřičných zrn jsou řezačky vybavovány corn-crackery. Pro dopravu píce do odvozových prostředků je využit metač píce. Stroje jsou rovněž vybaveny nádrží a dávkovacím zařízením pro aplikaci konzervačních přípravků.

Řezačky jsou stroje, které mají v rámci zemědělských strojů nejvýkonnější spalovací motory. Dokonce někteří výrobci osazují stroje dvěma motory. V takovém případě se oba motory využívají právě při sklizni kukuřice. Pohyb stroje je řešen přes plynule měnitelný převod a to pomocí variátoru nebo hydromotorů. Poháněná bývá přední náprava, ale je možno využít i pohonu všech kol.

Přeprava materiálu je zajištěna velkoobjemovými přepravními prostředky. Bývají to jednak nákladní automobily nebo traktorové přívěsy a návěsy. Vždy je nutné zajistit dostatečný počet odvozních prostředků pro optimální využití řezačky. Pro zmenšení utužení půdy je možné využít překládacích vozů. K zamezení nežádoucích procesů je nutné vytěsnění vzduchu z hmoty. To se děje dusáním. Dusání se provádí přejezdy těžkou technikou, někdy doplněnou např. dusači z železničních kol. Po naplnění žlabu je nutné žlab uzavřít. K tomu se většinou používá zatížená plastová folie.

5.5 TECHNOLOGIE PRO RYCHLEROSTOUCÍ DŘEVINY

Technologie pro rychlerostoucí dřeviny se částečně vymykají běžné polní výrobě. To je dáno jiným charakterem těchto plodin. Porosty jsou zakládány na dobu řádově desítky let. Při následné sklizni nesmí dojít k porušení pařezů a kořenového systému. Do současné doby převládalo v naší zemi zakládání plantáží na málo úrodných a okrajových pozemcích. Toto řešení částečně snižuje potenciální výnosy hmoty.

Tab. 4 Základní přehled technologií pro rychlerostoucí dřeviny

Operace	Technologie a technika
Zpracování půdy	Hluboká orba a jarní příprava půdy
Sázení	Použití speciálních sázečů
Ochrana rostlin	Postřik polními postřikovači (spec. rozptylovače)
Sklizeň (kratší pěstební cykly)	Použití skl.řezačky s adapterem
	Štěpkování celých rostlin štěpkovači
Sklizeň (delší pěstební cykly)	Příprava kusového dřeva (motorová pila)
	Štěpkování celých rostlin štěpkovači
	Využití harvesterů a vyvážecích souprav

5.5.1 Zpracování půdy, sázení a ochrana rostlin

Při zpracování půdy pro plantáž rychlerostoucích dřevin je třeba zohlednit to, že porost na stejném stanovišti zůstává po mnoho let a že kořenový systém rostlin následně vyžaduje větší hloubku půdního profilu. Těmto faktorům musíme přizpůsobit přípravu půdy pro založení porostu. Na podzim roku, který předchází výsadbě, je nutné půdu zorat a to nejméně 30 cm hluboko. Orbě většinou předchází aplikace totálních herbicidů. Velmi vhodné je provést půdní rozbor a podle jejich výsledků doplnit živiny popř. upravit pH.

Na jaře před výsadbou je nutné urovnání pozemku a velmi jemná příprava půdy. Porosty se zakládají nejčastěji na přelomu března dubna, podmínkou je půda prohřátá na 5°C.

Výsadba je nejdůležitější částí při zakládání porostu. Výsadba klonů se provádí do zpracované půdy poloautomatickými sázeči. Jsou vybaveny ručním vkládáním, dopravníkovým ústrojím, naorávací a zaorávací částí. Počet pracovníků je přímo úměrný od počtu sázených řádků.

Ochrana rostlin je nutná zejména v prvním roce porostu z hlediska malé konkurenceschopnosti sazenic. V dalších letech není nutná, některé porosty je však nutné insekticidně ošetřovat při napadení hmyzem. Obecně však tyto porosty nejsou na chemickou ochranu nikterak náročné. Pro tyto porosty se používají speciální rozptylovače.

5.5.2 Sklizeň plantáží

Při volbě technologie je rozhodujícím parametrem délka pěstebního cyklu. První variantou je **včasná sklizeň** cca ve třetím až pátém roce růstu. Rostliny v tomto stádiu jsou poměrně měkké a snadno štěpkovatelné. Ke sklizni jsou nejvhodnější upravené samojízdné sklízecí řezačky. Tyto úpravy spočívají v použití speciálního adapteru pro sklizeň dřevin, v zesílení a změně konstrukce řezacího bubnu. Adapter slouží k uříznutí dřeviny, a následné vtažení do podávacího ústrojí. Tato technologie v budoucnu bude nabývat na významu pro svou jednoduchost, efektivitu a celkovou operativnost. K zajištění sklizně je zapotřebí pouze jeden stroj obsluhovaný jedním pracovníkem a zajištění odvozních prostředků. Technologie je vhodná pro velké sklizené plochy a vzhledem k ceně najde využití ve specializovaných podnicích služeb.

Pro sklizeň je možno využít i další technologie. Možné je využití klasického štěpkování. U tohoto způsobu lze využít dělené sklizně. První fází je uříznutí rostlin, po němž jsou rostliny ponechány na pozemku pro snížení vlhkosti. Po tomto dochází k samotnému štěpkování.

Sklizeň je nanejvýš vhodné provádět v zimním období, kdy jsou rostliny ve vegetačním klidu a rovněž výsledný produkt je z hlediska kvality nejlepší. Štěpka musí být pro skladování poměrně suchá, jinak hrozí její zapařování nebo dokonce samovznícení. Tyto technologie se v našich podmínkách hodí zejména pro vrbu. Rovněž je důležité odstranit co největší část nadzemní hmoty a zanechat jen minimální pařez, což zrychluje nové obrůstání rostlin.



Obr. 12- sklizeň samojízdnou řezačkou (Claas)

Druhou možností je sklizeň vývojově **starších rostlin** v šesti a víceletých cyklech. V tomto stádiu již dřeviny není vhodné sklízet pouze pro produkci štěpky, ale spíše pro produkci kusového palivového dřeva a na štěpky využít pouze vrchní část.

Sklizeň je možno provádět ručně. Tento způsob je vhodný pro malé pěstební plochy určené např. pro zásobování zemědělské usedlosti. Pro tento způsob sklizně se využívají motorové pily. Strom se po poražení nařeže na špalky velikosti vhodné pro spalování. Tenké části stromů je vhodné použít pro výrobu štěpky. Pro tento způsob sklizně je vhodné rozdělit porost na stejný počet rovnoměrných dílů, jako trvá pěstební cyklus. Celkově je tento způsob vhodný spíše pro menší plochy.

Pro větší pěstební plochy je lépe využít speciální lesní techniku. Vhodné je využití harvestorů, které stromy jednou operací porazí, oklestí a nařežou na vhodnou délku. Harvestor je cyklicky pracující stroj, který pracuje pomocí ramena s speciální hlavicí. Strom je sevřen hlavicí a následně odříznut a bezpečně pokácen. Stroj strom oklestí a zároveň nařeže na určenou délku. Pro případnou následnou přepravu je vhodné používat délku 2 nebo 4 m. Nařezané kmeny je vhodné vyvozit pomocí vyvážecí soupravy. Vždy je nutné dbát na možné poškození kořenové soustavy rostlin. Vhodné je provádět sklizeň za mrazů nebo za sucha, kdy nehrozí poškození porostu. Celkově je tato technologie velmi produktivní a nevyžaduje velké množství ruční práce. Ta je nutná pro následný úklid plantáže od zanechaných větví po odvětvení kmenů.

6 VZOROVÉ TECHNOLOGICKÉ POSTUPY

Tato kapitola se zabývá pěstováním třech konkrétních plodin a to ovsa, šťovíku a topolu. Obsahuje nákladové vyjádření jednotlivých operací při pěstování a rovněž částečně předpokládá využití dotačních titulů. Cílem této kapitoly je porovnání nákladů na jednotku tepelné energie. Nejedná se však o vyjádření celkových nákladů. Předpokladem výpočtu je přímé spálení fytomasy v neupravené podobě. Konkrétní předpoklady jsou uvedeny u jednotlivých plodin. Nákladové vyjádření vždy platí pro 1 ha pěstované plochy.

6.1 PĚSTOVÁNÍ OVSA SETÉHO

Předpokladem této úvahy je spalování jak slámy tak zrna bez další úpravy. Zrno slouží na farmě k vytápění dílenských prostor v zimním období a balíková sláma pak pro spalování např. v obecní výtopně. Tento předpoklad lze dosáhnout jen v optimální variantě. Pro energetické účely je tak využita všechna sklizená fytomasa. Toto řešení nelze aplikovat v celém osevním postupu z důvodů bilance organické hmoty.

Tab. 5 Náklady při pěstování ovsa

Operace	Technika	Materiál	Náklady (Kč)
Podmítka+setí meziplodin	Traktor+talíř. podmítač	Osivo hořčice (12 kg)	680
Orba	Traktor+pluh		1100
Příprava půdy	Traktor+kombinátor		550
Aplikace prům.hnojiv	Traktor+odstř. rozmetadlo	NPK 15-15-15 (150 kg)	2450
Setí	Traktor+secí stroj	Osivo ovsa (200 kg)	1450
Válení	Traktor+cambr. válce		250
Chem.ochrana	Traktor+postřikovač	Dicopur M 750 (1 dm ³)	580
Hnojení	Traktor+postřikovač	DAM 390 (130 kg)	1350
Sklizeň+odvoz	Skl. mlátička+traktor s vlekem		1850
Lisování slámy	Traktor+lis na válcové balíky		950
Odvoz balíků	Traktor +samonakládací vůz		450
Skladování hmoty			1500
			13160

V následující tabulce je uvedeno využití dotačních titulů, údaje o spalné hodnotě a také přepočtená cena jednotky tepla. Jak již bylo uvedeno, jedná se o spalování v neupravené podobě a tedy v ekonomicky nejvýhodnější variantě. Pokud by docházelo k úpravě slámy cena jednotky tepla by se zvýšila a rovněž energetická bilance by se zhoršila.

Tab. 6 Souhrnné údaje pro spalování fytomasy ovsa

Náklady celkem	13 100 Kč
Dotace (SAPS, TOP-UP)	4 413 Kč
Náklady po odečtení dotací	8 687 Kč
Předpokládaná výtěžnost fytomasy	6500 kg
Průměrná výhřevnost (Kolektiv, 2006)	14,2 MJ.kg ⁻¹
Produkce tepla	92,3 GJ.ha ⁻¹
Cena GJ za stanovených podmínek	96 Kč

Cena jednotky tepla je na velmi přijatelné úrovni a skutečně lze říci, že tento způsob využití ovsa se ve venkovských podmínkách jeví jako alternativa k vytápění uhlím apod. Snahou by vždy mělo být minimalizovat přepravu a další manipulaci s fytomasou. Přesto se však jedná o pěstování jednoleté kultury a výhodnější je vždy raději využívat víceleté plodiny.

6.2 PĚSTOVÁNÍ ŠŤOVÍKU UTEUŠA

Tato úvaha vycházela z předpokladu použití fytomasy šťovíku ke spalování v neupravené formě a to např. pro vytápění veřejných budov ve větší vesnici. Opět tedy platí zásada minimalizace energetických vstupů, což velkou měrou ovlivňuje výslednou cenu jednotky tepla. Náklady na založení porostu jsou předpokládány pro 15 let životnosti porostu. Následující tabulka obsahuje nákladové vyjádření operací na 1 ha porostu šťovíku. Tabulka je rozdělena na část pro založení porostu a pro část každoročně prováděných prací.

Tab. 7 Náklady na pěstování šťovíku

	Operace	Technika	Materiál	Náklady (Kč)
Práce při založení porostu	Podmítka	Traktor+talíř. podmítač		530
	Hnojení statk. hnojivy	Traktor+rozmetadlo	Hnůj (40 t)	13 500
	Hluboká orba	Traktor+pluh		1350
	Příprava půdy	Traktor+kombinátor		550
	Aplikace prům.hnojiv	Traktor+odstř. rozmetadlo	NPK 15-15-15 (200 kg)	3200
	Setí	Traktor+secí stroj	Osivo šťovíku (6 kg)	3650
	Válení	Traktor+cambr. válce		250
	Chem.ochrana	Traktor+postřikovač	Garland Forte (1,2 dm3)	1450
				24480
	Každoroční práce	Aplikace kejdy	Traktor+cisterna s aplikátorem	Kejda (12 m3)
Sečení		Traktor+žací stroj		500
Obracení		Traktor+obraceč		250
Shrnování		Traktor+shrnovač		300
Lisování		Traktor+lis na válcové balíky		2900
Odvoz balíků		Traktor+samonakládací vůz		1400
Skladování v hale				1500
			11350	

Opět bude vyjádřena cena jednotky tepla, využití dotačních titulů a energetické vlastnosti fytomasy šťovíku.

Tab. 8 Souhrnné údaje pro spalování fytomasy šťovíku

Náklady (1 rok)	13 170 Kč
Dotace (SAPS, en. plodiny)	4 183 Kč
Náklady po odečtení dotací	8 987 Kč
Předpokládaná výtěžnost fytomasy	11 500 kg
Průměrná výhřevnost (Kolektiv, 2006)	15,2 MJ.kg-1
Produkce tepla	175 GJ.ha-1
Cena GJ za stanovených podmínek	53 Kč

Je jasně patrné, že cena jednotky tepla je nižší než u ovsa. To je dáno jednak vysokým výnosem fytomasy a také výhodami pěstování víceletých plodin. Celkově lze říci, že šťovík je velice perspektivní plodina a produkce fytomasy z něj je velice efektivní.

6.3 PĚSTOVÁNÍ TOPOLU

Jako poslední vzorová plodina je uveden rychle rostoucí topol. Předpokladem je desetiletý cyklus pěstování. Dalším předpokladem je využití dřevní hmoty pro produkci kusového dřeva a využití větví a zbytků pro produkci štěpky. Plantáž by tedy sloužila např. pro vytápění obytné části farmy. Toto řešení zatím v našich podmínkách není používáno, nicméně v některých zemích je běžné. Náklady v tabulce jsou rozděleny na zakládací a na provedení těžby.

Tab. 9 Náklady na pěstování topolu

	Operace	Technika	Materiál	Náklady (Kč)
Založení porostu	Podmítka	Traktor+talíř. podmítač		530
	Aplikace prům.hnojiv	Traktor+odstř. rozmetadlo	PK 15-15 (250 kg)	3100
	Orba	Traktor+pluh		1350
	Příprava půdy	Traktor+kombinátor		550
	Likvidace plevelů	Traktor+postřikovač	Roundup klasik (3 dm3)	830
	Sadba	Ručně	Řízky topolu (10 000 ks)	53000
	Likvidace plevelů	Ručně+kultivátor		2500
				61860
Sklizeň	Kácení	Motorová pila		42 000
	Manipulace a odvoz	Motorová pila, traktor, vlek		65000
	Štěpkování větví	Štěpkovač		16000
				123000

Následná úvaha je ovlivněna pozastavením podpor pro zakládání plantáží rychle rostoucích dřevin, což negativně ovlivnilo cenu jednotky tepla. Není však vyloučeno, že tato podpora nebude po určité době znovu vyplácena.

Tab. 10 Souhrnné údaje pro spalování fytomasy topolu

Náklady (1 rok)	15 370 Kč
Dotace (en. plodiny)	1 110 Kč
Náklady po odečtení dotací	14 260 Kč
Předpokládaná výtěžnost fytomasy	10 500
Průměrná výhřevnost (Kolektiv, 2006)	15,6 MJ.kg-1
Produkce tepla	164 GJ.ha-1
Cena GJ za stanovených podmínek	86 Kč

Rychle rostoucí dřeviny jsou stále v našich podmínkách nedoceny. Vhodné je zejména lokální využití dřevní hmoty s minimem přepravy a manipulace. Inspiraci pro využití těchto plodin je třeba hledat v severských zemích. Nicméně pro přímé spalování se v našich podmínkách nejperspektivněji využítí víceletých bylin.

7 ZÁVĚR

Tato práce vznikla z důvodů osobního zájmu o možné alternativy využití zemědělské půdy. Práce by mohla být použita pro zemědělce jako varianta rozhodovacího procesu, zda začít pěstovat plodiny pro výrobu biopaliv. Snahou bylo vyzdvihnout použití stávajících strojů a technologických linek, kterými jsou zemědělské podniky běžně vybavovány. Dalším cílem bylo specifikování pěstovaných plodin, které je možné využít dle aktuálních požadavků trhu jak v energetickém, ale i jiném využití (krmivářství, potravinářství a průmysl).

V oblasti pěstování plodin pro výrobu biopaliv je v literatuře vždy kladen důraz na maximální produkci energie z jednotky plochy bez ohledu na konkrétní stanoviště a respektování místních specifických podmínek. Vždy by měla být preferováno zlepšování půdní úrodnosti a péče o krajinu. Velký vliv na celou problematiku má okamžitá dotační politika státu, která je ovlivněna Evropskou unií a přeneseně i globálními problémy. Je třeba politiku nastavit tak, aby tyto programy byly stabilní na dlouhá léta a zároveň neohrožovaly potravinovou bezpečnost státu a výrazně nepůsobily na cenu potravin.

Budoucnost pěstování rostlin na výrobu biopaliv stojí na třech pilířích. Prvním pilířem bude využívání nejmodernějších a nejefektivnějších pěstebních technologií. Druhým pilířem je řešení lokálních energetických zdrojů se snahou omezit přepravu a zbytečné energetické vstupy. Třetí důležitý faktor spočívá v péči o krajinu, využití zemědělských objektů a celkovou sociální politiku venkova s ohledem na vytváření pracovních příležitostí na venkově.

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. Kolektiv, 2006: Energetické plodiny. Praha, Profi Press, 167 s.
2. Kumhála, F., Heřmánek, P., Mašek, J., Kvíz, Z., Honzík, I., 2007: Zemědělská technika. Praha, ČZU v Praze, 438 s.
3. Ust'ak, S., 2002: Šťovík Uteuša- plodina perspektivní pro fytoenergetiku. *Biom.cz* [online]. 2002-07-01. Dostupné z WWW <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/stovik-uteusa-plodina-perspektivni-pro-fytoenergetiku>
4. Petříková, V., 2006: Energetická biomasa - nový program pro zemědělce. *Biom.cz* [online]. 2006-02-01. Dostupné z WWW: <http://biom.cz/cz/odborneclanky/energeticka-biomasa-novy-program-pro-zemedelce>
5. Šinkora, M., 2008: Topoly a vrby pro energetiku. *Biom.cz* [online]. Dostupné z WWW: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/topoly-a-vrby-pro-energetiku>.
6. Firemní literatura: AGCO, Agrostroj, Claas, Farnet, Kleine

9 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obr. 1- porost ozimé pšenice (foto autor)	4
Obr. 2-rostliny kukuřice (foto autor)	6
Obr. 3-porost řepky (foto autor)	7
Obr. 4- bulvy cukrové řepy (Kleine)	8
Obr. 5- charakteristický tvar konopí (foto autor)	9
Obr. 6- porost šťovíku v době sklizně (foto autor).....	12
Obr. 7- roční přírůstek topolu (foto autor).....	14
Obr. 8- intenzivní zpracování půdy podmítačem (Farmet)	19
Obr. 9- práce sekcí kombinátoru (Farmet)	22
Obr. 10- hybridní uspořádání mlátičky (Claas).....	26
Obr. 11- bubnový žací stroj (Agrostroj)	35
Obr. 12- sklizeň samojízdou řezačkou (Claas).....	40

10 SEZNAM TABULEK

Tab. 1	Základní přehled technologií pro obilniny.....	17
Tab. 2	Základní přehled technologií pro okopaniny.....	29
Tab. 3	Technologie sklizně fytomasy.....	33
Tab. 4	Základní přehled technologií pro rychle rostoucí dřeviny.....	39
Tab. 5	Náklady při pěstování ovsa.....	42
Tab. 6	Souhrnné údaje pro spalování fytomasy ovsa.....	43
Tab. 7	Náklady na pěstování šťovíku.....	44
Tab. 8	Souhrnné údaje pro spalování fytomasy šťovíku.....	44
Tab. 9	Náklady na pěstování topolu.....	45
Tab. 10	Souhrnné údaje pro spalování fytomasy topolu.....	46

