



**Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Výzkumné energetické centrum**

Využití rostlinné biomasy v energetice

Ing. Jan Koloničný, Ph.D.
Mgr. Veronika Hase

V rámci projektu

„Podpora lokálního vytápění biomasou“

Tento projekt byl vybrán v rámci Operačního programu přeshraniční spolupráce Slovenská republika – Česká republika, který je spolufinancován z Evropského fondu pro regionální rozvoj

Autoři: Ing. Jan Koloničný, Ph.D.
Mgr. Veronika Hase

Recenzenti: prof. Ing. Jozef Jandačka, PhD.
prof. RNDr. Milan Malcho, PhD.

Ostrava 2011

ISBN 978-80-248-2541-0

Obsah

Seznam použitých zkratk	6
Úvod	8
1 Zdroje biomasy a její energetické využití	8
1.1 Biomasa využitelná k energetickým účelům	10
1.1.1 Zbytková biomasa	10
1.1.2 Záměrně produkovaná biomasa	11
1.2 Potenciál biomasy	12
1.3 Trendy a rizika ve využívání biomasy	24
2 Základní charakteristiky pěstování a nároky vybraných energetických plodin	26
2.1 Topoly a vrby	27
2.2 Krmný šťovík (šťovík hybrid Rumex OK2)	33
2.3 Ozdobnice čínská	35
2.4 Lesknice rákosovitá	38
2.5 Sveřep bezbranný	40
2.6 Ovsík vyvýšený	43
2.7 Srha laločnatá	45
2.8 Jetel	47
2.9 Cukrová řepa	49
2.10 Kukuřice setá	53
2.11 Pšenice	57
2.12 Řepka olejka	62
2.13 Slunečnice	65
2.14 Triticale	69
2.15 Žito seté	72
2.16 Tráva	75
2.17 Význam termínu sklizně slamnatých energetických plodin	78
2.18 Vývoj situace výmladkových plantáží	79
3 Úprava a zpracování biomasy pro energetické účely	81
3.1 Mechanická úprava pevných biopaliv	82
3.1.1 Štříhací zařízení	82
3.1.2 Štípání a sekání	82
3.1.2.1 Štípačky	83
3.1.2.2 Sekyry	84
3.1.2.3 Sekačky	85
3.1.3 Drcení	90
3.1.4 Mletí	90
3.1.5 Balíkování	93
3.1.6 Paketování	95
3.1.7 Štěpkování	100

3.1.8	Zařízení na briketování a peletování	102
3.2	Mechanická úprava stébelnin	104
3.2.1	Sběrací vozy	105
3.2.2	Sběrací lisy	105
3.2.3	Lisy na válcové balíky.....	105
3.2.4	Lisy na hranaté balíky	106
3.2.5	Svinovací lisy při sklizni slámy	107
3.2.6	Briketování a peletování suchých stébelnin	108
3.3	Mechanická úprava rychle rostoucích dřevin.....	108
3.3.1	Metoda kmenových výřezů	108
3.3.2	Svazková metoda.....	109
3.3.3	Metoda štěpkování	109
3.3.4	Zařízení na peletování	109
3.3.4.1	Šroubový protláčecí stroj	110
3.3.4.2	Horizontální peletovací stroj s válcovými kladkami a válnovou maticí.....	111
3.3.4.3	Horizontální peletovací stroj s válcovou maticí a lisovacím rotorem	112
3.3.4.4	Horizontální peletovací stroj s ozubenými kolečky	113
3.3.4.5	Vertikální peletovací stroj s kuželovými kladkami a plochou maticí.....	114
3.3.4.6	Vertikální peletovací stroj s válcovými kladkami a plochou maticí	115
3.3.4.7	EcoTre Systém	116
3.3.5	Zařízení na briketování.....	116
3.3.5.1	Šroubové briketovací stroje.....	117
3.3.5.2	Lis s mechanickým pohonem.....	117
3.3.5.3	Hydraulické briketovací stroje	117
3.4	Transport a logistika.....	118
3.4.1	Nakládka a vykládka	118
3.4.2	Skladování.....	123
4	Očekávané trendy ve využití biomasy	131
4.1	Akční plán pro ČR.....	131
4.2	Perspektivy vývoje využití biomasy v Evropské unii	134
4.3	Biomasa a kapalná paliva.....	136
4.3.1	Bionafta	137
4.3.1.1	Výroba bionafty.....	137
4.3.2	Bioetanol	138
4.3.2.1	Výroba bioetanolu	139
4.3.3	Bioplyn	140
4.3.3.1	Výroba bioplynu.....	141
5	Závěr.....	142

Literatura	144
Seznam obrázků	149
Seznam tabulek	150

Seznam použitých zkratek

B	bor
Ca ²⁺	kation vápníku
CaO	oxid vápenatý
CO ₂	oxid uhličitý
Cu	měď
ČR	Česká republika
EU	Evropská unie
GJ	gigajoule
ha	hektar
K ₂ O	oxid draselný
kWh	kilowatt hodina
MEŘO	metylester řepného oleje
MgO	oxid manganatý
MJ	megajoule
Mn	mangan
MnCl ₂ .5 H ₂ O	pentahydrát chloridu manganatého
Mn(NO ₃) ₂ .6 H ₂ O	hexahydrát dusičnanu manganatého
MnSO ₄ .4 H ₂ O	tetrahydrát síranu manganatého
MW	megawatt
N	dusík
Na ₂ O	oxid dusný
O1	kategorie paliva z biomasy pro čisté spalování
OECD	Organizace pro hospodářskou spolupráci a

	rozvoj (Organisation for Economic Co-operation and Development)	
OZE	obnovitelné zdroje energie	
P1	kategorie paliva z biomasy pro paralelního spalování s fosilními palivy	účely
P ₂ O ₅	oxid fosforečný	
RRD	rychle rostoucí dřeviny	
S1	kategorie paliva z biomasy pro společného spalování s fosilními palivy	účely
t	tuna	
TTP	trvalé travní porosty	
Zn	zinek	

Úvod

V současnosti je celosvětově v oblasti energetiky zaznamenáván rostoucí zájem o využívání rostlinné biomasy. K dispozici jsou již určité výzkumné výsledky s jednotlivými zdroji biomasy ze zemědělské výroby i způsoby jejího energetického využití, včetně rámcového ekonomického hodnocení. Na tomto základě je možno kvalifikovaně kvantifikovat současné možné objemy produkce rostlinné biomasy ze zemědělské výroby pro energetické využití.

Evropská unie požaduje, aby v roce 2015 činil podíl obnovitelných zdrojů na spotřebě energie až 15 %. Potenciál rostlinné biomasy ze zemědělské výroby pro využití v energetice spočívá ve spalování rostlinné biomasy, využití rostlinné biomasy pro kapalné a plynné zdroje energie. Biomasa je prvním zdrojem energie, kterou člověk začal využívat. Dřevo a suchá tráva byli pravděpodobně prvními zdroji energie a teplo jeho první formou, kterou člověk nejdříve náhodně a poté systematicky začal využívat ve svůj prospěch. Biomasa v podobě dřevních či zemědělských odpadů a cíleně pěstovaných energetických rostlin představuje ve světové i naší energetice perspektivní primární zdroj energie.

Tato publikace byla vytvořena v rámci projektu **Podpora lokálního vytápění biomasou**, který je řešen díky spolufinancování ze strukturálních fondů Evropské územní spolupráce, program Přeshraniční spolupráce Slovenská republika – Česká republika 2007 – 2013.

1 Zdroje biomasy a její energetické využití

Obnovitelné zdroje energie hrají stále důležitější roli v energetické politice vyspělých států. Obnovitelnými zdroji energie lze částečně nahradit fosilní paliva a tím snížit emise skleníkových plynů. V poslední době se čím dál více hovoří o energetické bezpečnosti. Většina vyspělých zemí je závislá na dovozu primárních energetických zdrojů a to velice často z ekonomicky či politicky nestabilních zemí. Tato skutečnost vytváří rizika spojená s energetickou bezpečností. Obnovitelné zdroje tedy představují alespoň částečné řešení tohoto problému, jelikož se jedná především o místně dostupné zdroje.

Rozvoj využívání obnovitelných zdrojů s sebou přináší i řadu dalších otázek souvisejících s technologiemi jejich užití, omezeními spojenými s podstatou obnovitelných zdrojů, jako je závislost na vnějších přírodních podmínkách,

s postupy pěstování biomasy a jejím potenciálem, apod. Biomasa je z hlediska potenciálu pro Českou republiku jedním z nejperspektivnějších z obnovitelných zdrojů energie a to jak pro výrobu tepla, tak i pro výrobu elektřiny. Její využití je technicky zvládnuto a není spojeno s problémy s nestabilitou dodávek přírodního charakteru, jako je tomu u jiných typů energií (vodní, sluneční, větrné). Stabilitu dodávek biomasy lze zvýšit jejím současným využíváním spolu s dalšími neobnovitelnými zdroji. Hlavním a zároveň obtížně překonatelným omezením pro využití biomasy je její množství na trhu a dopravní dostupnost.

Zdrojem biomasy jsou v současnosti především zbytkové nebo odpadní hmoty, např. sláma obilnin, dřevní štěpka či zbytky z dřevozpracujícího průmyslu. S předpokládaným vývojem ve využívání biomasy potenciál zbytkové a odpadní biomasy není zcela dostačující. Proto je nutné, aby byl v budoucnu zajištěn dostatek biomasy prostřednictvím cíleně pěstovaných energetických plodin. V současné době se začíná rozšiřovat pěstování rostlin za účelem produkce biomasy na energetické využití, pro výrobu pevných, kapalných či plyných biopalivo. Již bylo vytipováno a odzkoušeno okolo 150 rostlinných druhů jako potenciální zdroj pro energetické využití. Pokud pomineme využití jednoletých zemědělských plodin (obilí, řepka, kukuřice), je pouze několik druhů z testovaných bylin a dřevin pěstováno v plantážích. Jednoleté rostliny mají určitou přednost a to, že jsou určeny pro rychlou produkci a jejich setí a sklizeň se provádí pomocí běžné zemědělské techniky (což je možné také u většiny vytrvalých rostlin). Obecně se plodiny sledují z několika hledisek. Jedním z nejdůležitějších hledisek je poměr vložené a získané energie, který pro víceleté rostliny vychází výrazně lépe než pro rostliny jednoleté.

Pro založení plantáže je důležitý výběr vhodných rostlin. Výběr vhodných druhů je určován mnoha faktory, např. půdně-klimatickými podmínkami, způsobem využití, pěstební technologií včetně sklizně a dopravy apod. Dále je nezbytné porovnání výnosů s náklady na pěstování a výrobu energie. U dřevin je zatím nejvíce rozšířeno pěstování tzv. výmladkových plantáží vrb a topolů často označovaných jako rychle rostoucí dřeviny. Výmladkové plantáže lze oproti běžnému způsobu pěstování dřevin možno sklízet opakovaně ve velmi krátkém cyklu (obmytí 2-8 let). Našim podmínkám nejlépe vyhovují vybrané odrůdy a klony topolů a vrb. Z jednoletých nebo víceletých rostlin připadají v úvahu pro pěstování některé druhy trav a vytrvalých rostlin rodů *Miscanthus*, *Phalaris*, *Phragmites*, *Sorghum*, *Rumex* apod. Tyto rostliny jsou převážně víceleté a u některých se prvním rokem musí vynaložit značné náklady při zakládání porostu. Plné využití připadá v úvahu až druhým nebo třetím rokem. Doba sklizně závisí na způsobu využití rostlin (bioplyn, spalování). Vhodná sklizeň rostlin určených na spalování je

obvykle v zimě nebo brzy na jaře, kdy mají uschlé rostliny nejmenší vlhkost (kolem 15-22 %). Rostliny určené pro výrobu bioplynu je vhodné sklízet zelené s nízkým obsahem sušiny několikrát ročně.

Pro energetické účely lze vhodně využít také lesní těžební zbytky. Lesními těžebními zbytky nazýváme části stromů nevyužité při výrobě kulatinových sortimentů v rámci předmýtních a mýtních těžeb. V posledních letech jsou těžební zbytky považovány za jeden z obnovitelných zdrojů energie, které lze v ČR mobilizovat, především pro energetické využití [1].

1.1 Biomasa využitelná k energetickým účelům

Biomasu můžeme rozdělit do pěti základních skupin:

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

Biomasu vhodnou pro výrobu energie je možno podle způsobu jejího vzniku rozdělit na následující skupiny:

- zbytková biomasa,
- recyklovaná biomasa z výrobků po ukončení jejich životnosti,
- záměrně produkovaná biomasa.

1.1.1 Zbytková biomasa

Rostlinné odpady

Zemědělské sklizňové zbytky, zejména obilná a řepková sláma, má široké uplatnění. Pro energetické využití se u nás uplatňuje v zemědělských podnicích, ale také při vytápění vesnic nebo částí měst. Častou námitkou proti spalování slámy je argument, že veškerá sláma, která v daném roce na polích narostla, musí přijít zpátky do půdy jako hnojivo. Ve skutečnosti je ve slámě velmi málo živin (např. dusíku méně než 1 %). V současnosti zaorání slámy za účelem obohacení půdy humusem má význam jen na těžších půdách, jinak jen při současném hnojení kejdou nebo jiným dusíkatým hnojivem. Bakterie, které rozkládají slámu, si potřebný dusík berou z půdní zásoby. Po jejich zániku mizí část dusíku v atmosféře, podobně jako CO₂ ze spálené slámy. Proto přiměřené využití slámy jako paliva, výhledově přibližně do 50 % (tj. 2 - 4 t suš./ha/rok), nemůže ohrozit úrodnost půdy [3].

Řepková sláma se svou výhřevností 15 – 17,5 GJ/t se přibližuje lepším druhům hnědého uhlí. Není pro ni prakticky jiné využití než v energetice. Pro živočišnou výrobu ani pro zaorání není příliš vhodná. Dalšími využitelnými rostlinnými odpady je kukuřičná sláma, seno, zbytky po likvidaci křovin a náletových dřevin, odpady ze sadů a vinic, odpady ze zeleně a travnatých ploch.

Lesní těžební zbytky

Zdrojem je odpadní dřevní biomasa z výchovných a mýtních těžeb v lesních porostech. Přesto, že její potenciál je vysoký, je v současné době téměř veškerý ekonomicky dostupný potenciál využíván pro spalování. Existuje však otázka, zda odebráním nehroubí nedochází k porušení koloběhu živin a prvků v ekosystému hospodářského lesa. Zatím však existuje málo vědeckých poznatků, které by vyvrátily nebo potvrdily tuto otázku, zejména v závislosti na různých půdních podmínkách. Je však potvrzeno, že část koloběhu živin a tvorba humusu probíhá v každoročním opadu listů, jehlic a drobných větvíček.

Organické odpady z průmyslové výroby

Nejčastějším zdrojem bývají pilařské a dřevozpracující provozy, které často jako odpadní produkt poskytují piliny, odřezky, hobliny a kůru. Tato forma biomasy, zejména z velkých zdrojů, začíná být téměř celá využita pro výrobu biopaliva – lisovaných dřevních pelet a briket [3].

1.1.2 Záměrně produkovaná biomasa

Záměrně produkovaná biomasa, především porosty tzv. energetických rostlin, se řadí k poměrně novým zdrojům biomasy. Tímto termínem jsou označovány botanické druhy dřevin, trvalek a bylin, jejich kultivary a odrůdy, přírodní a záměrní kříženci [3]. Jejich růst a zejména objemové produkce (tuny sušiny/ha/rok) při intenzivním pěstování výrazně převyšuje průměrné hodnoty ostatních plodin ve sledované oblasti.

Energetické rostliny nedřevnaté

Jejich hlavní předností je, že dosahují vysokých výnosů a dají se sklízet běžnými sklizňovými stroji a jsou víceleté. Patří zde šťovík, ozdobnice, srha laločnatá, lesknice rákosovitá, sveřep bezbranný a ovsík vyvýšený. Všechny tyto plodiny se liší od potravinářských tím, že jsou pěstovány pro výnos hmoty ne pro výnos živin.

Energetické dřeviny

Tyto tzv. rychle rostoucí dřeviny, případně klony dřevin, které jsou schopné vysokého výnosu nadzemní biomasy v krátkém obmytí 3 – 6 let a životností 20 – 35 let. Jejich růst, zejména objemová produkce (t/ha/rok) v prvních letech nebo po opakovaném seříznutí výrazně převyšuje průměrné hodnoty ostatních dřevin. Pro rychle rostoucí dřeviny jsou považovány za nadprůměrné výnosy od 8 – 10 t sušiny/ha/rok a za vynikající nad 15 tun sušiny/ha/rok v průměru za celou dobu existence plantáže. Dalšími vlastnostmi rychle rostoucích dřevin je rychlý terminální růst v prvních letech po výsadbě, což v podmínkách ČR znamená okolo 70 cm/rok a snadné zakládání porostů zejména vegetativním způsobem (řízky nebo pruty) [3].

1.2 Potenciál biomasy

Biomasa představuje ve střední Evropě jeden z nejdůležitějších obnovitelných zdrojů energie. Představuje značný nevyužitý potenciál vzhledem k tomu, že ji lze využít pro různé formy energie, ať už pro elektrickou nebo pro výrobu tepla, či stále více preferovanou kombinovanou výrobu, tak i pro výrobu pohonných hmot. Biomasu lze snadno skladovat a na rozdíl od větrné či solární energie je také poměrně stálým zdrojem energie. Biomasa představuje důležitý nástroj jak pro snižování emisí skleníkových plynů, tak i pro zvyšování podílu obnovitelných zdrojů na spotřebě primárních energetických zdrojů a snižování závislosti na dovozu primárních energetických zdrojů z oblastí mimo EU. Převážná část výroby elektřiny z biomasy je v současnosti zajišťována spalováním biomasy s uhlím ve větších teplárenských nebo elektrárenských kotlích, především s fluidním nebo roštovým ohništěm. V roce 2009 bylo k výrobě elektřiny využito celkem 1 063 913 t biomasy, což odpovídá cca 9 043 261 GJ energie obsažené v biomase. Z toho bylo využito 664 955 t dřevního odpadu a štěpky, 242 229 t celulózových výluhů, 55 815 t rostlinné hmoty, 93 774 t pelet a briket z rostlinných materiálů [68].

Mezi pozitivní faktory zvyšování produkce biomasy v ČR ke možné začlenit problematiku tzv. marginálních zemědělských půd, což jsou půdy s nižším produkčním potenciálem z hlediska konvenční zemědělské produkce, které lze využít k záměrnému pěstování biomasy. Česká republika má v porovnání s průměrem EU vysoké zornění půdy a zemědělská půda pokrývá polovinu rozlohy státu. Velká část zemědělské půdy navíc leží v horských a podhorských oblastech s členitým kopcovitým terénem a tvrdými klimatickými podmínkami, kde v dnešní době není intenzivní zemědělská výroba ekonomicky efektivní. Koncem 90. let došlo k nárůstu rozlohy

neobdělávaných ploch, které jsou vhodné pro pěstování energetických plodin. Pro možné cílené pěstování lze také využít plochy, které nejsou vhodné pro potravinářskou produkci. Po katastrofálních záplavách v roce 1997 a 2002 se vyskytla další možnost pro zakládání výmladkových plantáží rychle rostoucích dřevin na nově vzniklých náplavách a sedimentech, které nejsou pro klasickou rostlinnou výrobu vhodné.

Zemědělská biomasa je bezesporu nejkomplexnější složkou potenciálu biomasy ČR (Tabulka 1, Tabulka 2, Tabulka 3, Tabulka 4). Využití fytomasy pěstované na zemědělské půdě splňuje podmínky vyplývající z restrukturalizace našeho zemědělství a to substituci potravinářských komodit alternativními technickými nebo energetickými plodinami. Další efekty produkce alternativních plodin spočívají v zajištění energetické soběstačnosti venkovského prostoru, zvýšení atraktivnosti obcí a regionální spotřebě vyprodukovaných finančních zdrojů. Je ale nutno vyřešit relativně náročnou logistiku s návazností na tradiční zemědělskou výrobu a velké množství a rozmanitost zpracovatelských technologií. Pro energetickou konverzi lze jednak využít část vedlejších zemědělských produktů (sláma olejnin, obilovin), kterých je díky snižování stavu skotu dostatek, či nespotřebovanou část sena vzniklou při údržbě luk a pastvin. Možná je také produkce cíleně pěstovaných energeticky využitelných plodin, kterými mohou být ozimé a jarní plodiny pěstované k nepotravinářským účelům (obiloviny, kukuřice, olejnin a prádlné rostliny) a také RRD pěstované na zemědělské půdě (vrba, topol, akát). Z hlediska ekonomické efektivity jsou také vhodné cíleně pěstované energetické plodiny jednoleté (hořčice, světlice, laskavec, konopí seté) nebo víceleté (topinambur, křídlatka, šťovík) a energetické trávy (ozdobnice, rákos, chrastice, psineček) [35].

Rozhodnutí aktivnímu využívání cíleného pěstování biomasy by měla předcházet podrobná analýza potenciálu biomasy pro zvažované území. Tyto studie jsou často řešeny jako součást energetické koncepce jednotlivých krajů, případně slouží jako inspirace pro strategické rozhodování starostů, podnikatelů či zemědělců. Dostupný a případně ekonomicky využitelný potenciál biomasy pro energetické využití a podíl jednotlivých forem biomasy v České republice bude zřejmě ještě dlouho diskutovaným tématem na mnoha úrovních. Analýzy prováděné v posledních deseti letech se od sebe lišily použitou metodikou, zadáním i výsledky a to jak v absolutním množství, tak v rozdělení mezi hlavní zdroje a jejich rozložení na území státu. Tato metodologická nejednotnost mohla ovlivnit kvalitu hodnocení potenciálu biomasy v krajských energetických koncepcích státní energetické koncepce [3].

Tabulka 1a Potenciál biomasy v krajích ČR v roce 2006 při variantě – konvenční zemědělství na veškeré orné půdě a trvalých travních porostech (ŽV – živočišná výroba) [3]

Kraj	Druh biomasy	Potenciál biomasy v t	Potenciál biomasy v GJ
Jihočeský	obilná sláma	650 877	10 218 764
	spotřeba ŽV	212 300	3 333 103
	zbytková obilná sláma	438 577	6 885 661
	řepka	80 962	1 416 836
Jihomoravský	obilná sláma	827 275	12 988 218
	spotřeba ŽV	74 848	1 175 110
	zbytková obilná sláma	752 427	11 813 108
	řepka	38 225	668 940
Karlovarský	obilná sláma	81 154	1 274 120
	spotřeba ŽV	42 143	661 652
	zbytková obilná sláma	39 011	612 468
	řepka	9 450	165 383
Královehradecký	obilná sláma	447 344	7 023 294
	spotřeba ŽV	108 780	1 707 841
	zbytková obilná sláma	338 564	5 315 453
	řepka	49 537	866 901
Liberecký	obilná sláma	114 590	1 799 070
	spotřeba ŽV	46 725	733 582
	zbytková obilná sláma	67 865	1 065 487
	řepka	12 053	210 934
Moravskoslezský	obilná sláma	318 291	4 997 163
	spotřeba ŽV	83 493	1 310 835
	zbytková obilná sláma	234 798	3 686 328
	řepka	36 045	630 780
Olomoucký	obilná sláma	492 128	7 726 417
	spotřeba ŽV	94 092	1 477 248
	zbytková obilná sláma	398 036	6 249 169
	řepka	40 924	716 169

Tabulka 1b Potenciál biomasy v krajích ČR v roce 2006 při variantě – konvenční zemědělství na veškeré orné půdě a trvalých travních porostech (ŽV – živočišná výroba) [3]

Kraj	Druh biomasy	Potenciál biomasy v t	Potenciál biomasy v GJ
Pardubický	obilná sláma	430 697	6 761 942
	spotřeba ŽV	118 969	1 867 811
	zbytková obilná sláma	311 728	4 894 131
	řepka	50 222	878 878
Plzeňský	obilná sláma	507 127	7 961 901
	spotřeba ŽV	158 205	2 483 820
	zbytková obilná sláma	348 922	5 478 081
	řepka	65 830	1 152 018
Středočeský + Praha	obilná sláma	1 322 195	20 758 460
	spotřeba ŽV	154 685	2 428 558
	zbytková obilná sláma	1 167 510	18 329 902
	řepka	128 774	2 253 539
Ústecký	obilná sláma	429 775	6 747 461
	spotřeba ŽV	45 059	707 433
	zbytková obilná sláma	384 715	6 040 028
	řepka	16 935	296 366
Vysočina	obilná sláma	585 717	9 195 756
	spotřeba ŽV	203 504	3 195 018
	zbytková obilná sláma	382 213	6 000 738
	řepka	71 291	1 247 596
Zlínský	obilná sláma	245 019	3 846 795
	spotřeba ŽV	68 640	1 077 645
	zbytková obilná sláma	176 379	2 769 150
	řepka	20 001	350 020

Tabulka 2a Energetický potenciál biomasy z konvenčního zemědělství v krajích ČR v roce 2006 při variantě – konvenční zemědělství na veškeré orné půdě a trvalých travních porostech (TTP) [3]

Kraj	Druh biomasy	[t]	Kraj	Druh biomasy	[t]
Jihočeský	využití pro spalování		Liberecký	využití pro spalování	
	zbytková obilná sláma	440 324		zbytková obilná sláma	71 153
	řepka	80 962		řepka	12 053
	celkem	521 286		celkem	83 207
	využití pro bioplyn			využití pro bioplyn	
	kukuřice na siláž	-81 792		kukuřice na siláž	-93 569
	TTP	2 559 728		TTP	952 852
celkem	2 477 936	celkem	859 283		
Jihomoravský	využití pro spalování		Moravskoslezský	využití pro spalování	
	zbytková obilná sláma	753 953		zbytková obilná sláma	234 619
	řepka	38 225		řepka	36 045
	celkem	792 179		celkem	270 664
	využití pro bioplyn			využití pro bioplyn	
	kukuřice na siláž	171 712		kukuřice na siláž	-134 332
	TTP	281 745		TTP	1 322 802
celkem	453 457	celkem	1 188 470		
Středočeský + Praha	využití pro spalování		Vysočina	využití pro spalování	
	zbytková obilná sláma	1 169 652		zbytková obilná sláma	381 361
	řepka	128 774		řepka	71 291
	celkem	1 298 426		celkem	452 652
	využití pro bioplyn			využití pro bioplyn	
	kukuřice na siláž	307 620		kukuřice na siláž	-2 999 590
	TTP	961 087		TTP	1 250 524
celkem	1 268 708	celkem	900 935		

Tabulka 2b Energetický potenciál biomasy z konvenčního zemědělství v krajích ČR v roce 2006 při variantě – konvenční zemědělství na veškeré orné půdě a trvalých travních porostech (TTP) [3]

Kraj	Druh biomasy	[t]	Kraj	Druh biomasy	[t]
Karlovarský	využití pro spalování		Olomoucký	využití pro spalování	
	zbytková obilná sláma	39 590		zbytková obilná sláma	399 614
	řepka	9 450		řepka	40 924
	celkem	49 040		celkem	440 538
	využití pro bioplyn			využití pro bioplyn	
	kukuřice na siláž	-155 442		kukuřice na siláž	-56 408
	TTP	1 000 872		TTP	894 932
	celkem	845 430		celkem	838 524
Královhradecký	využití pro spalování		Pardubický	využití pro spalování	
	zbytková obilná sláma	339 433		zbytková obilná sláma	312 501
	řepka	49 537		řepka	50 222
	celkem	388 970		celkem	362 723
	využití pro bioplyn			využití pro bioplyn	
	kukuřice na siláž	-43 499		kukuřice na siláž	-67 987
	TTP	1 059 023		TTP	849 784
	celkem	1 015 524		celkem	781 797
Plzeňský	využití pro spalování		Zlínský	využití pro spalování	
	zbytková obilná sláma	352 725		zbytková obilná sláma	177 297
	řepka	65 830		řepka	20 001
	celkem	418 555		celkem	197 299
	využití pro bioplyn			využití pro bioplyn	
	kukuřice na siláž	-28 930		kukuřice na siláž	-164 434
	TTP	1 721 035		TTP	745 597
	celkem	1 692 105		celkem	728 963
Ústecký	využití pro spalování				
	zbytková obilná sláma	385 220			
	řepka	16 935			
	celkem	402 155			
	využití pro bioplyn				
	kukuřice na siláž	18 780			
TTP	902 211				
celkem	920 991				

Tabulka 3a Potenciál biomasy v krajích ČR v roce 2006 při variantě – energetické plodiny na 10 % rozlohy orné půdy a 2 % rozlohy trvalých travních porostů (TTP), (ŽV – živočišná výroba) [3]

Kraj	Druh biomasy	Potenciál biomasy v t	Potenciál biomasy v GJ	Kraj	Druh biomasy	Potenciál biomasy v t	Potenciál biomasy v GJ
Jihočeský	obilná sláma	589 295	9 251 938	Liberecký	obilná sláma	103 309	1 621 957
	spotřeba ŽV	212 300	3 333 103		spotřeba ŽV	46 725	733 582
	zbytková obilná sláma	376 996	5 918 835		zbytková obilná sláma	56 584	888 375
	řepka	73 365	1 283 893		řepka	109 914	190 988
	kukuřice na siláž	1 036 274	4 663 234		kukuřice na siláž	123 211	554 448
	TTP	2 487 281	8 208 027		TTP	926 966	3 058 987
Jihomoravský	obilná sláma	748 192	11 746 612	Moravskoslezský	obilná sláma	287 726	4 517 295
	spotřeba ŽV	74 848	1 175 110		spotřeba ŽV	83 493	1 310 835
	zbytková obilná sláma	673 344	10 571 503		zbytková obilná sláma	204 233	3 206 460
	řepka	34 553	604 676		řepka	32 570	569 967
	kukuřice na siláž	548 952	2 470 282		kukuřice na siláž	301 292	1 355 815
	TTP	273 137	901 350		TTP	1 283 124	4 234 308
Karlovarský	obilná sláma	73 058	1 147 014	Olomoucký	obilná sláma	445 325	6 991 599
	spotřeba ŽV	42 143	661 652		spotřeba ŽV	94 092	1 477 248
	zbytková obilná sláma	30 915	485 362		zbytková obilná sláma	351 233	5 514 351
	řepka	8 539	149 441		řepka	37 086	649 003
	kukuřice na siláž	42 022	189 099		kukuřice na siláž	455 154	2 048 193
	TTP	972 728	3 210 002		TTP	868 280	2 865 323
Královhradecký	obilná sláma	404 602	6 352 248	Pardubický	obilná sláma	389 380	6 113 272
	spotřeba ŽV	108 780	1 707 841		spotřeba ŽV	118 969	1 867 811
	zbytková obilná sláma	295 822	4 644 407		zbytková obilná sláma	270 412	4 245 461
	řepka	45 046	788 311		řepka	45 425	794 937
	kukuřice na siláž	536 314	2 413 413		kukuřice na siláž	572 203	2 574 915
	TTP	1 029 870	3 398 569		TTP	826 238	2 726 584

Tabulka 3b Potenciál biomasy v krajích ČR v roce 2006 při variantě – energetické plodiny na 10 % rozlohy orné půdy a 2 % rozlohy trvalých travních porostů (TTP), (ŽV – živočišná výroba) [3]

Kraj	Druh biomasy	Potenciál biomasy v t	Potenciál biomasy v GJ
Plzeňský	obilná sláma	489 441	7 213 231
	spotřeba ŽV	158 205	2 483 820
	zbytková obilná sláma	301 236	4 729 410
	řepka	59 681	1 044 410
	kukuřice na siláž	784 177	3 528 798
	TTP	1 669 800	5 510 341
Středočeský + Praha	obilná sláma	1 195 792	18 773 942
	spotřeba ŽV	154 685	2 428 558
	zbytková obilná sláma	1 041 107	16 345 384
	řepka	116 583	204 025
	kukuřice na siláž	1 083 684	4 876 577
	TTP	933 446	3 080 371
Ústecký	obilná sláma	388 247	6 095 484
	spotřeba ŽV	45 059	707 433
	zbytková obilná sláma	343 188	5 388 051
	řepka	15 305	267 839
	kukuřice na siláž	224 946	1 012 256
	TTP	877 998	2 867 393
Vysočina	obilná sláma	529 604	8 314 779
	spotřeba ŽV	203 504	3 195 018
	zbytková obilná sláma	326 099	5 119 761
	řepka	64 407	1 127 115
	kukuřice na siláž	871 152	3 920 183
	TTP	1 214 962	4 009 375
Zlínský	obilná sláma	221 138	3 471 870
	spotřeba ŽV	68 640	1 077 645
	zbytková obilná sláma	152 498	2 394 225
	řepka	18 084	316 462
	kukuřice na siláž	301 677	1 357 547
	TTP	722 140	2 383 063

Tabulka 4a Energetický potenciál biomasy z konvenčního zemědělství v krajích ČR v roce 2006 při variantě – energetické plodiny na 10 % rozlohy orné půdy a 2 % rozlohy trvalých travních porostů [3]

Kraj	Druh biomasy	[t]	Kraj	Druh biomasy	[t]
Jihočeský	využití pro spalování		Liberecký	využití pro spalování	
	zbytková obilná sláma	378 743		zbytková obilná sláma	59 872
	řepka	73 365		řepka	10 914
	RRD na orné i TTP	70 203		RRD na orné i TTP	18 738
	ozdobnice, šťovík, ...	104 422		ozdobnice, šťovík, ...	16 186
	využití pro bioplyn			využití pro bioplyn	
	kukuřice na siláž	-192 503		kukuřice na siláž	-106 977
	TTP	2 487 281		TTP	926 966
srha, ovsík, svehřep	73 084	srha, ovsík, svehřep	16 903		
Jihomoravský	využití pro spalování		Moravskoslezský	využití pro spalování	
	zbytková obilná sláma	674 870		zbytková obilná sláma	204 054
	řepka	34 553		řepka	32 570
	RRD na orné i TTP	48 779		RRD na orné i TTP	44 813
	ozdobnice, šťovík, ...	92 224		ozdobnice, šťovík, ...	55 895
	využití pro bioplyn			využití pro bioplyn	
	kukuřice na siláž	112 263		kukuřice na siláž	-165 377
	TTP	273 137		TTP	1 283 124
srha, ovsík, svehřep	127 883	srha, ovsík, svehřep	44 355		
Karlovarský	využití pro spalování		Olomoucký	využití pro spalování	
	zbytková obilná sláma	31 494		zbytková obilná sláma	352 811
	řepka	7 539		řepka	37 086
	RRD na orné i TTP	19 922		RRD na orné i TTP	44 708
	ozdobnice, šťovík, ...	21 531		ozdobnice, šťovík, ...	75 650
	využití pro bioplyn			využití pro bioplyn	
	kukuřice na siláž	-160 191		kukuřice na siláž	-104 064
	TTP	972 728		TTP	868 280
srha, ovsík, svehřep	17 304	srha, ovsík, svehřep	70 848		
Královhradecký	využití pro spalování		Pardubický	využití pro spalování	
	zbytková obilná sláma	296 691		zbytková obilná sláma	271 185
	řepka	45 046		řepka	45 425
	RRD na orné i TTP	39 347		RRD na orné i TTP	38 774
	ozdobnice, šťovík, ...	70 779		ozdobnice, šťovík, ...	65 939
	využití pro bioplyn			využití pro bioplyn	
	kukuřice na siláž	-101 664		kukuřice na siláž	-131 438
	TTP	1 029 870		TTP	826 238
srha, ovsík, svehřep	62 579	srha, ovsík, svehřep	64 780		

Tabulka 4b Energetický potenciál biomasy z konvenčního zemědělství v krajích ČR v roce 2006 při variantě – energetické plodiny na 10 % rozlohy orné půdy a 2 % rozlohy trvalých travních porostů [3]

Kraj	Druh biomasy	[t]	Kraj	Druh biomasy	[t]
Plzeňský	využití pro spalování		Zlínský	využití pro spalování	
	zbytková obilná sláma	305 039		zbytková obilná sláma	153 417
	řepka	59 681		řepka	18 084
	RRD na orné i TTP	58 932		RRD na orné i TTP	28 367
	ozdobnice, šťovík, ...	79 177		ozdobnice, šťovík, ...	42 399
	využití pro bioplyn			využití pro bioplyn	
	kukuřice na siláž	-115 039		kukuřice na siláž	-49 037
	TTP	1 669 800		TTP	722 140
srha, ovsík, svehřep	63 805	srha, ovsík, svehřep	36 509		
Středočeský + Praha	využití pro spalování		Ústecký	využití pro spalování	
	zbytková obilná sláma	1 043 250		zbytková obilná sláma	343 693
	řepka	116 583		řepka	15 305
	RRD na orné i TTP	101 270		RRD na orné i TTP	27 263
	ozdobnice, šťovík, ...	189 494		ozdobnice, šťovík, ...	43 083
	využití pro bioplyn			využití pro bioplyn	
	kukuřice na siláž	189 462		kukuřice na siláž	-6 212
	TTP	933 445		TTP	877 998
srha, ovsík, svehřep	182 176	srha, ovsík, svehřep	51 849		
Vysočina	využití pro spalování				
	zbytková obilná sláma	325 248			
	řepka	64 407			
	RRD na orné i TTP	55 468			
	ozdobnice, šťovík, ...	93 268			
	využití pro bioplyn				
	kukuřice na siláž	-396 412			
	TTP	1 214 962			
srha, ovsík, svehřep	84 448				

Stanovení potenciálu zemědělské půdy vychází z principu udržitelnosti využití zemědělské půdy, zohledňuje potravinovou soběstačnost ČR a bere v úvahu požadavky na ochranu proti erozi, hledisko environmentální, vlivy klimatické a úrodnost půdy podle její bonity. Erozně ohroženou plochu předpokládá Akční plán pro biomasu pouze pro pěstování energetických plodin, které mají protierozní účinky. Postup určení ploch pro možné energetické využití vychází z celkového zemědělského půdního fondu ČR. Ze zohlednění potřeby půdního fondu pro zabezpečení potravinové bezpečnosti země pak vyplynula zbývající disponibilní zemědělská plocha včetně trvalých travních porostů. Její energetické využití vymezuje půdní potřebu pro zajištění 10 % podílu biopaliv v pohonných hmotách a k efektivní výrobě kombinace různých druhů biomasy pro výrobu bioplynu a přímého spalování [55].

Disponibilní plocha pro produkci biomasy při zachování soběstačnosti v oblasti potravinářské a krmivářské produkce se může měnit jak rostoucím tak i klesajícím směrem. Dlouhodobě převládají ve vývoji zemědělství spíše pozitivní trendy (intenzifikace, zvyšování výnosů apod.), proto lze uvedené disponibilní plochy půdy považovat za reálné. Ve střednědobém horizontu po roce 2020 může těmito intenzifikačními vlivy dojít při zachování stejné míry potravinové soběstačnosti k případnému uvolnění ploch pro biomasu o 10 – 15 %.

Součástí stanovení potenciálu jsou také vedlejší produkty zemědělské prvovýroby, především exkrementy hospodářských zvířat, sláma obilovin a řepky, vedlejší produkty ze zpracování zemědělských komodit (např. z výroby biopaliv, produkty z čištění obilí apod.). Nedílnou součástí celkového energetického potenciálu biomasy je vedle potenciálu zemědělské biomasy i potenciál lesní dendromasy. Do lesní dendromasy jsou zahrnuty lesní těžební zbytky s využitím ve formě štěpky převážně pro teplárenství a elektroenergetiku a zbytky ze dřevozpracujícího průmyslu s částečným využitím pro vlastní potřebu.

Celkový odhad energetického potenciálu biomasy byl v Akčním plánu pro biomasu stanoven na 168 – 226 PJ, bez započtení palivového dřeva spotřebovaného v domácnostech (odhaduje se na 17 PJ). Tomu odpovídá zemědělská plocha celkem 680 tis. ha orné půdy a 440 tis. ha trvalých travních porostů [36]. Energetický potenciál biomasy je uváděn v rozptylu hodnot, který reflektuje budoucí nejistoty v oblastech produkce biomasy, nových technologií využití biomasy a možných změn klimatu. Přesto naznačený rozptyl potenciálu umožňuje rámcově definovat postavení biomasy jako významné energetické suroviny se střednědobě mírně vrůstajícím rozvojovým potenciálem do roku 2020. Celkový produkční

potenciál ČR není dosud plně využit, přesto je nutné v nejbližší budoucnosti využití biomasy zefektivnit pomocí řady agrotechnických, technologických a organizačních opatření v úrovních produkce a logistiky biomasy, výroby a spotřeby energie. Současně musí být využívání biomasy pro energetické účely udržitelné a stabilní i v kontextu s platnými požadavky ČR a EU.

V odborné literatuře a zpracovaných studiích potenciálu obnovitelných zdrojů energie se objevuje mnoho stupňů nebo typů potenciálu, které jsou definovány nejčastěji mírou omezení pro jeho využití, které byly pro vyhodnocení použity. V případě biomasy stojí na vrcholu potenciál, který je omezen jen rozlohou oblasti a produkčními podmínkami ekosystémů. Na druhé straně je potom potenciál, který je komerčně využitelný v aktuálních ekonomických podmínkách. Jednotlivé úrovně potenciálu biomasy lze definovat takto [3].

Technický potenciál

Technický potenciál lze chápat jako množství energie, které je možno z obnovitelného zdroje získat technickými prostředky, které jsou k dispozici. Jedná se o teoretický potenciál, ve kterém je množství zdroje omezeno pouze technickými bariérami, tzn. rozlohou oblasti (lesní a zemědělské půdy) a produkčními podmínkami, které jsou charakterizovány zejména sumou teplot, srážek a částečně také úrodností půdy. Stanovený teoretický potenciál nemá praktické využití, ale bývá mezistupněm pro stanovení dostupného potenciálu.

Dostupný potenciál

Dostupným potenciálem rozumíme technický potenciál, jehož zdroje jsou dále omezeny environmentálními, administrativními, legislativními, technickými bariérami a dalšími jinými omezeními. Příkladem jsou omezení pro využití biomasy na zvláště chráněných územích, v pásmech hygienické ochrany, apod. Tato omezení jsou relativně snadno definovatelná v prostoru a čase, např. pomocí map.

Využitelný potenciál

Využitelný potenciál je dostupný potenciál, který je omezen využitím přírodního zdroje pro jiné účely než pro energetické, jako je např. využití zemědělské půdy pro produkci potravin, surovin atd. Tyto bariéry jsou již hůře definovatelné, zejména pro velké územní celky a proto se jejich rozsah

nebo časový vliv řeší pomocí vhodných metodických postupů využívajících relativních hodnot a expertních odhadů.

Ekonomicky využitelný – komerční potenciál

Komerční potenciál je potenciál biomasy, který je využitelný v komerčně aktuálních ekonomických podmínkách. Za omezující podmínky se obvykle považují ekonomické, fiskální a legislativní podmínky, energetická politika státu, dostupnost zařízení, investiční a provozní náklady. Vychází se z využitelného potenciálu, který je dále komicky hodnocen metodikou minimální ceny pro efektivní technologie pěstování, sklizně resp. těžby a dopravy na definovanou vzdálenost [2].

1.3 Trendy a rizika ve využívání biomasy

Prosazení a plné uplatnění programu „fytoenergetiky“ není snadné, protože se promítá do několika resortů. Nejdůležitější je odbyt vyprodukované biomasy. Pěstitelé musí předem získat přehled o zařízení k využívání biomasy ve svém okolí, jako jsou biokotelný, briketárny či peletárny nebo takové zařízení postavit – nejlépe ve spolupráci s obcí či jinými subjekty. Velmi zajímavé a efektivní je využívání vypěstované biomasy přímo ve vlastním zemědělském podniku. V mnoha případech starý uhelný kotel na zemědělském středisku či obdobném provozu dosluhuje a je třeba ho nahradit. Jednou z vhodných variant je jeho náhrada za kotel na biomasu a palivo si pěstovat na poli. Někteří zemědělci již tento způsob úspěšně realizují. Celková výměra zemědělské půdy v České republice je přibližně 4 280 tis. ha, z čehož produkci, kterou může Česká republika spotřebovat jako potraviny, lze vypěstovat na ploše 2 700 tis. ha. Po odečtení marginálních půd (půdy nevhodné k zemědělské produkci) a dalších nevhodných oblastí, zůstává přibližně 500 tis. ha půdy, která se nachází v produkční oblasti a je využitelná pro intenzivní zemědělskou výrobu.

Zvyšování produkce biomasy vyžaduje rozšíření produkčních ploch nebo zvýšení intenzity výroby biomasy. Proto je nezbytný velký objem finančních investic, jejichž návratnost může být zpočátku riziková, neboť v současnosti získávání energie z biomasy (např. spalováním dřevních pelet) jen s obtížemi ekonomicky konkuruje klasickému spalování tradičních paliv - uhlí, zemního plynu. Problematické zůstává i využití zdrojů biomasy z hlediska vzdáleností a rozmístění zdrojů od spotřebitelů energie. To způsobuje komplikace s akumulací, transportem a distribucí získané energie. Jednou z cest jak v budoucnu vyjasnit situaci a zmírnit rizika využívání biomasy je přijetí kvalitní ekologické legislativy. Již přijatý Akční plán pro biomasu přispěl

ke sjednocení názoru na využívání potenciálu biomasy v ČR [70]. Přičemž je kladen důraz na vzájemnou koordinaci rozdílných strategií a plánů v jednotlivých sektorech, kde je biomasa využívána v souvislosti s potřebami potravinové bezpečnosti a principy udržitelného rozvoje. Neenergetické využívání biomasy bude nabývat na významu v závislosti na poptávce na trhu, neboť v tomto průmyslovém odvětví nejsou obvyklé dotace či pobídky. Zatímco v současnosti se zde zpracovává hlavně lesní a zbytková dřevní biomasa, do budoucna se bude zvyšovat podíl zemědělské biomasy. Je nutné dlouhodobě zachovávat a rozšiřovat stávající rozsah průmyslové výroby na bázi biomasy, především v papírenském průmyslu a průmyslu stavebních materiálů. Do budoucna je důležité sledovat trendy ve využívání biomasy s vyšší přidanou hodnotou, vyhledávat perspektivní a strategicky významné oblasti. Ty pak podporovat formou vědecko-výzkumných projektů s důrazem na aplikovaný výzkum a zapojení vysokých škol, průmyslových podniků a zemědělských subjektů.

Lze očekávat, že v příštích letech dojde k řadě změn v současném systému podpory výroby energie z obnovitelných zdrojů. Tyto změny budou vyžadovat také změny v chování výrobců energie z obnovitelných zdrojů, mělo by dojít k lepšímu a efektivnějšímu nakládání s vyrobenou elektřinou z obnovitelných zdrojů a k efektivnějšímu nakládání s podporou výroby této energie. Měl by být zaveden systém certifikace pěstování cíleně vysazované biomasy a to především pro účely výroby elektrické energie v kategorii O1, S1 a P1. Dále by v rámci certifikace měla být kontrolována produkce cíleně pěstované biomasy pro účely výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů a měla by být eliminována rizika podvodů vykazováním druhů biomasy.

Když se hovoří o rizicích spojených s využíváním biomasy pro energetické účely, je velmi často zmiňována potravinová bezpečnost (samostatnost) České republiky. Producenti a zpracovatelé nejsou schopni konkurovat na evropském trhu a domácí produkce neustále klesá, zatímco dovoz výrazně roste. Míra soběstačnosti, především u neregulovaných komodit, odráží do určité míry úroveň souhrnné rentability jejich výroby, ale také konkurenceschopnost navazujícího zpracovatelského odvětví. Z hlediska rostlinných komodit je Česká republika dlouhodobě soběstačná s výjimkou brambor, luskovin, jablek, zeleniny a vína. Samostatnou oblast problematiky tvoří cukrová řepa. Nejvyšší míru soběstačnosti zahrnují olejniny (řepka a mák) a obiloviny. Z živočišných komodit je republika dlouhodobě soběstačná v produkci mléka, hovězího a drůbežího masa, klesla míra soběstačnosti v produkci vajec a vepřového masa.

2 Základní charakteristiky pěstování a nároky vybraných energetických plodin

V následujícím výčtu rostlin jsou uvedeny druhy poskytující vysoký výnos suché hmoty a tudíž dostatek zdrojů pro fytopaliva. Jsou zde uvedeny druhy pěstované výhradně pro energii, ale rovněž takové, které jsou pěstovány především pro potravinářské účely, přičemž pro fytoenergetiku z nich lze pak využívat slámu či podobný vedlejší produkt, po oddělení hlavního produktu, zpravidla zrna. Cíleně pěstované energetické rostliny lze rozdělit na 2 hlavní skupiny:

Rychle rostoucí dřeviny

Pro energetické účely se pěstují rychle rostoucí dřeviny zpravidla na speciálních, k tomu účelu zakládaných plantážích. Z nejčastěji doručovaných druhů jsou pro naše podmínky nejjistější následující druhy:

- Topol - černý, balzámový, nebo i kříženci topolu černého a bavlínkového apod.
- Vrby – různé formy a kříženci

Nedřevnaté rostliny (byliny)

Rostliny bylinného charakteru, pěstované pro získávání energie, lze rozdělit na několik skupin. Z praktického hlediska se tyto rostliny dělí na jednoleté a víceleté či vytrvalé. Dále lze tyto rostliny členit podle botanického zařazení, např. na „energetické“ obiloviny, „energetické“ trávy a celou další velkou skupinu rostlin dvouděložných. Do této skupiny se pak řadí vzrůstné statné rostliny, zpravidla netradiční, z nichž některé byly dříve pěstovány jako plodiny zemědělské, nebo se jedná o rostliny okrasné, nebo i planě rostoucí. Hlavním kritériem jsou vysoké výnosy nadzemní hmoty.

Vedle spalování slámy se v celé Evropě objevuje trend spalování odpadního obilí, což je obilí, které nelze využít pro potravinářské účely, které nelze prodat, má nadměrný podíl určitých nežádoucích látek apod. Ve Skandinávii se obilí jako palivo používá již cca 20 let. Nejčastěji se v Evropě spaluje pšenice a oves. V USA je běžným palivem kukuřice. Kvalita obilí určeného pro spalování je ovlivněna především obsahem minerálů. Výhřevnost obilí může mít velké výkyvy a tím je následně ovlivněn i výkon kotle, který lze při spalování obilí dosáhnout. Nejvíce je výhřevnost závislá na výši lepku, příliš vysoký obsah lepku způsobuje "nehořlavost" obilí. Za energetické obilí považujeme takové, které má kromě jiných parametrů výhřevnost minimálně 15,5 MJ/kg [5]. Spalování obilí je náročnější než spalování dřevních pelet,

ale umožňuje využít surovinu, která by jinak mohla skončit jako odpad, bez ekonomického užítku. Obilí se doporučuje pro komfortní vytápění v automatických kotlích o výkonu od 12 do 200 kW. Toto palivo je možné svými vlastnostmi i cenou zařadit zhruba mezi dřevní a alternativní pelety.

Specifikace základních biopaliv

- balíky suchých stébelnin – standardní nízkotlaké (hmotnost 3-10 kg/ks) nebo vysokotlaké (hmotnost do 20 kg/ks), obří válcové (hmotnost 200-300 kg/ks, vhodné pro místní využití) či hranolové (hmotnost 300 – 500 kg/ks, vhodné pro dopravu na větší vzdálenosti),
- brikety ze stébelnin – suché drcené nebo na krátko (do 5 cm) řezané stébelniny (sláma obilnin, olejnin, travin, semena plevelů s obsahem vody 8-14 %) mechanicky pod velkým tlakem lisovaná do válečků či hranolů o průměru 40-100 mm a délky do 300 mm, s výhřevností 16-19 MJ/kg,
- dřevní pelety – suchá, čistá dřevní drť, piliny s obsahem vody 6-12 %, s malým podílem dřevního prachu, mechanicky velkým tlakem lisovaná do malých válečků o průměru 6-20 mm a délky 10-50 mm s výhřevností 16-18 MJ/kg,
- dřevní brikety – suchá, čistá dřevní drť, piliny a jemné hobliny s obsahem vody 6-12 %, mechanicky velkým tlakem lisovaná do malých válečků nebo hranolů o průměru 40-100 mm a délky do 300 mm s výhřevností 16-18 MJ/kg,
- pelety ze stébelnin – suché, drcené stébelniny (sláma obilnin, olejnin, travin, semena plevelů s obsahem vody 8-15 %) mechanicky pod velkým tlakem lisovaná do válečků o průměru 6-20 mm a délky 10-50 mm, s výhřevností 16-19 MJ/kg.

2.1 Topoly a vrby

Pro výmladkové plantáže rychle rostoucích dřevin (RRD), pěstované k produkci energetické biomasy na zemědělské půdě, se v našich podmínkách používají téměř výhradně vybrané klony a odrůdy topolů a vrb (Obrázek 1, Obrázek 2). Další druhy dřevin testované u nás nebo v podobných přírodních podmínkách (např. olše, jasan, akát aj.) se zatím do praxe neprosadily. Jelikož jsou v České republice značně proměnlivé klimatické podmínky, nelze jednoznačně doporučit jen klony či odrůdy topolů nebo vrb, jak je tomu v některých částech Evropy.

Biologická charakteristika

Topoly a vrby patří do čeledi vrbovité, jedná se o listnaté dřeviny s rychlým výškovým růstem a hmotnostním přírůstkem v první dekádě růstu. Topoly mají přirozené stanoviště v mírném pásu na severní polokouli. V přírodě se vyskytuje okolo 35 botanických druhů, rozdělovaných do 6 sekcí. V našich podmínkách rostou tři druhy topolů, černý, bílý a osika. Záměrně pěstované druhy vznikly křížením několika druhů topolů černých a balzámových, případně osik. Vrby jsou zastoupeny na všech světadílech, kromě australsko-novozezélandské oblasti a Antarktidy. Jedná se o dřevinu převážně malého keřovitého vzrůstu v chladnějších oblastech. Existují však i stromové druhy vrb, které jsou významnými dřevinami tzv. měkkého luhu a ekosystémů v těsném sousedství vodních toků. V přírodě roste přibližně 350 až 500 druhů vrb. U nás roste 27 druhů převážně nízkých keřovitých druhů [3].



Obrázek 1 Celkový pohled na plantáž topolů (vlevo) a detail na výsadbu do dvojřádku (vpravo)

Nároky na stanoviště

Stromovité druhy topolů a vrb jsou především vlhkomilné dřeviny lužních lokalit, které dobře snášejí dočasné zaplavení. Řada klonů je proto doporučována na vodou dobře zásobené pozemky, na nichž dosahuje nejvyšších výnosů. Určité druhy vrb (*Salix alba*, *S. x rubens*) snesou zaplavené až po dobu 60 dní. Naproti tomu podle dosavadních zkušeností má většina klonů vrb a topolů špatný růst a malé výnosy na půdách zrašeliněných nebo s vysokou hladinou stagnující vody. Často tradovaný názor, že topoly a vrby dávají dobrý výnos jen na vlhkých půdách v teplejších klimatických regionech nepotvrzují výsledky polního pěstování, které ukazují, že je možné nalézt klony zejména topolů, které dosahují dobrého růstu a výnosů i na méně tradičních stanovištích. Např. kříženci topolu černého (*Populus*

nigra) a balzámových topolů (*P. maximowiczii*) mají velmi širokou ekologickou amplitudu a mohou být pěstovány od průměrných až do mírně sušších stanovišť.

Topoly a vrby jsou převážně světlomilné druhy, stabilní zastínění jim nevyhovuje. Na takovýchto místech lze pak očekávat pomalejší růst, nižší výnosy a také vyšší výskyt škodlivých činitelů. Nejvyšší nadmořská výška pro zakládání produkčních výmladkových plantáží v našich podmínkách se pohybuje okolo 550 až 650 m. V těchto nadmořských výškách pak hrají roli mikroklimatické a ekologické podmínky, které mohou růst výrazně omezovat. Patří mezi ně mráz, vítr nebo vysoký stav zvěře. Vhodné půdy pro pěstování jsou semihydrofomní a hydrofobní, dále vlhčí černo nebo hnědozemě. Nevhodné jsou vysychavé a skeletovité půdy a přemokřené půdy [58].

Povolené odrůdy

I když v naší pěstební praxi převládá pěstování jednoho klonu topolu (J-105), je pro pěstování ve výmladkových plantážích možno vybírat z poměrně širokého sortimentu, tzv. nechráněných a registrovaných odrůd topolů a vrb. Jsou to zejména vybrané klony vrb a topolů z domácích sbírek (např. P-468, P-464) a vrb (S-337, S-195, S-218), registrované odrůdy vrb (tzv. švédské vrby) a registrované odrůdy topolů (topoly pocházející ze skupiny tzv. kanadských hybridních topolů a kříženců balzámových a černých topolů). Nové odrůdy topolů a vrb je nutné před praktickým použitím v krajině posoudit z hlediska rizik pro ochranu přírody a krajiny.



Obrázek 2 Plantáž vrb

Osevní postup

S přípravou pozemku je nutno začít obvykle rok před výsadbou, aby byly podmínky pro výsadbu a růst dřevin v prvních 3-5 měsících po výsadbě optimální. V našich podmínkách se jedná zejména o maximální omezení růstu plevelů a optimalizaci fyzikálních vlastností půdy pro zakořenění dřevin. Na zaplevelených pozemcích je nutné začít intenzivní odplevelování už 1,5 až 2 roky před výsadbou v závislosti na převažujících druzích plevelu a zvolené technologii odplevelování. Podzimní orbu a přípravu půdy před jarní výsadbou na dobře odpleveleném pozemku je nejlepší provést tak, aby nebylo na jaře již nutné pozemek orat, ale jen kultivátorovat či vyrovnat. U doporučených klonů topolů a vrb se nejčastěji sázejí 20 až 22 cm dlouhé řízky nařezané z jednoletých prýtů na konci zimního období. Řízky je nutné skladovat do výsadby ve vhodných skladovacích prostorách – optimální teplota pro krátkodobé skladování do dvou měsíců je 2-4 °C a vzdušná vlhkost na 50 %. V případě nutnosti dlouhodobého skladování je nutno zajistit teplotu těsně pod bodem mrazu (optimum v rozmezí -2 až 0 °C). Obvykle jsou řízky topolů a vrb sázeny v jarním termínu od poloviny března do poloviny května. Určení optimálního termínu výsadby RRD závisí na místních půdních podmínkách a průběhu počasí v předjaří. Optimální je výsadbu provést, když je půda vlhká v celém profilu a její teplota dosáhne +5 °C, kdy dochází k tvorbě kořenů.

V případě manuální výsadby se řízky ručně zapichují rovně nebo mírně šikmo do připravené půdy. V případě, zapichování nelze provádět, je vhodné použít jednoduchý ruční sazeč ze železné kulatiny. Řízek má vyčnívat optimálně 3 cm nad povrch, tak aby vrchní pupen byl nad nebo mírně pod úrovní terénu. V případě mechanizované výsadby je postup závislý na typu sazeče. Postup výsadby je pak shodný jako u lesních sazenic. V současnosti jsou pro výsadbu výmladkových plantáží používána dvě schémata výsadby:

- do jednořádků ve sponech (0,5 až 0,3 m) x (1,5 x 3 m mezi jednořádky)
- do dvouřádku ve sponech (0,75 x 0,75 m) x (1,5 m mezi dvojřádky).

Volba schématu závisí na volbě sklizňové mechanizace a také na druhu topolu nebo vrby. Dvojřádek se používá především pro vrbové odrůdy sklízené dvojřádkovou řezačkou. Topoly se sázejí obvykle v hustotě 8 až 10 tis. ks/ha a vrby hustěji 8 až 12 tis. ks/ha. Nové prýty raší přibližně 8-14 dnů po výsadbě. Je zapotřebí dosáhnout alespoň 70 % ujímavosti, jelikož dosazování je velmi nákladné a často také neúspěšné [3].

Hnojení a zálivka

Podle praktických zkušeností je většina našich orných půd dostatečně zásobena živinami pro topoly a vrby. Hnojení průmyslovými hnojivy se doporučuje jen v odůvodněných případech na základě výsledků analýz půdních živin. Na půdách s normální zásobou živin má hnojení vliv na rychlejší nástup maximální produkce, ale celkový výnos za celé období plantáže průkazně neovlivní. Část živin se do půdy vrací z opadu listů. Hnojení při výsadbě se nedoporučuje, jelikož podpoří i růst plevelů. Hlavním důvodem špatného růstu topolů a vrb po výsadbě bývá nedostatek vláhy. Zálivka však především z ekonomických důvodů připadá jen po výsadbě a u menších porostů.

Ochrana rostlin

Omezování plevelů po výsadbě je zapotřebí provést co nejdříve. V ideálním případě je vhodné řádky odplevelovat manuálně ihned po dosažení. Meziřádky se odplevelují za pomoci techniky, nejčastěji mulčováním nebo plečkováním. Černý úhor je vhodný do sušších oblastí. Obvykle se odplevelování provádí 1 až 3 krát do roka. Chemická ochrana proti plevelům po výsadbě bývá používána jen výjimečně, protože mladé výhony topolů a vrb jsou na nejpoužívanější herbicidy citlivé. Potřeba odplevelování je v dalších letech po úspěšném založení plantáže obecně velmi nízká. V ideálním případě není nutné v tomto období provádět žádnou operaci, kromě sklizně neboť vitální porost RDD plevel potlačí sám. V oblastech s vyšším stavem zvěře může okus nebo vytloukání způsobit vážnější poškození výsadeb. V těchto případech lze jako ochranu zvolit vhodnou skladbu RRD, např. balzámové topoly trpí okusem méně. Na topolech i vrbách se mohou také vyskytovat hmyzí škůdci, např. mandelinky nebo dřebčící. Mohou způsobovat drobné žíry na listech, ale vážnější poškození nezpůsobují.

Sklizeň a energetické využití

Výmladkové plantáže RRD se sklízí v krátkém obmýtí které se v našich podmínkách pohybuje mezi 2 až 6 roky. Pokud bude dosažena předpokládaná životnost okolo 20 let bude plantáž sklizena 4-8 krát. Nejvhodnějším obdobím pro sklizeň na štěpku jsou zimní měsíce (prosinec až březen), kdy je obsah vody ve dřevě nejnižší. Vhodné je také sklízet, když je půda namrzlá a pokrytá nižší sněhovou pokrývkou nebo když je suchá a mechanizace nemá problémy s pohybem po plantáži. V zásadě existují dvě technologie sklizně:

- vícefázová sklizeň – tento způsob využívá většinou přídatné zařízení na traktor, které podřezává kmeny a případně je spojuje do snopků.

Na menších rozlohách je možno použít křovinořez. Kmeny jsou po částečném vyschnutí na vzduchu (1 až 3 měsíce, případně až půl roku) štěpkovány pojízdným štěpkovačem. Štěpka je pak dostatečně suchá (cca 30 % vody), má vyšší výhřevnost a je vhodná pro spalování i v topeništích s nižším až středním výkonem. Tento způsob je náročnější na manuální práci a manipulaci, ale stroje jsou jednodušší.

- jednofázová sklizeň – tento způsob využívá většinou samojízdné sklízecí stroje schopné současné sklizně kmenů a výroby dřevní štěpky přímo na poli např. upravenou kukuřičnou řezačkou. Štěpka má vyšší vlhkost (okolo 50 %), ale je snadněji manipulovatelná a dopravovatelná. Pro spalování vlhké štěpky jsou vhodná velká topeniště, nad 1 MW.

Výnosnost topolů a vrb ve výmladkových plantážích je nejvíce ovlivňována vhodností stanoviště. Podle výsledku polního testování se pohybuje výnos doporučených klonů vrb a topolů na lokalitách s příznivými vlhkostními podmínkami okolo 10 – 12 t sušiny/ha/rok. Výnos plantáže postupně vzrůstá, při první sklizni bývá obvykle třetinový oproti uváděnému průměru a teprve ve druhé nebo třetí sklizni dosáhne očekávaného průměru [57].

Likvidace porostu

Nejčastější způsob likvidace porostu je založen na mechanickém odstranění pařízků. Méně často se používá kombinace chemických a mechanických prostředků. V případě použití čistě mechanického odstranění je zapotřebí, aby byl při poslední sklizni pařízek seříznut co nejvíce u země. Následně jsou pařízky a část kořenového systému narušeny hlubokou orbou. Větší zbytky vyoraných kořenů a pařízků jsou poté stáhnuty bránami na okraj pole, kde je možné je zpracovat štěpkovačem nebo nechat zetlít. Pokud jsou pařezy příliš silné, je vhodnější použít půdní frézu, která rozruší a zapracuje zbytky pařízků do půdy. Chemicko-mechanický postup je používán především v zahraničí jako alternativa k finančně náročnějšímu použití půdní frézy. Tento postup obvykle trvá jeden až dva roky. Na jaře, po poslední sklizni, se provede postřik pařezu nových prýtů vhodným arboricidem nebo herbicidem. Když dojde k dostatečnému rozložení pařízků, jsou jejich zbytky odstraněny orbou a bránami [57].

2.2 Krmný šťovík (šťovík hybrid *Rumex* OK2)

Biologická charakteristika

Šťovík řadíme do čeledi laskovcovitých, jedná se o křížence šťovíku zahradního (*Rumex patientia* L.) a šťovíku tjanšanského (*Rumex tianschanicus*). Kříženec významně převyšuje původní rostliny, kvalitou krmivářské produkce a také výnosem nadzemní hmoty a semen. Jeho perspektivní energetická rostlina dosahuje výšky 220-250 cm. Od druhého roku po založení dosahuje výnosu 5-10 t suché hmoty [3].

Nároky na stanoviště

Šťovík je plodinou nenáročnou na půdní podmínky s výjimkou půd silně kyselých s pH pod 5,0 a půd zamokřených. Nejlepší jsou středně těžké humózní a vodopropustné půdy (Obrázek 3). Lehké a kamenité půdy jsou vhodné z důvodu špatného zásobování rostlin vodou. Také půdy těžké a zejména velmi těžké jsou méně vhodné pro pěstování. Půdy kamenité však snášejí dobře. Šťovík je velmi raná plodina, proto není náročná na zásobení vodou, neboť vždy zachytí a využije půdní vláhu. Hodí se do oblastí, kde se zimní období projevuje sněžným pokryvem a mrazy. Tato plodina je velmi odolná vůči vymrzání. V našich podmínkách lze šťovík pěstovat v nadmořské výšce do 700 m n.m., v hnědozemích a úrodnějších a hlubších půdách, dále v kukuřičném výrobním typu v podmínkách s dostatečnou zásobou půdní vláhy a také v hlubších půdách bramborářského půdního typu. Nevhodné jsou gleje, kyselé půdy a podmáčené půdy s vysokou hladinou podzemní vody.



Obrázek 3 Šťovík v druhém roce vegetace na kvalitní půdě

Povolené odrůdy

Jedná se o křížence šťovíku zahradního a šťovíku tjanšanského (*Rumex patientia* x *Rumex tiashanicus*) označovaného jako Rumex OK2. Osiva je v České republice dostatek a je licencované, tzn., že se nesmí pěstovat bez licence [3].

Osevní postup

Šťovík je nenáročný na předplodinu. Může se sít prakticky po většině předplodin. Vhodnou předplodinou jsou luskoviny, luskoobilní směsky a obilniny. Dobrou předplodinou jsou brambory, řepka a travní porosty. Méně vhodnou předplodinou, jsou hlavně z hlediska výskytu plevelů a použitých herbicidů, řepa a kukuřice. Porost se zakládá převážně na jaře. Je doporučován standardní výsev 5 - 6 kg osiva na jeden hektar. Hloubka setí je 1 - 1,5 cm, šířka řádků 12,5 - 25 cm. Optimální vzdálenost mezi rostlinami je 6 - 10 cm. Setí je zajišťováno běžnou zemědělskou mechanizací. Klíčení a zakořeňování probíhá v prvním roce pozvolna, proto je třeba dbát na řádné odplevelení pozemku a nejlépe s ošetřením herbicidy před zasetím. V prvním roce šťovík pouze zakoření a vytváří přízemní růžici listů. Po zakořeňování a zapojení porostu pak šťovík dobře přezimuje.

Hnojení

Na hnojení není šťovík náročný, doporučuje se pouze při založení porostu, v dalších letech se hnojit nemusí vůbec nebo pouze v minimálních až průměrných udržovacích dávkách. Při hnojení dusíkem a ostatními živinami je doporučováno dodržovat hnojení minerálními a organickými hnojivy v kombinaci s hnojením kaly.

Ochrana rostlin

Ochranu proti plevelům lze v průběhu prvního vegetačního roku provádět pouze mechanicky, odplevelování sečí, a to z toho důvodu, že dosud nejsou známy selektivní herbicidy pro tento kulturní šťovík. Tento způsob ošetření je v provozních podmínkách ověřen a je účinný. Na ochranu porostu proti zaplevelení je šťovík pouze náročný v prvním roce pěstování, v dalších letech tato raná rostlina protlačí téměř prakticky všechny plevele a proto ochranu potřebuje jen výjimečně. Nároky šťovíku proti škůdcům a plevelům razantně stoupají především v suchých letech. Výskyt škůdců (především zlatohlávek a dřepčík) je pozorován v pozdějších stádiích růstu, kdy již nemůže zásadně ovlivnit výnosy a proto nevyžaduje aplikaci chemických postřiků. Avšak

v případě výskytu škůdců v ranných stádiích růstu, je nutno počítat s chemickou ochranou.

Sklizení a energetické využití

Na jaře ve druhém roce po zasetí šťovík rychle obrůstá a během krátkého období od dubna do konce května dosahuje plné výšky. Koncem května zpravidla je již v plném květu a začátkem července dozrává. Sklizení energetického šťovíku je třeba provádět ještě před plným dozráním semen, aby se během sklizně nevydrolila. V první dekádě července je šťovík dostatečně zaschlý, což je pro energetické účely velmi výhodné. Není zapotřebí jej vysoušet. Sklizení je prováděna buď silážní rezačkou nebo jej lze posekat na řádky a následně slisovat do balíků jako slámu. Hlavní sklizeň se provádí jedenkrát ročně začátkem července. Po této sklizni je vhodné porost šťovíku prokypřit vláčením. Výnosy se průměrně pohybují okolo 5-10 t/ha suché hmoty [3].

2.3 Ozdobnice čínská

Biologická charakteristika

Ozdobnice (*Miscanthus*) je zařazena do čeledi lipnicovitých. Ozdobnice jsou vytrvalé rostliny, její druhy jsou přirozeně rozšířeny převážně v tropických až mírných oblastech východní Asie. Z hlediska rajonizace je *Miscanthus x giganteus* pro střední Evropu nejvhodnější. U tohoto klonu se oddenky příliš nerozrůstají, rostliny nejsou agresivní a v našich podmínkách nevytvářejí zralá semena, která by se mohla nechtěně šířit do krajiny. Stébla jsou u *M. x giganteus* pevná, dřevnatější, vysoká přes 3 metry. Ozdobnice potřebuje 3-4 roky, aby dosáhla plné produkční zralosti.

Nároky na stanoviště

U ozdobnice jsou kladeny vyšší nároky na klimatické prostředí než na půdu. Ozdobnici se nejlépe daří na lehčích strukturních půdách, spíše v teplejších oblastech s vyšším množstvím srážek. Doporučují se humózní písčité půdy s vyšší hladinou podzemní vody s malým nebo žádným zaplevelením trvalými plevely. Nároky na půdu nejsou tak vyhraněné, ozdobnici vyhovuje hlubší profil půdy. Zcela nevyhovující jsou mělké půdy v kombinaci s dlouhým obdobím sucha během léta a také chladné jílovité půdy. Optimální pH je v rozmezí 5,5-6,5. Ozdobnice snáší mírný polostín a dobře hospodaří s vodou [3].

Povolené odrůdy

V současné době není v naší republice ve Státní odrůdové knize ČR registrován žádný druh ani klon nebo odrůda ozdobnice. V zahraničí je vyšlechtěno a povoleno k pěstování velké množství klonů, které mají různou výšku, habitus, postavení listů stébel, barevnost nebo výnosový potenciál apod. V pěšební praxi se téměř výhradně používá *Miscanteus x giganteus*, který není odrůdově chráněn.

Osevní postup

Sazenice nebo oddenky je nejlépe sázet po podobných předplodinách. Ozdobnici je možno pěstovat po okopaninách – cukrovka, brambory, dále po luskovinách, obilninách. Porost ozdobnice by měl být založen minimálně na 10 až 20 let (Obrázek 4). Pro ozdobnici je nejlépe vybrat pokud možno nezaplevelený pozemek po vhodné předplodině. Na podzim je nutno provést podmítku s rozmělněním posklizňových zbytků a hlubokou orbu. Před sázením na jaře následuje příprava seťového lůžka s prokypřením půdy do hloubky 10 cm a mechanické a chemické hubení plevelů. Porosty ozdobnice lze založit vysetím semen, pomocí sazenic vypěstovaných z tkáňových kultur nebo pomocí oddenků. Do půdy se sází buď rostliny pěstované *in vitro*, nejlépe takové, které již přečkaly jednu zimu, nebo oddenky dlouhé min. 7 cm, optimálně kolem 10 cm. Ozdobnice se sází v době, kdy je teplota půdy vyšší než 10 °C, tzn. od poloviny července, v počtu 10 000 až 20 000 ks/ha [3]. Termín sázení je závislý na době, kdy se již nevyskytují jarní mrazíky. Také není dobré sázet rostliny příliš pozdě, jelikož pozdě zasazené rostliny nedovolují dobré založení a rozvoj rostlin a na konci vegetačního období translokaci rezervních látek zpět do oddenků před zimním obdobím. Při výsadbě rostlin pěstovaných *in vitro* je doporučeno kořenové baly nejdříve navlhčit a vysazený porost pokud je možnost zavlažovat. Velkoplošně je možno sázet modifikovanými sázeči na cibuli nebo stroji na výsadbu lesních stromků.

Hnojení

Na dobře zásobených se v prvním roce obejde ozdobnice bez hnojení. Na půdách s menší zásobou živin se doporučuje prvním rokem hnojit jednorázově dávkou do 50 kg/ha dusíku do poloviny června. V dalších letech se velikost dávky má uzpůsobit zásobám živin v půdě a dosahovaným výnosům. V průměru se doporučuje hnojit dávkou 70 kg/ha draslíku, 40 kg/ha fosforu (nejlépe na jaře) a dusík dávkou 50-100 kg/ha od jara do poloviny července. V případě nízkých zásob se doporučuje dohnojit i mikroelementy (měď, zinek, bor, mangan).



Obrázek 4 Plantáž ozdobnice po 3 letech [71]

Ochrana rostlin

Porosty ozdobnice nejsou v současné době výrazněji napadány chorobami nebo škůdci, proto není potřeba používat chemické ochrany. První rok po vysazení, než se porost zapojí, je možno používat mechanické hubení plevelů nebo aplikovat herbicidy. Druhým rokem nebo spíše třetím rokem není většinou již třeba používat prostředky na ochranu rostlin, protože opadající listová hmota vytváří vrstvu mulče, která potlačuje růst plevelů [3].

Sklizeň a energetické využití

Ozdobnice se v první roce výsadby z důvodů nízkých výnosů nesklízí. V druhém roce dává na příznivých stanovištích výnos do 10 t/ha sušiny a ve třetím roce a dalších 15-25 t/ha sušiny. Pro energetické využití převažuje sklizeň po zimě (únor, březen), neboť odpadnou problémy s dosoušením. V této době má sklizená fytomasa podle zahraničních údajů vlhkost kolem 22-38 %. Při sklizni ozdobnice po zimě je zapotřebí počítat se ztrátami sušiny až 30 %, vlivem značného opadu listů a dalších ztrát. V našich polních podmínkách jsou ztráty fytomasy přes zimní období v rozmezí 24-36 %. Na sklizeň lze použít různé mechanismy. Jedním z nich je přesný adaptér na sklizeň kukuřice nezávislý na rozteči řádků. Velkou předností tohoto mechanismu je možnost sklizení bez přerušení a vyhnutí sběru vlhkých listů a úlomků roztroušených na zemi. Dalším mechanismem je sklízecí sekačka a lis na obří balíky. Výhodou této technologie je, že je vysoce výkonná a následné nakládání, transport a skladování může být uskutečněno úsporně. Třetí variantou lis na velké balíky spojený se sekačkou. Výhodou této technologie je, že celý proces sklizně může být proveden jedním strojem

s relativně malým odpadem a že sklizená ozdobnice může být nakládána efektivně na velkokapacitní dopravní prostředky. Balíky se pak vozí do skladu, kde se skladují tak, že se mezi nimi nechávají mezery, aby mohly lépe větrat a vysychat.

Likvidace porostu

Při konečné likvidaci porostu ozdobnice je možno použít jak chemických, tak mechanických způsobů. Chemická likvidace spočívá v použití herbicidu na nově rašící výhonky na jaře. Při tomto způsobu se však mohou vyskytnout potíže při zakládání dalšího porostu nové plodiny. Mechanické rušení porostu spočívá v rozbití a zničení oddenků půdní frézou nebo v rozrušení oddenků rotačním kultivátorem na podzim, které jsou pak přes zimu zničeny mrazem. Přežívající rostliny je pak možné na jaře likvidovat opakovaným postřikem herbicidem [3]. Ekonomicky výhodnou variantou je oddenky vyorat, prodat a nebo je využít na založení nového porostu.

2.4 Lesknice rákosovitá

Biologická charakteristika

Lesknice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*) neboli chrastice rákosovitá (*Baldingera arundinacea*) je vytrvalá cizosprašná tráva z čeledi lipnicovité. Patří k autonomním druhům. Je přirozeně rozšířena na celém území našeho státu, všude tam, kde je dostatek půdní vláhy (Obrázek 5). Lesknice roste divoce téměř po celé Evropě, Asii (kromě jižní části) a Severní Americe. Lesknice se řadí mezi naše nejvyšší trávy, kdy výška stébel často přesahuje 2 m. Lesknice vytváří dlouhé podzemní oddenky, které jsou rozprostřeny těsně pod povrchem půdy. Kořenový systém je mohutný, jdoucí do značné hloubky. Je-li vyseta v čisté kultuře, dává užitek již v roce výsevu. Plného vývinu dosahuje od druhého roku. Rovněž z jara začíná obrůstat velmi časně a také rychle roste.

Nároky na stanoviště

Lesknice je mohutná a vlhkomilná až mokřadní výběžkatá tráva. Její předností je široká ekologická amplituda od nížin až po podhůří. Roste hojně v nižších a středních polohách na březích řek a na nivních loukách. Také zastínění nebo krátkodobé zaplavení snáší dobře. Její rozšíření vysoko do hor upozorňuje na její velkou odolnost vůči drsným klimatickým podmínkám. Holomrazy ani jarní mrazíky ji neškodí. Nejlépe se jí daří na těžších půdách s bohatou zásobou živin. Na půdní reakci není zvláště citlivá. Je dobře

přízpůsobivá reakci v rozmezí pH od 4,0 do 7,5 s optimem okolo 5,0. V posledních letech se masově šíří zvláště na půdách bohatých na fosfor. Vysokých výnosů je dosahováno v letech s vyšším srážkovým úhrnem a na půdách, kde se hranice spodní vody pohybuje okolo 30-40 cm. V našich klimatických podmínkách se lze s lesknici setkat ve všech regionech. Nejvyšší výnosy poskytuje na nivních a lužních půdách, nevhodné jsou gleje [3].



Obrázek 5 Lesknice rákosovitá [72]

Povolené odrůdy

V současnosti v listině povolených odrůd není lesknice u nás uváděna ani registrována. Případné osivo ve větším množství lze získat v zahraničí. V zemích EU se za standardní považuje odrůda Palaton (USA) [3].

Osevní postup

Lesknici je vhodné vysadit na nezaplevelený pozemek. Plodina je nenáročná na předplodinu a může se sít prakticky po všech předplodinách. Vhodnou předplodinou jsou luskoobilní směsky a obilniny, které následují po píce nebo po ozimé řepce. Semeno se seje na přiměřeně vlhký pozemek s těžší půdou s dostatkem živin do užších řádků na vzdálenost 12,5 až 30 cm podle využití. Pozemek musí být nezaplevelený. Z plevelů jsou nejnebezpečnější plevelní trávy jako pýr plazivý, lipnice obecná apod. Po předplodině by měla být provedena podmítka, přihnojení draslíkem a fosforem, následované střední orbou. Půda by měla být před setím dobře upravena. Výsevek v čisté kultuře činí 20-25 kg semene na ha [3]. Dobře založené porosty vydrží i několik let.

Hnojení

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

Ochrana rostlin

Choroby ani škůdci obvykle u lesknice nečiní problémy. Za určitých podmínek se mohou vyskytovat listové choroby. Proti plevelům je možno aplikovat herbicidy, které se používají do jarních obilnin a to nejlépe ve fázi 2-5 listů lesknice.

Sklizeň a energetické využití

Lesknici určenou pro spalování lze sklízet od července do jara. Je však doporučeno sklízet přes zimu nebo po zimě brzy na jaře před novým obražením, kdy mají rostliny nízký obsah vody (12-20 %) a nemusí se po sklizni dosušet. Lesknice se v roce výsevu sklízí většinou na jaře, kdy se poseká na řádek a potom se lisuje do balíků, nebo do briket či pelet. Při sklizni lze využít existující zemědělskou mechanizaci, která je běžně dostupná v zemědělských provozech. Dodržení správného termínu sklizně a včasná transformace suroviny do skladovatelného stavu je základním předpokladem úspěšné produkce. Lesknice určená pro spalování se sklízí jedenkrát ročně a pro výrobu bioplynu několikrát ročně stroji na sečení trávy pro krmení. Fytomasa se vozí přímo do bioplynové stanice nebo je možno ji silážovat do zásoby. Průměrné výnosy sušiny se pohybují v rozmezí 4,5-9 t/ha. Ztráty sušiny přes zimní období činí cca 25 %. Uvádí se, že na uměle založených loukách při hnojivové závlaze lze dosáhnout výnosů více než 15 t sena z 1 ha. Výnosy fytomasy jsou silně závislé na průběhu klimatických podmínek v jednotlivých letech na daných stanovištích [3].

2.5 Sveřep bezbranný

Biologická charakteristika

Sveřep bezbranný (*Bromus inermis*) je vytrvalá výběžkatá tráva mírného pásma z čeledi lipnicovité vhodná do kontinentálního klimatu. Sveřep

(Obrázek 6) je suchovzdorný, lze jej pěstovat i na suchých propustných půdách. Přirozeně se vyskytuje v Eurasii. Pro sveřep bezbranný je příznačná tvorba četných sterilních stébelných výhonů. Ty dorůstají 30-50 cm, jsou bohatě olistěné a jejich listové čepele rovnovážně odstávají od stébla.



Obrázek 6 Sveřep bezbranný [72]

Nároky na stanoviště

Sveřep je vhodný do oblastí od nížin do podhůří. Přirozeně se vyskytuje na živných, slabě kyselých, neutrálních a především zásaditých půdách, v oblastech s kontinentálním klimatem, s dlouhými a suchými zimami a krátkým a horkým teplem. V našich podmínkách přirozeně roste na sušších lukách a mezích, na suchých náspech komunikací, na haldách a rumištích. Daří se mu na půdách nezamokřených, strukturních, dostatečně provzdušněných, lehčích a neslévavých. Snáší nižší pH, přísušky i tuhé zimy. Dává přednost kyprým provzdušněným půdám s dostatkem přístupných živin. Lze jej pěstovat na suchých, propustných půdách. Sveřep se vyznačuje svou dobrou mrazuvzdorností. Snese drsnou bezsněžnou stejně jako i vysokou sněhovou pokrývku. Sveřep je obdivuhodně odolný vůči drsnému podnebí, stejně jako vůči horku. Dlouhodobé záplavy příliš nesnáší. Dobře reaguje na hnojení dusíkem. Pokud je řádně hnojen a udržován, vydrží na daném stanovišti mnoho let. Celkem dobře snáší mírné až střední zasolení půd. Je světlomilný, zastínění nesnáší a z porostu rychle mizí. Konkurenční síla sveřepu je střední až nižší. Je citlivý na nízkou seč. Vyrvalost má vysokou a na stanovišti setrvává 5 a více let za předpokladu, že se seče již v období před metáním. Pokud se seče později a nízko, nové bazální výhony nebývají ještě dobře vyvinuté, aby umožnili rychlé obrůstání. V našich

podmínkách je nejvyšších výnosů dosahováno v sušších a teplejších oblastech, nevhodné jsou gleje a semihydromorfnní těžší půdy [3].

Povolené odrůdy

V listině povolených odrůd (OECD, 2002) je uvedeno 38 kultivarů z celého světa. V České republice jsou registrovány odrůdy sveřepu Tabrom a Tacid [3].

Osevní postup

Osevní postup je podobný jako u lesknice rákosovité. Vysévá se na jaře nebo začátkem léta buď jako monokultura nebo do krycí plodiny s výsevkem 28-35 kg do řádků 20-30 cm. Plného využití dosahuje ve 2.-3. roce po výsadbě.

Hnojení

K dosažení ekonomicky optimálního výnosu fytomasu je zapotřebí porost hnojit dávkou dusíku alespoň 60 kg/ha při současné dávce P_2O_5 ve výši 25 kg/ha a K_2O 45 kg/ha. Při nedostatku dusíku dosahuje sveřep nízkých výnosů a tvoří se málo fertlních (plodných) odnoží.

Ochrana rostlin

Ochrana rostlin proti chorobám, plevelům, škůdcům je obdobná jako u ostatních trav pěstovaných na píci nebo na semeno. Různé kultivary vykazují různý stupeň rezistence vůči chorobám a škůdcům. Z chorob se může vyskytnout hnědá skvrnitost listů nebo braničnatka. Původce kořenové hniloby napadá především mladé rostliny na podzim.

Skližeň a energetické využití

Skližeň se provádí obdobně jako u lesknice rákosovité, tzn. kombajnová sklizeň, následný sběr slámy a její slisování do hranatých balíků. Celkový výnos nadzemní suché hmoty sveřepu se pohybuje kolem 12 – 15 t/ha (při 3-4 sečích za rok). Největší výnosy jsou ve 2.-5. roce [3]. Vysoká výnosová schopnost obou uvedených sveřepů je dobrou zárukou jejich využívání ve fytoenergetice. Jejich slibné perspektivy lze dále ověřovat a to především ve způsobu sklizně. Při založení kultury na semeno by bylo třeba ověřit sklizeň těsně před plným dozráním, ale tak, aby nedošlo k zásadnímu vysemenění. Takovýto porost by pak bylo výhodné sklidit včetně osiva a celkovou nadzemní hmotu pak ve formě velkých balíků použít jako zdroj paliva v biokotelnách. Tento způsob sklizně, prováděný výhradně

pro potřeby fytoenergetiky bude třeba ještě vyzkoušet a ověřit v provozních podmínkách.

2.6 Ovsík vyvýšený

Biologická charakteristika

Ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatinus*) je víceletá, vysoce vzrůstná tráva z čeledi lipnicovité. Jedná se o travu domácího původu (Obrázek 7), roste od nížin až po horské oblasti a roste téměř v celé Evropě, v Alpách až do nadmořských výšek téměř 1 400 m n.m. Přirozeně roste na loukách, pastvinách, mezích, náspech, podél cest, okrajů lesů, na půdách výživných, sušších nebo jen slabě vlhkých. Patří do skupiny volně trsnatých trav a dorůstá do výšky 150 cm. Vzhledem k vysokému a hrubšímu stéblu má předpoklady ve využití ve fytoenergetice pro přímé spalování nebo jako přísadku do fermentoru při výrobě bioplynu.



Obrázek 7 Ovsík vyvýšený [74]

Nároky na stanoviště

Vývin rostliny po zasetí probíhá rychle, plných výnosů dosahuje již od druhého roku vegetace. Ovsík je převážně jarního charakteru, obrůstá jako jedna z prvních trav. Vytváří mohutné vystoupavé trsy. Má obtížné semenářství i setbu, užší ekologickou amplitudu a je méně vytrvalý. Mohutným kořenovým systémem čerpá vodu i z hlubších půdních vrstev. Trpí holomrazy a plísní sněžnou, proto není vhodný do horských klimatických podmínek. Uplatňuje se na sušších půdách s neutrální nebo slabě kyselou půdní reakcí. Vyžaduje teplejší polohy s dobrou zásobou živin

a je náročný na vápník. Nesnáší sešlapávání a spásání. Dobře však snáší stínění. Předností ovsíku je vynikající produkční schopnost a odolnost proti přísušku. Je vhodný k protieroznímu zatravnění svažitých pozemků a náspů. Je podporován k pěstování pro energetické účely.

Povolené odrůdy

V seznamu odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize České republiky jsou v současné době registrovány odrůdy: Median a Rožnovský [3].

Osevní postup

Nejlepší předplodinou pro ovsík je okopanina hnojená hnojem. Minimálně 3 roky před zasetím nesmí být na témže místě jiná tráva na semeno. Izolační vzdálenost od ostatních odrůd ovsíku je 100 m. Ovsík se zasévá na jaře do vhodné krycí plodiny (např. pšenice jarní) s nižším výsevkem předplodiny o 20-40 %. Nejpozdější termín pro setí by měl být konec dubna. Šířka řádku je 20-25 cm a hloubka setí 3-4 cm [3].

Hnojení

Hnojení draslíkem a fosforem se provádí podle násobenosti půdy v první dekádě září. Dusík je aplikován v dávce 80-100 kg/ha v prvním a 90-110 kg/ha v druhém užitkovém roce. V první dekádě září se aplikuje 40-50 kg dusíku, zbývající dusík časně zjara. V případě dělení jarní dávky lze druhou dávku dusíku použít nejpozději do začátku sloupkování.

Ochrana rostlin

Ochrana rostlin proti chorobám, plevelům a škůdcům je obdobná jako u ostatních trav pěstovaných na píci nebo na semeno.

Sklizeň a energetické využití

Sklizeň se provádí v první dekádě července. Výnos sušiny biomasy v prvním užitkovém roce (1. seč) je 4,31 t/ha, 2. užitkový rok (1. seč) cca 8,77 t/ha. Průměrně se výnosy sušiny pohybují v rozmezí 8-12 t/ha [3]. Po výmlatu semene lze suchou slámu slisovat do hranatých balíků a použít jako otop v kotelnách. Nejsou to výnosy z hlediska energetických potřeb nijak rekordní, avšak využívání této trávy pro uvedené účely je vhodné i proto, že tak ovsík rozšiřuje druhové zastoupení rostlin v krajině, což nepochybně přispívá ke stabilitě krajinného systému.

2.7 Srha laločnatá

Biologická charakteristika

Srha laločnatá (Obrázek 8) neboli srha říznačka (*Dactylis glomerata*) patří do skupiny volně trsnatých trav. Zaujímá stanoviště jako jsou louky, pastviny, polosuché trávníky a okraje lesů. Srha je řazena mezi nejvýnosnější trávy se širokým uplatněním v nejrůznějších podmínkách. V České republice roste hojně od nížin po horské oblasti, celkově roste téměř v celé Evropě, v Alpách až do nadmořských výšek 2000 m. Druhotně se rozšířila v mírných pásech téměř celého světa. Má dobrou reakci na hnojení, zejména dusíkem. Plného výnosu dosahuje již ve 2.-3. roce vegetace. V příznivých podmínkách, za dostatku živin a vláhy, vydrží v porostu 6-10 let. Po 5. roce však její výnosnost klesá. Srha se řadí mezi agresivní trávy, což je dáno její raností, vysokým vzrůstem, rychlým obrůstáním a také délkou vegetační doby. Na půdách s vyšším obsahem přístupných živin potlačuje ostatní druhy a stává se dominantním druhem. Na jaře obrůstá jako jedna z nejranějších trav.



Obrázek 8 Porost srhy laločnaté [74]

Nároky na stanoviště

V našich podmínkách je srha přizpůsobivou rostlinou. V přirozených a polopřirozených travních porostech se srha laločnatá vyskytuje na středně vlhkých (mezofytních) stanovištích s širší stanovištní amplitudou od stupně suššího (mezoxerofytního) až po stupeň vlhčí (mezohygrofytní). Dobře snáší sušší podmínky i polostín. Při své ranosti bývá poškozena jarními mrazíky, velmi rychle však regeneruje. Nejlépe jí vyhovuje mezofytní stanoviště s dostatkem vláhy. Na půdní reakci není zvláště citlivá, je dobře přizpůsobivá na půdní reakci v rozmezí pH od 4,0 do 7,5 s optimem pH okolo 5,5-6,0.

Nejlépe ji vyhovují dostatečně vlhké písčitohlinité až hlinité humózní půdy, i když dobře snáší i slabě kyselé půdy. Nevyhovující jsou extrémně těžké půdy. Nesnáší trvalejší zamokření stanoviště. Na oligotrofních stanovištích neroste. Srha dokáže dobře osvojovat vláhu i živiny a vyniká stabilními výnosy i v sušších letech. Vláhový deficit snižuje výnosy i kvalitu srhy, protože se zvyšuje obsah ligninu a křemíku [3].

Povolené odrůdy

Odrůdovému šlechtění srhy je u nás i ve světě věnována pozornost již dlouhou řadou let s ohledem na její široké pícninářské uplatnění v loukách i pastvinách nebo v travních směsích určených pro dlouhodobější zatravnění orných půd. V seznamu odrůd ve Státní odrůdové knize České republiky je zapsáno celkem 10 odrůd [3], vesměs šlechtěných na vysoký výnos pícní biomasy.

Osevní postup

Srhu lze zasévat prakticky po všech předplodinách. Vhodnou předplodinou jsou luskoobilní směsky a obilniny, které následují buď po pícnině nebo po ozimé řepce. Srha se zasévá na jaře do vhodné krysí plodiny (např. pšenice jarní), obdobně jako ovsík. Termín setí je co nejdříve zjara, maximálně do konce duba. Šířka řádku je 20-25 cm, hloubka setí 2-2,5 cm.

Hnojení

Hlavním výnosovým faktorem je dusík, který dokáže výborně zhodnotit. Dávky dusíku by měly být nejméně 100-250 kg/ha. Na oligotrofních stanovištích neroste a při ročních dávkách dusíku pod 100 kg/ha má sníženou vitalitu, konkurenci a produkční schopnost [3].

Ochrana rostlin

Ochrana rostlin proti chorobám, plevelům a škůdcům je obdobná jako u ostatních trav pěstovaných na píci nebo na semeno.

Sklizeň a energetické využití

Plného výnosu dosahuje srha od druhého roku. Na stanovišti vydrží za příznivých podmínek 7-10 let. Výnosu v třetím užitkovém roce lze dosáhnout přes 10 t/ha při aplikaci vysoké dávky kejdy. Výnosy z víceletých odrůdových pokusů jsou při hnojení dusíkem (100 kg/ha) a trojsečném využití okolo 13 t/ha.

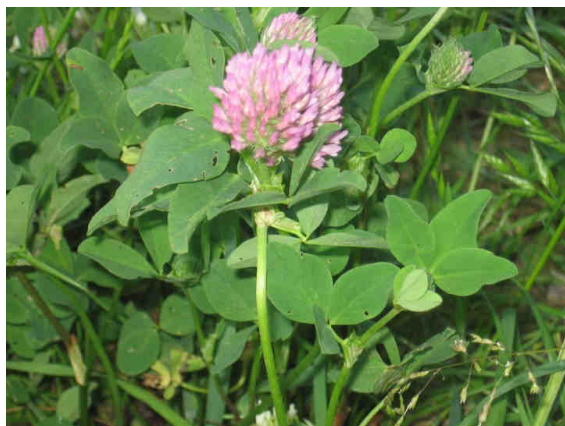
2.8 Jetel

Biologická charakteristika

Jetel (*Trifolium*) je rod z čeledi bobovitých, který se skládá z 300 druhů rostlin rostoucích v oblastech s mírným a teplým podnebím severní polokoule. Nejčastěji pěstovanými druhy jetele jsou jetel plazivý (*Trifolium repens*) a jetel luční (*Trifolium pratense*). Oba rostou docela často na loukách a často se také podsévají. V horách a vysokohorských travních porostech lze často zahlédnout jetel hnědý (*Trifolium badium*), zatímco na suchých plochách – jak v nížinách, tak i v horách – dominuje jetel horský (*Trifolium montanum*). Mezi druhy, které se v poslední době využívají ke kultivaci, patří jetel inkarnát (*Trifolium incarnatum*) z jižní Evropy, jetel zvrhlý (*Trifolium hybridum* L.) a jetel zvrácený (*Trifolium resupinatum*) ze Středního Východu. Rod jetele zahrnuje jednoleté druhy (jetel inkarnát, jetel zvrácený), dvouleté druhy (jetel luční) a trvalky (jetel plazivý, jetel zvrhlý). Druhem, který má pro produkci biomasy největší význam, je jetel luční (Obrázek 9).

Nároky na stanoviště

Plantáže jetele lučního se zřizují na méně bohatých půdách, které mají vyvážené vodní podmínky a neutrální nebo slabě zásadité reakce. Dobré výnosy závisejí na povětrnostních podmínkách. Světlo, dostatek vody a také teplota (na jaře je jetel velmi citlivý na teplotní výkyvy) jsou hlavními faktory, které utvářejí růst bobovitých rostlin. Většina bobovitých rostlin jsou dlouhodobní druhy. Světlo ovlivňuje vzhled rostlin, anatomickou strukturu, transpiraci a vstřebávání výživy. Klesající intenzita světla oslabuje růst výhonků jetele lučního. Navíc je tento druh citlivý na periodický nedostatek vody v půdě, takže se pěstuje v mokřích oblastech. Množství dešťových srážek, které zajistí dobrý výnos a rozvoj rostlin, činí 500 do 600 mm, z toho 350-400 mm by se mělo vyskytnout ve vegetačním období [8]. Semena bobovitých rostlin obecně vyžadují asi třikrát více vody, než sama váží.



Obrázek 9 Jetel luční [75]

Osevní postup

Ze všech bobovitých rostlin, které rostou na travních porostech, reaguje jetel luční nejhůře na okamžitou následnost po bobovitých rostlinách. Pokud se na stejném poli pěstovaly jiné bobovité rostliny, mělo by se počkat 4 roky, a pokud se pěstovaly několikrát po sobě, pak raději 7 let. V případě příliš častého pěstování může dojít k tzv. „vyčerpanosti půdy“, což vede k nahromadění houbových patogenů, hlístic a bakteriofágů v půdě. Tyto organismy napadají bakterie v kořenových hlízkách, což může zničit i celou plantáž. Podzimní kultivace půdy by měla dokonale zlikvidovat plevel, otevřít půdu a promísit ji s hnojivem. Jetel reaguje špatně na jarní obdělávání půdy před setím, takže orba se musí provést na podzim. V následujících letech se jetel udržuje vláčením. Přitom je třeba postupovat velmi opatrně, aby brány nepovytahovaly slabě zakořeněné rostliny. Hustota výsevu jetele lučního je 10-12 kg/ha u plantáží na semena nebo 15-18 kg/ha pro pěstování zelené píce. Jetel se doporučuje vysévat do jarního ječmene nebo jiných jarních obilovin – tím se hustota výsevu obilovin omezí o 30% – přímo po setbě krycích plodin v hloubce 1-2 cm, v řádcích s rozestupy 12-15 cm. Provádí se samostatně, secím strojem, po vysetí krycích plodin. Jakmile jetel luční vyklíčí, zhodnotí jeho hustota a rovnoměrnost v krycích plodinách. Pokud krycí plodiny jetel zalehávají nebo rostou příliš bujně, měly by se sklídit dříve, aby semenáčky jetele nevymřely nebo netrpěly stínem. Další hodnocení obsahu pole se provádí na podzim. Je-li hustota rostlin menší než 150 rostlin/m² a plodiny rostou v oddělených skupinkách, považuje se setba za neúspěšnou. V takové situaci se doporučuje plantáž zrušit, nebo provést jarní podsetí rychle rostoucí trávou (na příklad jednoletý jílek v množství 10-30 kg/ha) [8].

Hnojení

Jetel luční vyžaduje neutrální nebo mírně zásaditou reakci půdy. Pěstování bobovitých rostlin na kyselých půdách vyžaduje vápnění, které by se mělo provádět na podzim, a hnojivo se musí s půdou dobře promíchat. Před setím se v jedné dávce mohou použít fosforečná hnojiva v množství 80-120 kg P₂O₅ na hektar, což uspokojí nutriční požadavky rostlin po celou dobu pěstování. Hnojení před setím a povrchové hnojení draslíkem se provádí ve dvou dávkách (každá 50-70 kg K₂O), aby mohly rostliny tuto složku lépe využít. Stejně dávky fosforu a draslíku jsou vhodné i v následujících letech. Na půdách s nízkým obsahem stopových prvků (bór, mangan, molybden, měď) by se měl nedostatek těchto látek doplňovat hnojením: 2-3 kg bóru, 0,3-0,5 kg molybdenu, 3-4 kg manganu a 60-80 g mědi na hektar.

Ochrana rostlin

Jakmile jetel vytvoří tři pravé listy, dají se proti jednoděložným a dvouděložným plevelům použít herbicidy a pesticidy. V počáteční fázi růstu mohou jetel napadat drobní škůdci, např. listopad čárkovaný či listohlod žahavkový. Likvidovat se dají chemickým postřikem. Chemická ochrana se při pěstování jetele používá velmi zřídka.

Sklizně a energetické využití

Na jaře, v průběhu vegetačního období, se dá jetel setý sklízet třikrát, jsou-li vhodné podmínky pro růst. Intenzivní frekvence sklizně zvyšuje výnos biomasy. Navíc to nijak neovlivňuje výnos biomasy v následujících letech. Proběhne-li třetí sklizně v září, zlepšuje to podmínky vývoje v příštím vegetačním období. V roce výsevu tvoří jetel luční obvykle jeden stonek, a po sklizni se objeví 2-3 nové výhonky. První sklizně by se měla provést 60-70 dní po zahájení vegetačního období jetele, a další by měly přijít co 30-35 dní, což usnadňuje trojitou sklizně ve vegetačním období. Sklízet je lepší před kvetením nebo v jeho počáteční fázi. Hlavní výnos sena pro jetel luční bývá kolem 12 t/ha, a jsou-li pro růst rostlin vhodné vodní podmínky, pohybuje se výnos od 14,5 do 20 t sena na hektar [8].

2.9 Cukrová řepa

Biologická charakteristika

Cukrová řepa (*Beta vulgaris*), z čeledi merlíkovitých, byla dlouho pěstována jako letní plodina v relativně chladných severních pásmech a taky v hustě obydlených, dobře rozvinutých oblastech, kde většina produkce sloužila

pro konzumaci. V poslední době se cukrová řepa pěstuje jako ozimá dvouletá plodina v jižních částech mírného pásma: jižní Amerika, Afrika, Střední východ a jižní Evropa. Vegetační období cukrové řepy od vysetí do sklizně je 170 – 200 dnů. V prvním roce vytváří bulvu a listovou růžici, v následujícím roce pak květní lodyhu, na které dozrávají semena. Tvar bulvy je odrůdovým znakem a je ovlivňován vlastnostmi půdy a průběhem počasí. Cukrová řepa dosahuje dobrých výnosů, pokud klima po celé vegetační období je mírné. Dobré cukernatosti řepa dosahuje v případě, že v poslední fázi růstu je chladno. V případě ozimů, připadá dozrávání na teplé období, v tomto případě je nutné a by byl dostatek srážkové vody k zajištění zrání cukrové řepy. Cukrová řepa vyžaduje od ledna do října dostatečné množství srážek kolem 610 mm. V případě že je srážek nedostatek je nezbytné zajistit dostatečné zavlažování. Cukrová řepa se pěstuje v různých půdách, od lehké písčité do těžké jílovité. Ideální půdou pro pěstování cukrové řepy je hlinitá půda bohatá na humus, hluboká a homogenní, s odpovídající přilnavostí a mírnou schopností zadržovat vodu [14]. Cukrová řepa (Obrázek 10) se pěstuje ze semen a obvykle se výsadba provádí brzo na jaře.



Obrázek 10 Cukrová řepa [76]

Nároky na stanoviště

Pro plantáže cukrové řepy se nejlépe hodí středně hutné, lehké a středně těžké jílovité půdy. Poměrně dobrý výnos by se mohl sklídit také z těžkých jílovitých půd, jsou-li dobře kultivované. Rozvoj zemědělské technologie umožňuje pěstování produktivních a polyploidních odrůd také na lehčích půdách. Cukrová řepa vyžaduje úrodné (ale ne kamenité) půdy, které dovolují správný vývoj kořenového systému. Ideální půda je v rovině a s hlubokou vrstvou humusu (až do 35 cm). Vrstva ornice v půdě by měla dosahovat hloubky kolem 30 cm a měla by obsahovat střední množství humusu a živin. Půda by měla mít dobrou strukturu a pH v rozmezí 6,6-7,2. Pro produkci cukrové řepy nejsou vhodné půdy, které byly na zemědělské

plochy přeměněné teprve nedávno, nebo které jsou zamořené plevelem. Špatné klíčení, nedostatečná hustota rostlin a nestabilní výnosy jsou obvyklými důsledky kyselé reakce půdy. Rostliny si odebírají vápník ve formě kationtů Ca^{2+} . Nejlepším způsobem, jak pH půdy regulovat, je vápnění aplikované před zahájením pěstování předchozích plodin (obilniny). Potom se nanáší pomalu působící uhličitanová hnojiva. V případě nízkého pH se může provést druhé vápnění hned po sklizení předplodin. Průměrné denní teploty v průběhu vegetačního období by se měly v úhrnu pohybovat od 24 do 27 °C, má-li se cukrová řepa správně vyvíjet. Pro úspěch plantáže jsou rozhodující teploty v konkrétních stádiích vývoje řepy. Oteplení brzy z jara a malé výkyvy mezi denními a nočními teplotami urychlují ohřev půdy a v důsledku toho umožňují rychlejší setí a klíčení (teplota v hloubce 5-10 cm by měla být kolem 5-10 °C). Jsou-li teploty nižší nebo vyšší, bývá klíčení nerovnoměrné nebo delší. Stejnou situaci může vyvolat nedostatek vody v půdním podloží. Teploty kolem -2 až -3 °C ve stádiu klíčení rostliny úplně zničí, ovšem v pozdějších stádiích vývoje je už lehký mrazík nijak nepoškodí. Nízké teploty na začátku vývojových stádií mohou podporovat vznik kvetoucích odnoží v prvním roce vegetace. V průběhu období s nejvyšším ziskem hmoty by se měla převažující denní teplota vzduchu pohybovat kolem 15-17 °C. Nižší teploty jsou žádoucí na konci vegetačního období, aby omezily rozvoj listů a podpořily hromadění cukru v kořenech. Vysoký obsah cukru závisí na intenzitě a délce období oslunění. K nejlepšímu oslunění dochází zpravidla v dubnu, koncem června a července. Vysoký obsah cukru v kořenech je zajištěn správným osluněním v srpnu a září [14].

Osevní postup

Jakmile se půda na jaře připraví, může proběhnout setba. Doba setí by se měla přizpůsobit délce místního vegetačního období, aby měly rostliny možnost růst 180 dní. Setba se volí také podle teploty půdy a vodních a atmosférických podmínek. V příliš mokré půdě nebudou semena řádně zakrytá a vysychající části půdy utvoří na povrchu tvrdou krustu. To může vést k nerovnoměrnému klíčení nebo k výhřezu sazenic v důsledku nekrózy. Semena se kladou do hloubky 3,5 cm, aby nebylo klíčení ničím omezováno. Secí stroje by se měly řádně zkontrolovat, ať jsou bezpečné. Počet sazenic závisí na kvalitě půdy, ale obecně platí, že v případě horší kvality půdy se semen vysévá více. Na řádně připravených polích se navrhuje počet semen 1,24 j.s. (1 j.s. znamená 100 000 semen).

Hnojení

Cukrová řepa má velmi vysoké požadavky na živiny dostupné v půdě. Aby se sklídl výnos kořenů ve výši 50 t/ha, odebere si řepa z 1 hektaru půdy tato množství živin:

- N - 230 kg,
- P₂O₅ – 100 kg
- K₂O - 400 kg,
- Na₂O - 120 kg,
- CaO - 110 kg,
- MgO- 80 kg,
- S - 90 kg a stopové prvky:
- B - 270 g,
- Mn - 1150 g,
- Cu - 110 g,
- Zn -670 g.

Množství hnojiva se upravuje podle požadavků rostlin a úrodnosti půdy. Úrodnější půdy vyžadují nižší dávky hnojiva, nejlépe ve formě minerálních hnojiv. Je třeba počítat s tím, že většina živin a stopových prvků, které cukrová řepa z půdy odebere, se do půdy vrátí ve formě hnoje rozptýleného po poli (zbytky z procesu výroby cukru se běžně používají jako krmivo)[14].

Ochrana rostlin

Na produkci cukrové řepy mají hospodářský dopad některé nemoci způsobované houbami. Patří mezi ně nekróza sazenic, skvrnatička řepná, nepravá padlí (plísně vřetenatkovité) a padlí. Houbové infekce často souvisí s krustou na povrchu půdy, s anaerobními podmínkami, poškozenou půdní strukturou a nedostatkem živin v půdě. Nejlepší metodou, jak nekróze sazenic předcházet, je zajistit sazenicím optimální podmínky pro růst. Kromě toho se mohou semena ošetřit fungicidy, které nekrotické škody způsobované mladým sazenicím snižují na minimum. V posledních letech bývá stále více plantáží cukrové řepy v Evropě poškozováno skvrnatičkou řepnou. Prudké šíření této houby bývá způsobováno zejména špatným řízením plantáže a zkracováním intervalů střídání plodin (obvykle redukcí na 3 roky).

Skližeň a energetické využití

Nejlepší doba pro sklizeň se určuje podle toho, kdy se začne tvořit cukr, což bývá obvykle brzy po uzrání kořenů. Klimatické podmínky pak růstový proces omezí, listy začnou žloutnout a obracet se k zemi. Celkový výnos se nezmění, ale obsah cukru v kořenech ano (v závislosti na odrůdě). Obsah iontů sodíku a draslíku zůstává na úrovni, která na zpracování kořenů nemá vliv. Závěrečnou fází kultivačního procesu je sklizeň, která se nyní čím dál častěji provádí šestiřadovými harvestory. Při správném nastavení kombajnu jsou ztráty při sklizni minimální. Provozní rychlost strojů se musí přizpůsobit podmínkám plantáže. Čím jsou rostliny hustší, tím je možná vyšší rychlost provozu. Aby se zpracování nezpožďovalo, měla by se před zahájením sklizně pečlivě zkontrolovat všechna strojní nastavení [14]. Z pohledu fytoenergetiky je cukrová řepa významnou plodinou. Využívá se nejen na výrobu bioethanolu, ale v poslední době je rozvíjeno její využití pro produkci bioplynu. Cukrová řepa vyprodukuje na jednom hektaru 14 až 20 tun sušiny. Z jedné tuny sušiny lze získat 300 až 400 m³ bioplynu, což představuje produkci 4900 až 7000 m³ bioplynu z jednoho hektaru. V ČR jsou z cukrové řepy zatím využívány na produkci bioplynu především vyslazené řepné řízky [65].

2.10 Kukuřice setá

Biologická charakteristika

Kukuřice setá (*Zea mays*) patří mezi jednoděložné rostliny z rodu lipnicovitých. Jedná se o robustní jednoletou travu, dorůstající nejčastěji do výšky 1-3 m (Obrázek 11). Někdy zvláště v suchých podmínkách může být i nižší, např. jen 0,5 m, jsou ale známy rostliny i šestimetrové. Listy jsou střídavé, přisedlé s listovými pochvami a souběžnou žilnatinou. Čepele jsou asi 30-90 cm dlouhé a asi 1,5-12 cm široké. Kukuřice je teplomilnou a světlomilnou rostlinou. Roste nejintenzivněji za podmínek dostatečného slunečního záření. I přes dobře vyvinutý kořenový systém potřebuje kukuřice během vegetačního období velké množství vody. Kukuřice může být pěstována na půdách s pH 5 – 7,5, ale nejlepších výnosů dosahuje na půdách neutrálních [15].



Obrázek 11 Kukuřice setá [77]

Nároky na stanoviště

Kukuřice roste nejlépe na hlubokých a úrodných půdách, které jsou bohaté na humus a mají vysokou kapacitu vody. Nejlepší půdy jsou černozemě, černé půdy a sprašové půdy, ovšem za podmínek řádného obdělávání půdy a hnojení lze rostlinu pěstovat na lehkých a středně těžkých hnědých a podzolových půdách také. Neutrální pH zajišťuje nejlepší podmínky okyselení, ovšem kukuřice se dá pěstovat i na půdách s pH 5-7,5. Kukuřice je teplomilná rostlina, která klíčí při teplotách nad 10 °C a roste nejlépe při teplotách nad 16 °C. Při nižších teplotách se klíčení zpozdí a často se stane omezené a nerovnoměrné. Nejlepší teplotní podmínky pro kukuřici se pohybují mezi 18 a 20 °C. Jakmile vlhkost výrazně klesne a teplota překročí 23 °C, ztrácí pyl svou vitalitu a ne všechny květiny se opylí. Po fázi kvetení začíná proces tvorby klasu a teplotní požadavky rostliny klesají. Krátkodobý pokles teploty po odkvetení už výnos téměř neovlivňuje. Dlouhodobé teplotní poklesy v raném stádiu vegetačního období pouze prodlouží a zpozdí proces zrání, ale časně mrazíky už výnos ovlivní negativně. Ačkoli je kořenový systém rostliny hluboký a dobře vyvinutý, rostlina potřebuje hodně zavlažování. V různých stádiích růstu se požadavky na vodu mění. V raných stádiích si rostlina žádá méně vody než ve stádiích pozdějších. Od stádia klíčení až do rozkvetu potřebuje kukuřice srážky asi 100 mm rozložené v čase. Nejvyšší požadavky na vodu má stádium rozkvetu, zatímco po odkvetu poptávka klesá. Míra srážek ve vegetačním období je ukazatelem budoucího složení píce. Když je obsah klasu v celkovém množství zelené masy nízký, také kvalita siláže bude nízká [16]. Časně kultivary jsou méně náchylné trpět letními suchy. Rovněž kukuřice vysazená na půdách

hnojených hnojem nebo vysetá po kořenových plodinách je méně náchylná na sucho.

Osevní postup

Kukuřice se dá pěstovat po obilí, ale jen pár let po posledním organickém hnojení. Na méně úrodných půdách by měly kukuřici předcházet lepší předplodiny, např. kořenové plodiny, luštěniny a směsi motýlokvětvých druhů a trav. Kukuřice toleruje organická hnojiva a dá se pěstovat v režimu kořenových plodin s plnou dávkou hnoje. Kukuřice poměrně dobře snáší i produkci v monokulturách, ale vyžaduje důkladné hnojení a intenzivní pletí. Při dlouhodobém pěstování na stejném místě se šíří jednoděložný plevel, zvláště proso, které se obtížně likviduje. Kukuřici pěstovanou v monokulturách často napadá sněť kukuřičná. Po výsadbě kukuřice se kvalita půdy snižuje kvůli zbytkům triazinových herbicidů použitých k likvidaci plevele. Pokud se na kukuřičných plantážích používají velké dávky simazinu (více než 1,5 kg/ha), doporučuje se v pěstování kukuřice pokračovat ještě jeden cyklus střídání plodin. Naprosto zásadní zemědělskou operací na kukuřičných plantážích je orba před nástupem zimy, které by mělo předcházet mělké orání nebo úprava půdy diskovými branami. Hloubka orby závisí na tloušťce půdy a měla by se pohybovat od 25 do 30 cm [17]. Jarní úpravy by měly začít co nejdříve. První pročešávání nebo vláčení (brány se zuby obrácenými vzhůru) zastaví odpařování z půdy, uhladí povrch a urychlí ohřev půdy. Jakmile povrchová vrstva půdy uschne, může se provést hnojení před setím. U lehkých půd stačí k obdělání půdy před setím dvakrát vláčet těžkými zubatými bránami. U tohoto typu půdy je nejdůležitější zachovat co nejvíce vody. Bez ohledu na metodu kultivace vyžaduje kukuřice rovnoměrnou distribuci semen v řádcích, aby měla každá rostlina správné podmínky pro růst. Růstová sezóna pro daný region se stanovuje podle „nejčasnějšího“ data setby a „nejpozdějšího“ data sklizně. Nejčasnější datum setby závisí výhradně na teplotě půdy a na pravděpodobnosti, že se v průběhu časných stádií růstu kukuřice objeví mrazíky. Nejpozdější datum sklizně závisí na plánu plodin (které plodiny se plánují zasít po kukuřici) a riziku (pravděpodobnosti) nesklizení z klimatických důvodů (např. nadměrné deště na začátku podzimu). Pro klíčení kukuřice potřebuje základní teplotu 9,8 °C. Když se pěstuje kukuřice na siláž, bývá hustota setby různá – 80-160 sazenic na hektar. Čím hustěji rostliny rostou, tím vyšší je výnos a tím nižší celkové množství klasů. Na vysoce kvalitní siláž by měla hustota být asi 9-10 sazenic na čtvereční metr. Na chudších, suchých půdách je lepší 8 sazenic na čtvereční metr. Dobrý výnos je zajištěn rovnoměrnou vzdáleností mezi semeny v řádku. Když se seje sečím strojem, který vysévá jednotlivá zrna,

doporučuje se množství semen o 5-10 % vyšší než konečná plánovaná hustota rostlin.

Hnojení

Kukuřice upřednostňuje dobře odvodněné půdy s neutrálním až středně kyselým pH. Kvůli svým vysokým výnosům spotřebuje kukuřice značné množství živin. Potřeba hnojení kukuřice závisí na typu půdy, předplodinách a na historii hnojení Kukuřice potřebuje největší množství živin, když roste nejrychleji, tedy asi od výšky 45 cm až do naplnění zrna [18]. Aby se vyhovělo požadavkům plodiny, je nejlepší aplikovat živiny ve 4 stádiích [19], a vhodnost živin se doporučuje zkontrolovat v testech rostlinné tkáně. Na dobrých, úrodných půdách může být množství živin nižší.

Ochrana rostlin

Plevel s kukuřicí zápasí o sluneční světlo, vlhkost a živiny, čímž snižuje produkci i kvalitu. Nejsoupeřivější je travní plevel, takže se musí likvidovat včas. Mladý plevel může zničit mělké meziřádkové obdělávání půdy v prvních 3-4 týdnech po setbě. Jakmile kukuřice doroste asi do 80 cm, růst plevele se omezí, neboť jej rostliny zastíní. Nejpoužívanějšími aktivními složkami preemergentních herbicidů, které likvidují běžné letní jednoleté traviny a širokolistý plevel na kukuřičných polích, jsou atrazin a metolachlor. Pokud ovšem širokolisté plevele zůstávají problematické, existuje mnoho možností, jak zasáhnout i po vyklíčení, když má kukuřice výšku 15 až 35 cm [20]. Existují také postemergentní herbicidy k likvidaci pýru plazivého. Je doporučováno kontrolovat v průběhu prvních 6 týdnů po vyklíčení poškození listů a rostlin, která mohl způsobit hmyz, a to minimálně dvakrát týdně. Nejnebezpečnější škůdci, kterým je třeba věnovat pozornost, jsou „housesenky“, které lze poznat podle nepravidelné škody na listech a také podle umírání právě vyklíčených sazenic, když byli napadeni pod zemí.

Sklizeň a energetické využití

Pro bioplynové stanice představuje kukuřice důležitou vstupní surovinu, má v sobě energii, která dokáže v přepočtu vyrobit 460 kW/tuny silážované hmoty. Podíl methanu v bioplynu z této plodiny je cca 54 % [64]. V praxi se doba, kdy se má sklízet kukuřice na siláž, poznává podle tzv. mléčné linie. Mléčná linie je viditelný předěl mezi žlutavou barvou obalu semen (dolní část zrna kukuřice) a bělavou barvou semene směrem ke špičce zrna kukuřice. Mléčná linie je vidět na straně naproti embryu. Spoléhání na mléčnou linii může být ve skutečnosti zavádějící, protože skutečný obsah vlhkosti rostliny se mezi hybridy liší. Nejlepším způsobem, jak stanovit dobu

sklizně, je monitorovat obsah sušiny rostliny (odříznout a nakrájet několik rostlin a usušit je v troubě), ale na farmách to není praktické. Přesná doba sklizně závisí na daném hybridu a v praxi i na dostupnosti smluvního partnera. Pro optimální proces tvorby bioplynu je vhodnější nižší obsah sušiny v biomase, než je obvyklé pro krmné účely. Přesto je nutné, z důvodu úspěšné konzervace, dosáhnout při sklizni minimální sušiny 28 %. Horní hranice sušiny by měla být maximálně na úrovni 32 %. Kromě vysokého výnosu hmoty jsou důležité i kvalitativní parametry biomasy. Ve srovnání s kukuřicí určenou pro výživu skotu jsou u hybridů k energetickým účelům požadovány zčásti jiné vlastnosti, které vyplývají z rozdílů při fermentaci hmoty. Doba setrvání biomasy ve fermentoru bioplynové stanice je 30 – 40 dnů, tj. mnohonásobně více než v bachoru přežvýkavců. Na rozdíl od výživy zvířat je cílem fermentace substrátu v bioplynových stanicích maximální produkce methanu, která závisí na vysokém stupni degradability biomasy. Kukuřice sklizená při sušině nad 32 % má pro produkci methanu méně příznivé vlastnosti, neboť při dozrávání se zvyšuje podíl obtížně fermentovatelného ligninu a klesá i degradovatelnost vlákniny. Zároveň se zvyšuje i podíl palic na výnosu, a tím narůstá výnos škrobu, který není pro fermentační zařízení ve vysokém množství potřebný [64]. Při monitorování obsahu vlhkosti rostlin se nesmí zapomínat, že celá rostlina schne asi 0,5 % za den, ale v teplém, suchém počasí to je více než 1 % [21]. Slámu kukuřice lze pak rozřezat na hrubou řezanku a využívat ji k přímému spalování, obdobně jako dřevní štěpku. Podobně lze využívat též kukuřičná vřetena po vyláčení zrna, která lze v případě potřeby rozmělnit na drobnější části, například na drtiči používaném pro drobnou dřevní hmotu, jako je klestí apod. [66] Spalování slaměných pelet nebo zrna je možné v automatických kotlích. Kukuřičná sláma obsahuje velký podíl popelovin, což výrazně snižuje její výhřevnost. Při vlhkosti 9 % má palivo výhřevnost 13,7 MJ/kg. Velký podíl dusíku může pak přispívat k tvorbě NO_x. Chlór v palivu omezuje teplotu přehřáté páry, což představuje omezení pro výrobu elektrické energie. Popel vzniklý po spálení má poměrně nízký obsah těžkých kovů a je tedy možné ho aplikovat jako minerální hnojivo.

2.11 Pšenice

Biologická charakteristika

Pšenice (*Triticum*) je rod jednoděložných rostlin z čeledi lipnicovitých s přibližně 20 druhy. Zahrnuje jak šlechtěné tak planě rostoucí druhy. Pšenice jsou jedny z nejstarších rostlin pocházejících z jihozápadní Asie. Předchůdcem všech forem pšenice je pšenice jednozrnka (*Triticum monococcum*). Mezi nejvýznamnější odrůdy patří: pšenice setá (*Triticum*

Bulhare, Obrázek 12), která se dá nalézt po celém světě v mnoha odrůdách, a pšenice tvrdá (*Triticum durum*), někdy také nazývaná „těstovinová pšenice“. Technologická užitečnost odrůd pšenice se dělí do pěti skupin: E – exkluzivní, A – kvalitativní, B – chlebová, K – na pečení a C – jiná. Pšenice ze skupin E, A a B se většinou používá na pečení chleba, ale skupina E je spíše pomocnou látkou. Hospodářská hodnota pšenice závisí na množství a kvalitě výnosu. Pro výběr té správné odrůdy pšenice je hlavním kritériem využití zrna. Při produkci zrna na krmivo by měla být rozhodujícím faktorem produktivita odrůdy, zatímco zrno určené na pečení by se mělo sklízet z odrůd známých svou dobrou kvalitou při mletí zrn. S ohledem na zemědělské vlastnosti se pšenice dělí do dvou skupin [22]:

Ozimé odrůdy: Aleta (C), Begra (A), Elena (A), Izolda (C), Kaja (C), Korweta (A), Liryka (C), Mikula (C), Symfonia (C), Wanda (C), Wilga (C), Zyta (A), Zorza (C)

Letní odrůdy: Broma (C), Eta (B), Hena (B), Hezja (B), Griwa (A), Ismena (A), Jagna (A), Jasna (A), Koksa (A), Nawra (A), Olimpia (A), Santa (B), Torka (E), Zebra (E).



Obrázek 12 Pšenice setá [78]

Přibližně 46 % pšenice se pěstuje na zrno, 40 % na krmivo, 8 % se používá jako osivo, a 6 % tvoří ztráty. Hlavním využitím zrna pšenice je výroba mouky. Většina letních odrůd se používá jako krmivo, nezávisle na tom, že téměř všechny mají dobrou kvalitu na pečení. Tuto situaci lze vysvětlit tím, že letní odrůdy se obvykle špatně melou. Mouka vyrobená z letních odrůd bývá tmavší a obsahuje více popela. Zvýšení celkové rozlohy pšeničných plantáží snižuje celkové náklady na údržbu, zajišťuje lepší kvalitu zrna, umožňuje širší výběr předplodin a přináší zázemí pro zakládání plantáží na půdách horší kvality. Výnos sklizený z letních odrůd bývá zpravidla nižší než výnos z odrůd ozimých.

Nároky na stanoviště

Během svého vegetačního období vyžaduje pšenice asi 200-240 mm dešťových srážek, ovšem ve fázi tvorby výhonků by měly rostliny dostat asi 30 % tohoto množství. Pšenice není příliš citlivá na nízké teploty a dokáže snést mráz až -20 °C. Letním odrudám svědčí pozdní mráz na jaře, ale v příliš teplém létě přinášejí nižší výnos. Ozimé i letní odrůdy jsou dlouhodobní druhy. Pšenice má nejvyšší nároky na kvalitu půdy ze všech obilovin a měla by se vysazovat na půdách třídy 1 a 2, kde bývá výnos vyšší a kde jsou rostliny méně závislé na klimatických podmínkách. Na půdách jiné třídy je míra výnosu výrazně závislá na klimatu. Na půdách třídy 3 hrozí větší nebezpečí nižšího výnosu během suchých a chladných let, zatímco pšenice pěstovaná na půdách vhodných pro žito vynáší asi o 25-30 % méně. Optimální pH půdy je asi 6,5. Pšenice je náchylná trpět nedostatkem iontů vápníku a přebytkem iontů hliníku a manganu. Odrůda pšenice ozimé má nejvyšší nároky na kvalitu půdy ze všech obilovin. Vysoký výnos lze sklídit z rostlin pěstovaných na půdách velmi dobrých a dobrých pro pěstování pšenice, na půdách dobrých pro pěstování žita, na horských půdách vhodných pro pšenici a cereálie, a na půdách vhodných pro obilná krmiva a/nebo půdách z kvalitativních tříd: I, II, IIIa, IIIb a IVa. Minerální hnojiva zvyšují možnost pěstovat pšenici i na chudších půdách. Letní odrůda pšenice má také vysoké požadavky na kvalitu půdy, hlavně kvůli svému nepřilíš dobře vyvinutému kořenovému systému [3]. Nejlepší podmínky pro vývoj rostlin lze nalézt na půdách s hlubším profilem humusu, s dobrými fyzikálními vlastnostmi a s vysokým obsahem živin.

Osevní postup

Letní i zimní odrůdy pšenice mají vysoké nároky na kvalitu půdy. Ovšem letní odrůda potřebuje úrodnou zeminu bohatou na živiny, zvláště na dusík. Půda nesmí být nakažená chorobami ani obsahovat zbytky z předchozí sklizně. Velmi důležitá se u tohoto druhu zdá likvidace plevele. Mezi nejlepší předplodiny můžeme zahrnout kořenové plodiny pěstované na hnoji a luskoviny (zvláště bob obecný). Nejhoršími předplodinami jsou obiloviny. Metoda kultivace závisí na použité předplodině. Po kořenových plodinách se doporučuje použít kultivátor, po sklizni obilnin by měly následovat meziplodiny, zatímco po motýlokvětých předplodinách je nutné odstranit drny a provést shrabování. Po luskovinách se pole kypří diskovými bránami, aby se rozmělnily zbytky sklizně; na konci vegetačního období se musí pole rozorot do hloubky 20-25 cm a pak se nechá ležet ladem. Jarní kultivace by se měla provádět co nejdříve, za vhodných vlhkostních podmínek, a to do hloubky 5 cm. Rozdrolená struktura půdy se nesmí poškodit. Dá se očekávat, že celkový výnos pšenice vyseté po předplodinách střední kvality

bude asi o 10-15 % nižší než výnos pšenice vyseté po dobrých předplodinách. Po špatných předchozích plodinách může tato hodnota klesnout o 25-30 %. Tuto odrůdu je vhodné pěstovat po řepce ozimé, luskovinách, kořenových plodinách, pozdních bramborách nebo po časně sklizené cukrové řepě. Pšenice ozimá by se neměla vysévat na pole, kde předtím rostla letní řepka, protože oba druhy bývají s velkou pravděpodobností napadány chorobami stébla. V tradičním systému pěstování stačí pro přípravu pole na pšenici kultivátor a vláčení; orba před výsevem není nutná. Pšenice nepotřebuje, aby byla půda předtím ponechána ladem.

Před zasetím je vhodné osivo ošetřit širokospektrálním hnojivem na semena. Pro ozimou odrůdu hustota setby závisí na čase setí, požadavcích na světlo, na typu a odrůdě. Pokud se typy, jež vyžadují málo světla, vysejí hustě, výnos se tím příliš nezmění, což je přesně opak toho, co by se stalo u rostlin náročných na světlo. Hustě vyseté rostliny rostou lépe v podmínkách vyššího hnojení dusíkem. Optimální počet obilek činí 450-500 kusů na čtvereční metr na lepších půdách, a 550-600 kusů na čtvereční metr na slabších půdách. Celková hmotnost osiva pro výše uvedenou hustotu se doporučuje zhruba 200-265 kg/ha, a rozestupy mezi řádky pro 400 sazenic na čtvereční metr by se měly rovnat 15 cm (pro 500 sazenic – 11 cm a pro 600 sazenic – 9 cm). Letní odrůda přináší nejvyšší výnos, když se vyseje brzy. Množství osiva závisí na vhodnosti půdy, a mělo by činit 180-240 kg/ha. Na nejlepších půdách se doporučuje hustota 400 sazenic na čtvereční metr s rozestupy řádků 15 cm, zatímco na slabších půdách by to mělo být 500-600 sazenic na čtvereční metr (rozpětí řádků 11 cm). Na půdách vhodných pro pěstování pšenice by se měla semena vkládat do hloubky 3 cm, na lehčích půdách může hloubka dosahovat až 5 cm [22].

Hnojení

Pro ozimé odrůdy se běžně používají minerální hnojiva s obsahem: N : P : K = 1 : 0,8 : 1. Optimální dávka dusíku pro pěstování pšenice by se měla rovnat asi 100 kg/ha. V tradičních systémech pěstování se obvykle aplikují dvě dávky v práškové formě během růstu rostlin. Doporučuje se, aby první dávka tvořila 60-70 % z celkového množství, a aby se nanasla před zahájením vegetace (na později založených plantážích) nebo po zahájení vegetace (na časně založených plantážích). Druhá dávka (neměla by přesáhnout 40 kg/ha) se aplikuje ve fázi třetího internodia (část stonku mezi jednotlivými uzlinami). Fosforečná i draslíková hnojiva se mohou aplikovat najednou, zatímco hořčík se používá jako hnojení před setím, hnojení na povrchu nebo postřik listů. Pšenice je náchylná trpět nedostatkem manganu a mědi. Letní odrůda je trochu náchylná trpět nedostatkem fosforu a draslíku. Ovšem na půdách s pH pod 5,6 rostliny kladně reagují na vápnění. Mezi běžně

používané metody hnojení patří dusík, fosfor a draslík. Dávky dusíku by měly být nižší než u ozimé odrůdy, na úrodnějších půdách je vhodné použít asi 80 kg/ha, zatímco na chudších půdách 80-100 kg/ha. Nižší dávky by se měly aplikovat v jedné dávce v rámci hnojení před výsevem. Vyšší dávky je dobré rozdělit do dvou částí: první dávka (asi 60 % celého množství) by se měla aplikovat před výsevem a druhá se roznese jako povrchové hnojení ve fázi tvorby výhonků [3]. Hnojení draslíkem je stejné jako u ozimé odrůdy.

Ochrana rostlin

Od nejranějších stádií růstu ohrožují sazenice pšenice infekce způsobované houbami, které se nacházejí v půdě a osivu. Mladé sazenice jsou velmi náchylné podléhat chorobám a jejich zdraví má výrazný vliv na celkový výnos. Základním ošetřením je aplikace hnojiva na osivo, což snižuje nutnost používání dalších fungicidů. Likvidaci plevele je možno dosáhnout také plánováním správného střídání plodin, kompletním obděláním půdy po sklizni, zajištěním čistoty osiva, vhodnou hustotou sazenic a různými metodami ochrany rostlin, které se hodí k danému typu a odrůdě plodin. Mezi nejčastější choroby patří sněť pšeničná a trpasličí, paluška pleťová, rážovka sněžná, nekróza semenáčků, srpovnička, stéblolam, padlí travní, rez žitná a plevová a paličkovice. Intenzivní likvidace plevele a chorob může vést k nárůstu množství hmyzu, který může snížit výnos zrna. Mezi nejčastější zástupce hmyzu patří muchnicovití, hrbáč osenní, vrtlakovití, mšice, listokaz obilní, osenice, mandelinkovití atd.

Sklizeň a energetické využití

Pšenice se sklízí klasickými žacími mlátičkami, sláma zůstává v řádcích na poli, kde dosychá a následně je balíkována. Pro energetické účely je možné sklízet i celou plodinu. V tomto případě je možné sklízet rostlinu řezačkou, samojízdným lisem nebo samojízdným peletovacím lisem. Průměrný výnos slámy je cca 4 t/ha. Pro energetiku se pšenice, respektive pšeničná sláma, zpracovává do formy balíků různého tvaru a hustoty. Pro velké kotle jsou vyráběny balíky o hmotnosti až 800 kg. Pro automatické kotle malého výkonu lze obilnou slámu využít také, ve formě pelet. Pelety jsou vyráběny na peletovacích linkách, přičemž velké oblíbě se těší používání samojízdných peletovacích lisů a výroby pelet přímo na poli. Při zpracování celé rostliny působí na tvorbu pelet příznivě obsah škrobu v zrna, který působí jako pojivo. Pšeničnou slámu lze považovat za poměrně kvalitní palivo. Oproti dřevu má větší podíl síry, chlóru a popela. Obsah těžkých kovů v popelu je poměrně nízký a teploty tavitelnosti jsou také nízké. Hrozí proto spekání popela v ohništi, narušování vyzdívky a komplikace při provozu

kotle. Sláma vysychá při dobrém skladování na vlhkost pod 10 % a tím dosahuje výhřevnosti 15 MJ/kg.

2.12 Řepka olejka

Biologická charakteristika

Brukev řepka neboli řepka olejka (*Brassica napus*) je jednoletá nebo dvouletá plodina pěstovaná pro svá olejnatá semena, využívaná zejména pro výrobu olejů (Obrázek 13). Řepka patří do kategorie brukvovitých, která zahrnuje více než 100 druhů a spoustu odrůd. Je cizosprašnou a medonosnou rostlinou. Má jarní i ozimou formu, její kořen je vřetenovitý, na podzim vytváří listovou růžici. Stonek je vzpřímený a oválný s bočními lodyhami, listy jsou lyrovité, květy žluté a uspořádané do řídkého hroznu. Plodem jsou šešule naplněné olejnatými semeny. Obsah oleje v semeni je 45-49 %. Mezi výnosové prvky patří počet rostlin na ploše, počet šešulí na rostlině a počet semen v šešuli. Vzhledem ke snížení množství zásoby fosilních paliv, stále rostoucí životní úrovni a spotřebě zboží a energetické produkci, začala být řepka olejka vnímána jako perspektivní materiál pro výrobu energie. Rostlina je významnou surovinou pro zpracování v různých oblastech průmyslu, hlavně pro dieselové motory. Rozsah využití řepky olejky je silně závislý na nákladech na její pěstování, na organizaci místních zdrojů, na užití a přizpůsobení technologických aspektu obchodu, na sušení a skladování. Je pěstována v mírných a subtropických pásmech téměř celého světa, nejvíce v Evropě [3].



Obrázek 13 Řepka olejka [79]

Nároky na stanoviště

Technologicky cenné výnosy řepky se dají sklídit pouze intenzivními metodami produkce. Řepka je velmi náročná na půdu. Vysoký a stabilní výnos se dá sklídit pouze z řepky vysazené na půdách dobré a velmi dobré kvality. Je-li vysazena na půdách střední kvality, bude výnos řepky nižší. Nejlepší půdy pro plantáže řepky jsou půdní třídy: I, II, IIIa a IIIb (dobré a velmi dobré půdy pro pěstování pšenice), ale plantáže lze založit i na půdách třídy IVa a IVb pod podmínkou vysoké míry kultivace. Pro plantáže řepky jsou nevhodnější úrodné, hluboké půdy s velkým obsahem humusu a vápníku a propustnými vrstvami. Řepka se dá vysadit i na půdách pro pěstování žita, ale pouze tehdy, jsou-li na to půdy připravené meliorací, tj. procesy pro zajištění dlouhého a stabilního pěstování a vysokého obsahu živin. Písčité půdy, nevhodné železité vrstvy půdy, odvodněné půdy, mokré a kyselé půdy a také nepropustné půdy se pro pěstování řepky nedoporučují. Zimní odrůda řepky roste hlavně v oblastech s vysokou vlhkostí a není náchylná trpět nedostatkem vody v raném stádiu růstu. Kvůli hlubokému systému hlavních kořenů dokáže rostlina přežít i dlouhá období sucha (až 3-6 týdnů) a vodu si odebírá z nejhlubších vrstev. Rostlina trpí mnohem více jarními suchy, která přicházejí po zahájení vegetačního období. Naopak letní odrůdy řepky jsou na sucha velmi citlivé, což může vést k opadání pupenů, snížení výnosu a nižšímu obsahu tuhu v semenech. Řepka je také citlivá na teplotní změny a mráz během zimy. Postupné klesání průměrné teploty a mírné zimní mrazíky rostliny otuží. Silné východní větry je však ničí a dehydrují rostlinné tkáně [53].

Osevní postup

Metoda kultivace půdy před založením řepkové plantáže závisí na předchozí plodině, která tam rostla, a na stavu půdy (např. vlhkost půdy, množství a kvalita zbytků sklizně, plevel atd.). Jelikož je osivo řepky tak drobné, měla by být kultivace precizní a zajistit zkpření a dostatečnou vlhkost horní vrstvy půdy (5-7 cm). Hlubší vrstvy by měly zůstat kompaktní, aby napomáhaly správnému stoupání spodní vody kapilárami, což je pro klíčení a růst mladé rostliny nezbytné. Podle stavu půdy se používají různé metody kultivace (shrabování, vláčení, kypření, běžné obdělávání). Obdělávání má za cíl připravit půdu na setbu. Dodatečné shrabování působí příznivě na likvidaci plevelu a umožňuje snížit množství dalších kultivačních zásahů. Kvůli svému hlubokému kořenovému systému roste řepka lépe na prokypřených půdách. Nejlepší předplodinou pro řepku jsou druhy, které brzy opouštějí pole a zanechají půdu čistou a bohatou na živiny. Časné odrůdy hrachu a jetele lučního, směs jetele, trav a tolice seté, zaorávané po prvním kosení, splňují všechny podmínky. Brambory a směšené jarní

pícniny jsou také dobrými předplodinami. Z obilnin jsou nejlepší zimní ječmen, který se sklízí brzy a umožňuje připravit půdu na výsev řepky. Po sklizni předplodin by se měla půda nechat odpočinout. To se dá urychlit válcováním. Potom může začít orba a setí. Typická hloubka orby by měla být 20-22 cm. Řepka vyžaduje velmi pečlivé obdělávání půdy. Doporučuje se co nejmenší počet jízd, protože semena řepky jsou velmi citlivá na stlačení půdy. Drobounké osivo řepky by se mělo vysévat mělce a rovnoměrně.

Hnojení

Řepka má poměrně vysoké výživové nároky, které ovlivňují obsah živin v semenech a slámě, poměr semena-sláma a míru výnosu. Řepka ozimá vyžaduje tyto základní živiny: dusík, draslík, fosfor, hořčík, síra. Řepka ozimá patří mezi rostliny nejnáročnější na dusík. Množství použitého hnojiva závisí na pH půdy, srážkách v zimě, na typu předplodin, na typu hnojiva, dříve použitých látek na ochranu rostlin a na odrůdě řepky, která se má vysadit. Když se řepka pěstuje po dobrých předplodinách např. jetel, tolíce setá, hrách a zimní směs motýlovitých rostlin, není hnojení nutné. Naopak absolutně nezbytné je hnojení v případě pěstování řepky na půdách dříve obsazených obilninami, které půdu ochuzují o dusík. Po předběžném hnojení by se měl zbytek hnojiva nanést ve dvou dávkách během jara. První dávka – asi 2/3 celého množství hnojiva – by se měla aplikovat na začátku jara před zahájením vegetačního období, zatímco zbytek asi o 2 týdny později [3].

Ochrana rostlin

Ochrana řepky se opírá o chemickou likvidaci plevelů, škůdců a chorob. Správně provedené agrotechnické úpravy jsou ovšem důležitým faktorem, který může populaci plevelů, škůdců a hub výrazně ovlivnit. Na velkých územích je žádoucí zejména střídat plodiny, připravovat půdu v plném cyklu a eliminovat monokultury řepky. Chemická likvidace plevelů herbicidy by se měla provádět, než semena řepky vyklíčí. Použití herbicidů po klíčení už nemá takový účinek. Mezi nejnebezpečnější škůdce řepky patří: krytonosec řepkový, krytonosec čtyřzubý, blýskáček řepkový, krytonosec šešulový a bejlmorka kapustová. Chemické pesticidy jsou jedním z nejúčinnějších způsobů eliminace škůdců. Před jejich aplikací je třeba pole důkladně prohlédnout. Při výběru pesticidů a volbě doby jejich použití by se měly zvážit druhy škůdců, jejich množství, aktivita během roku a za různých povětrnostních podmínek. Chemická likvidace hub by měla začít už před setbou ve formě fungicidního ošetření osiva, a po setbě by se mělo postupovat podle aktuální hrozby nemocí způsobovaných houbami.

Sklizeň a energetické využití

Mechanická sklizeň řepky probíhá buď jako jednofázová nebo jako dvoufázová.

Jednofázová sklizeň je výhodná z finančního a organizačního hlediska, ale ovlivňuje proces zrání rostlin. Měla by začít okamžitě poté, co všechny rostliny dosáhnou plného vzrůstu. Pro správný čas sklizeň je zřejmě nejdůležitější, aby všechny rostliny dozrávaly současně. V dnešní době se k tomu často používají regulátory růstu. Aplikace růstových regulátorů postřikem plantáží souvisí bezpochyby s vyššími materiálovými a mzdovými náklady, takže jednofázová sklizeň se stává méně rentabilní.

Dvoufázová sklizeň se zpravidla provádí žacíím strojem, který úrodu poseče, a harvester ji pak vymláčí. Po mnoho let se dvoufázová sklizeň považovala za nejrentabilnější metodu, která přináší semena nejlepší kvality. U dvoufázové sklizeň je nejdůležitější definovat ten správný okamžik, kdy začít. Optimální stádium růstu, v němž by se řepka měla sklízet, se nazývá stádium technologické zralosti [54].

Pro energetické využití je řepka zpracovávána především do formy paliva pro vznětové motory. Tím jsou tzv. metylestery mastných kyselin, které se přidávají do motorové nafty. Sláma není vhodná pro zkrmení, nelze ji využít ani jako stelivo a špatně se rozkládá po zaorání, takže se stává levným palivem, se kterým je nakládáno stejně jako se slámou obilovin. Pro velké kotle jsou vyráběny balíky, pro automatické kotle malého výkonu pelety různého průměru. Výnos řepkové slámy je od 2,8 do 4,5 t/ha. Řepková sláma je poměrně kvalitním palivem. Oproti dřevu má mnohem větší obsah popela, především však síry a chlóru. Obdobně jako u ostatních obilovin, je obsah těžkých kovů v popelu poměrně nízký a teploty tavitelnosti dostatečně vysoké, proto nehrozí při spalování spékání popela v ohništi a narušování vyzdívky. Řepková sláma vysychá při dobrém skladování na vlhkost pod 10 % a tím dosahuje výhřevnosti okolo 15 MJ/kg.

2.13 Slunečnice

Biologická charakteristika

Slunečnice (*Helianthus L.*) je rod vysokých bylin z čeledi hvězdnicovitých. Celý rod obsahuje přibližně 55 až 67 druhů, dva z nich, slunečnice roční a slunečnice topinambur, se pěstují po celém světě. V České republice se můžeme běžně setkat s pěti druhy a s jedním křížencem. Květenství rostlin z této čeledi tvoří hlava, ve které jsou seskupeny plodnice, které jsou ohraničeny okvětím rostliny (Obrázek 14). Vyšlechtěná slunečnice je jednoletou rostlinou s vědeckým názvem *Helianthus annuus*. Je to vzpřímená, nerozvětvená, jednoletá rostlina s typicky velkou zlatou hlavou,

jejíž semena jsou často konzumována v neupraveném stavu, ale slouží také k výrobě oleje. V posledních letech celosvětová plocha zemědělské půdy pro pěstování slunečnice vzrůstá. Je to především výsledek pěstování hybridních druhů, které jsou nižšího vzrůstu a rovněž usnadňují mechanizaci. Dalším důvodem je kladení stále většího důrazu na polynenasycené kyseliny pro lidskou spotřebu, které slunečnice obsahuje [24].



Obrázek 14 Slunečnice [80]

Nároky na stanoviště

Slunečnice je velmi přizpůsobivá plodina a dá se pěstovat v různých klimatických a půdních podmínkách. Díky svému dobře vyvinutému kořenovému systému je jednou z nejodolnějších plodin vůči suchu a považuje se za vhodnou i pro jižní země s částečně suchým podnebím. Jsou-li však rostliny v hlavním růstovém období a rozkvětu vystaveny stresu, výnos oleje se podstatnou měrou sníží. Slunečnice roste na různých půdách, od písčitých půd až po jílové. Na půdách s nízkou úrodností se jí daří lépe ve srovnání s jinými plodinami jako např. obilí, brambory a pšenice. Nejlepší rozsah pH je 6,5 až 8. Slunečnice se považuje za mírně citlivou na sůl. V zemích, kde je hospodářsky významná, se obvykle pěstuje na úrodných půdách. Nejčastěji se vysazuje na úrodných půdách se zvýšeným obsahem humusu, které jsou velmi vhodné nebo vhodné pro pěstování pšenice. Dá se také pěstovat na půdách, které se pro pěstování pšenice nehodí, na horských půdách pro pěstování pšenice nebo na půdách dobrých a velmi dobrých pro pěstování žita. Ovšem v takových případech bývá očekávaný výnos nižší. Půdy pro slunečnici by měly být odvodněné nebo umístěné na propustném podloží. Je-li slunečnice vystavena vlhkostnímu stresu, klesá počet a velikost listů. Jedním z mechanismů, které slunečnice využívá k ochraně před vlhkostním stresem, je chřadnutí, neboť, jak ukázaly řízené pokusy, v povadlých listech se ztráta vody snižuje do větší míry než při fotosyntéze.

Uspokojivého výnosu však lze dosáhnout bez zavlažování dokonce i v oblastech se zimními srážkami přibližně 300 mm. Ovšem nejlepší objem dešťových srážek bývá 300-500 mm. Slunečnice je dobře uzpůsobená teplým jihoevropským oblastem. Ke správnému růstu dochází, pokud teploty neklesají pod 10 °C, ale slunečnice dokáže odolat i mnohem nižším teplotám. Když dosáhnou stádia čtyř až šesti listů, zvládnou mladé rostliny i silné mrazy, a menší mrazíky nijak zvlášť nepoškodí ani zrající semena. Slunečnice vyžaduje hojnost slunečního světla a citlivě reaguje na délku dne. K zajištění úspěšného růstu během vegetačního období jsou třeba průměrné teploty v úhrnu nejméně 30 °C. Minimální požadavky na teplo jsou kolem 20 °C. Pozdní mráz na jaře však může rostliny poškodit tím, že se prodlouží jejich růst, a dokonce může vést k zežloutnutí listů [25].

Osevní postup

Pole pro slunečnice by se mělo připravovat jako u obilí nebo cukrové řepy. Doporučuje se pouze minimální obdělávání půdy. Oplodí semen však k uspokojivému vyklíčení vyžaduje pole s vysokým obsahem vlhkosti. Semena by se měla umístit do vlhké půdy, která je chráněná před prudkým vysycháním. Mezi nejlepší pole pro slunečnice patří místa, kde předtím rostly kořenové plodiny, hnojené nejlépe hnojem. V závislosti na typu půdy může rostlina potřebovat orbu, vláčení nebo běžnou kultivaci. Nejlepšími předplodinami pro pěstování slunečnice jsou kořenové plodiny, motýlokvěté a obilniny, zvláště pšenice. Rostlina vyžaduje podzimní orbu a na jaře kypření půdy. Slunečnice se tradičně vysévá o něco později než jiné plodiny, takže jarní vláčení zajistí eliminaci některých plevelů. Výsev se provádí po jednotlivých semenech, k čemuž je třeba půdu vhodně připravit, obvykle kultivátorem, včetně kultivátoru a řetězových bran. Semena slunečnice jsou schopna klíčit při 5 °C, ale v praxi jsou pro uspokojivé klíčení žádoucí teploty nad 10 °C, a pro úspěšné proražení na povrch i vyšší. Slunečnice se dá zpravidla vysévat poměrně brzy na jaře před jinými letními plodinami, jako např. obilí, bavlna nebo čirok. Časné výsadby vedou obvykle k vyšším výnosům semene a k vyššímu obsahu oleje v semenech. Klíčovým faktorem pro získání vysokých výnosů je optimální populace rostlin. Každá rostlina tvoří jen jedno květní lůžko, takže slunečnice není příliš schopna přizpůsobovat výnos, je-li odchylka od optimálního počtu rostlin velká. Pokud odchylka velká není, vytvářejí řidší populace větší květní lůžka, tak však mívají ve svém středu více prázdných semen, a výnos oleje je tak většinou menší. V oblastech s více než 500 mm ročních dešťových srážek se populace pohybují od 35 000 do 60 000 rostlin na hektar. Při zavlažování bývá počet rostlin na hektar o 25-50 % vyšší, ale tím stoupá i pravděpodobnost polehání rostlin. V praxi se osvědčila metoda pro

stanovení optimální hustoty populace podle průměru květního lůžka v době zralosti. Je-li menší než 12 cm, hustota rostlin je příliš vysoká, a je-li větší než 25 cm, hustota rostlin je příliš nízká. Výsadba se obvykle provádí vysazovačem kukuřice, který je vybaven speciální destičkou na slunečnice, nebo hloubičem na zrno, kdy je většina plnicích pohárků uzavřená. Běžné jsou vzdálenosti 75 cm mezi řádky. Při zavlažování bývají výnosy vyšší, když jsou rozestupy mezi řádky menší, 50 až 70 cm, a rozestupy v řádcích 15-30 cm. Je-li to možné, vysévají se řádky s východo-západní orientací, protože většina květních lůžek zůstává orientovaná na východ a mechanická sklizeň je pak snazší. Množství semen činí 5 až 15 kg/ha [24].

Hnojení

Oproti řepce vyžaduje slunečnice mnohem vyšší obsah živin v půdě, zvláště dusíku a draslíku. Všechny živiny by se měly dodat jednorázově během obdělávání půdy před setím. Dusík je vhodné dodat ve formě močoviny, fosfor jako trojitý superfosfát a draslík ve formě soli s vysokým procentem draslíku. Kyselé půdy by se měly vápnit, pokud se na nich pěstují i předplodiny, jinak výnos výrazně klesne a hnojení dusíkem nebude tak účinné.

Ochrana rostlin

V časných růstových stádiích bývá slunečnice citlivá na konkurenci s plevelem. Proto se doporučuje preemergentní vláčení následované křížovým vláčením plodin ve stádiu semenáčků. Potřebná kultivace se pak provádí, jakmile rostliny zakoření. K likvidaci určitých plevelů se používají herbicidy před setbou a/nebo preemergentní herbicidy. Slunečnice se podobá obilí v tom, že chutná mnoha druhům hmyzu. Některé druhy hmyzu jsou problematické jen občas, zatímco jiné se vyplatí vyhledávat, případně hubit alespoň jednou za vegetační období. Velkou hrozbou je pro slunečnici zavíječ slunečnicový nebo obalečník. V chladných, mokřích půdách mohou být semena nebo semenáčky napadány houbami, takže osivo se obvykle ošetřuje fungicidy. Pravděpodobně nejnebezpečnějším onemocněním je pro slunečnici hlízenka (bílá plíseň), která se vyskytuje i na sójových bobech, kanole a některých druzích širokolistých rostlin [23].

Sklizeň a energetické využití

Praktickým vodítkem pro určení vhodného stádia sklizně, je vysledovat dobu, kdy je spodní část úborů slunečnic žlutá a vnější listeny začínají hnědnout. Trpasličí odrůdy se sklízají kombajnem na obilniny, který je v přední části vybaven zvláštní násadou. Úspěšná jednofázová sklizeň vyžaduje rostliny

vysušené chemikáliemi. Jednofázová sklizeň se provádí, jakmile úbory začnou vysychat a jejich vlhkost klesne asi na 50-60 %. Nažky si stále ponechávají obsah vody asi 20 %, ale dají se vymlátit. Sklízet by se nemělo později než 2 týdny po aplikaci vysoušecích prostředků [25]. Harvester by měl být vybaven speciální hlavicí, která zajistí bezpečný přenos květenství do šroubového dopravníku. Ve středoevropských klimatických podmínkách by se měly slunečnice sklízet nejpozději v polovině září. Na podzim se průměrná vlhkost vzduchu zvyšuje a dny se krátí. V důsledku toho jsou úbory delší dobu vystaveny rose, což s velkou pravděpodobností povede k větší náchylnosti na choroby, plísně a hniloby. Velké množství dešťových srážek může výnos z plantáží snížit, nebo dokonce úplně zničit.

Po sklizni hlavního produktu, olejnatého semene, zbývá z této mohutné statné rostliny velké množství nadzemní hmoty, která není nijak účelně využívána a často bývá i problém s likvidací těchto hrubých organických zbytků. Jedná se především o slámu, ale rovněž o slunečnicové úbory, které zůstanou po vydrolení semene. Tyto zbytky po sklizni slunečnice na zrno – při plné zralosti - lze rovněž využívat pro přímé spalování. Je však třeba, aby tato hmota byla dostatečně vyschlá a upravena do vhodných tvarů, např. rozřezáním na hrubou řezanku, což lze považovat za určitou obdobu dřevní štěpky. Před spálením se doporučuje řezanku slunečnice uložit ve větraném skladu.

2.14 *Triticale*

Biologická charakteristika

Triticale je hybridní obilnina, která vznikla křížením žita a pšenice (Obrázek 15). Odtud její český název „žitovec“. Jeho hlavními pěstiteli jsou USA, Evropa a Austrálie. Vyznačuje se velkými klasy. Původní mateřskou rostlinou je pšenice a otcovskou žito. Rodové označení *Triticosecale* je složeninou latinského označení pšenice (*Triticum*) a žita (*Secale*). Odrůdy mají geneticky fixovaný vysoký výnosový potenciál, jsou tolerantnější k horším pěstitelským podmínkám než pšenice a mají dobrý zdravotní stav. V Česku jsou pěstovány ozimé odrůdy, existují i jarní formy.

Nároky na stanoviště

Požadavky triticales na teplo se pohybují někde uprostřed mezi pšenicí a žitem. Zrno začíná klíčit při teplotách 2-6 °C. Vývoj kultivace pokročil natolik, že zamrzání během zimy už momentálně není žádný problém. Nároky triticales na vodu dosahují na podzim asi 80-100 mm dešťových

srážek, zatímco na jaře po opětovném zahájení vegetace činí asi 190-220 mm. Nevýhodou jsou srpnové dešťové srážky, které opoždí zrání tohoto druhu, a mohou zpozdit úplné dozrání dokonce až do druhé poloviny září. Půdní nároky triticales jsou nižší než u pšenice nebo ječmene, ale vyšší než u ostatních obilnin, takže se dá efektivně pěstovat na velmi úrodných půdách, ale také na horších půdách vhodných pro pěstování žita.



Obrázek 15 Triticale [81]

Triticale, podobně jako jiné ozimé obiloviny, vynáší na žitných půdách méně ve srovnání s pšeničnými půdami, ale snížení úrody kvůli horším půdním podmínkám je nižší než v případě pšenice a ječmene. Proto se triticales doporučuje zejména pro statky s lehčími půdami, kde se pěstování ječmene a pšenice nedaří. Při pěstování triticales je nejdůležitější vybrat ty správné předplodiny. Všechny odrůdy triticales mají velmi podobné požadavky na předplodiny (tj. úroda zrna se sníží při přechodu z velmi dobrých předplodin na špatné). Ozimé triticales má na předplodiny poměrně vysoké nároky, které pocházejí z jeho výrazné citlivosti na choroby stébel a kořenového systému. O užitečnosti různých rostlin jako předplodin triticales rozhoduje také potřeba setby v období od 5. září do 10. října. Dobrymi předplodinami jsou luskoviny, řepka, rané a středně rané odrůdy brambor. Do této skupiny patří také jetel, tollice setá a jejich směsi s trávou. Předplodiny průměrné hodnoty zahrnují oves a obilnou siláž. Triticales se dá rovněž pěstovat po ozimé nebo jarní pšenici, ozimém ječmeni a středně pozdních bramborech. Je třeba zdůraznit, že po předplodinách průměrné hodnoty klesá výnos triticales o 5-10 %, a po špatných předplodinách je nižší o 10-20 % ve srovnání s výsevem po dobrých předplodinách. Na druhou stranu u středních a dobrých půd jsou výnosy ozimého triticales pěstovaného po obilninách mnohem vyšší než jarní obilniny naseté na srovnatelných stanovištích. Způsob obdělávání půdy pro ozimé triticales závisí na datu sklizně předplodin, na stavu půdy po sklizni předplodin a na technickém vybavení statku. Po časných předplodinách

(řepka, hrách, oves) se musí půda po sklizni obdělávat, pohnojit, připravit na výsev a osít. Po pozdních předplodinách (brambory, bob obecný) začíná kultivace obděláváním nebo kypřením, po němž se provádí orba [3].

Osevní postup

Triticale se seje secími stroji s rozestupy mezi řádky 10-15 cm, v hloubce 3-4 cm. Výběr vhodné hustoty výsevu závisí na požadavcích dané odrůdy, na vhodnosti půdy a čase setby. Překročení stanovené secí normy – tj. vyšší hustota rostlin v řádku – způsobuje nižší produktivitu jednotlivých klasů, snižuje hmotnost 1000 zrn a zvyšuje nebezpečí polehání. Je třeba poznamenat, že každé osivo je charakteristické jinými kvalitativními parametry, zejména hmotností 1000 zrn a klíčivostí. Čas setby je jedním z klíčových faktorů, které ovlivňují výnos triticale, a navíc je to faktor intenzivní. Optimální čas setby závisí na půdě a klimatických podmínkách ale i na povětrnostních podmínkách v daném roce. Na úrodných půdách v dobrých pěstitelských podmínkách to může být později, ale na slabých půdách se seje dříve. Nejlepší výnos triticale přináší setba v druhé a třetí dekádě září. Opožděné setí snižuje výnos kvůli nižšímu množství výhonků a horšímu přezimování. U pozdního setí triticale pěstovaného v monokulturách by měla být hustota setby vyšší o 10-15 %. Normy pro hustotu setby triticale jsou proto různé a pohybují se od 120 do 270 kg/ha [53].

Hnojení

Optimální půdní reakce pro ozimé triticale se pohybuje od 5,5 do 6,5 pH. Půdy s nižším pH vyžadují vápnění. U ozimého triticale se může vápnění zahrnout do pěstování předplodin (nejvýhodnější metoda) anebo provést přímo, ale to jen po časných předplodinách. Dávky fosforečných a draslíkových hnojiv, podobně jako u jiných rostlin, by se měly odhadovat na základě množství biologicky dostupných forem těchto látek v půdě [54]. Také velikost dávek dusíku by se měla zjistit podle potřeby hnojení, která odpovídá kvalitě půdy, povětrnostním podmínkám, výrobní technologii a očekávanému výnosu.

Ochrana rostlin

Osivo triticale může šířit četné choroby, jako je např. rážovka sněžná, paluška pleťová nebo braničnatka plevová, takže před setbou se musí zrno chemicky ošetřit. Boj s chorobami se u zimního triticale provádí na začátku tvorby výhonků, ve fázi prvního kolénka a také na konci tvorby výhonků a na začátku tvorby klasu. V období kvetení se fungicidy nepoužívají. Z drobných škůdců jsou pro triticale nejnebezpečnější bzunka ječná, mšice

a kohoutek černohlavý. Kromě toho by měly být rostliny ošetřeny na podzim, kdy nejčasnější plodiny napadají dvoukřídlí, na jaře v raném vývojovém stádiu rostlin, a od začátku tvorby klasu do konce rozkvetu [3].

Sklizeň a energetické využití

Sklizeň triticales lze zajistit posekáním na řádky a po doschnutí celý objem hmoty sebrat a slisovat do balíků. Pro spalování slámy (i celých rostlin včetně zrna) jsou pro větší kotelny (např. komunální) výhodnější hranaté balíky obřích rozměrů, o hmotnosti 300 nebo 500 q, než balíky maloobjemové, či válcové. Jejich tvar se řídí hlavně typem topeniště kotelny, kde se balíky spalují. Pro menší kotelny lze tvarovat též balíky menších rozměrů. Termín sklizně celých rostlin včetně zrna ke spalování je však třeba stanovit tak, aby nebylo obilí přezrálé, neboť by pak mohlo dojít k vyšším ztrátám v důsledku výdrolu zrna. Při skladování takovýchto balíků je pak třeba zajistit ve skladech ochranu proti hlodavcům. Celková produkce suché hmoty energetických obilovin (slámy + zrna) se pohybuje kolem 10 – 12 tun z jednoho hektaru, což je z hlediska ekonomických parametrů fytoenergetiky přijatelné množství. Výhřevnost slámy vysušené na 10 % obsah vlhkosti se pohybuje okolo 15 MJ/kg [66].

2.15 Žito seté

Biologická charakteristika

Žito seté (*Secale cereale*) je jednoletá i víceletá rostlina ozimého i jarního charakteru (Obrázek 16). Jedná se o cizosprašnou rostlinu, která je opylována větrem. Odnožuje se na podzim a v praxi se uplatňuje především žito ozimé. Rostlina je vysoká 1-2 metry a má modravý nádech. Kořenový systém je mohutný a díky tomu lze žito pěstovat i na chudších půdách. List má krátký jazýček a malá ouška, květenstvím je klas. Zrno je delší a nahé, má zelenou až modrozelenou barvu. Hmotnost tisíce semen se pohybuje kolem 25-40 g. Žito je typickou evropskou rostlinou. Je pěstováno na plochách v mírných až chladných oblastech, převážně v severní části zeměkoule. V Evropě se hlavně pěstuje zimní odrůda. Největší množství žita se pěstují ve východní Evropě.

Nároky na stanoviště

Nejpříznivější teploty těsně před setbou a v období mezi výsevem a vyklíčením žita jsou 10-13,5 °C. Na podzim je optimální průměrná denní teplota ve vegetačním období 7-8,3 °C. Žito je jedno z nejodolnějších obilovin vůči nízkým teplotám a vydrží mrazy až do -30 °C. Po vyklíčení

jsou pro žito optimální teploty 15,8-16,4 °C. Nároky žita na vodu dosahují na podzim 16-18 mm dešťových srážek na dekádu, zatímco v celém vegetačním období to je asi 220 mm, z toho 140 mm srážek by se mělo spadnout v květnu a červnu. Žito je druh vysoce tolerantní na půdu [3].



Obrázek 16 Žito seté [82]

Tato tolerance je výsledkem dobře vyvinutého kořenového systému, nízkých požadavků na vodu, efektivního hospodaření s vodou a vysoké tolerance na kyselé reakce pH i na volné ionty hliníku a hořčíku. Díky těmto vlastnostem bývá kolísání výnosů zrna žita na nejlepších půdách velmi nízké, ovšem vyšší je na slabších písčitých půdách, zvláště v letech, kdy málo prší. Obecně se dá žito doporučit pro zemědělské statky s lehčími, písčitými půdami, kde se pěstování náročnějších plodin (např. ječmen a pšenice) nevyplácí. Jelikož se žito vysévá na půdy nízké kvality, bývá výběr správné předplodiny zcela zásadní. Na slabých půdách zahrnují nejprůzračnější předplodiny bobovité rostliny, jako jsou lupina žlutá, hrachor roční nebo vikev huňatá. I brambory jsou dobrou předplodinou. Z obilnin nejlepší oves kvůli svým fyto-sanitárním vlastnostem (ochrana rostlin). O užitečnosti různých rostlin jako předplodin rozhoduje často i skutečnost, že žito se musí zasít v době od první dekády září do první dekády října. Nejhorší předplodiny jsou jiné zimní plodiny, protože ve srovnání s dobrými předplodinami mohou snížit výnos až o 15-25 %. Po sklizni bobovitých rostlin a plodin je třeba strniště zorat, zkyprřit či jinak obdělat, aby se podpořil rozklad rostlinných zbytků a zabránilo vyklíčení semen plevelu. Poté se oře v hloubce 20-25 cm. Obdělávání půdy pro žito se často zkracuje kvůli jeho časnému výsevu. Největší úspory času lze dosáhnout přímým výsevem žita pomocí speciálního secího stroje přímo do strniště po předplodinách. V místech, kde se předtím

pěstovaly brambory, se dá obdělávání půdy omezit na použití kultivátoru nebo motykového kultivátoru v hloubce 12-15 cm, a na použití brán.

Osevní postup

Čas setby je jedním z hlavních faktorů, které ovlivňují výnos. Optimální čas setby závisí na půdě a klimatických podmínkách stejně jako na povětrnostních podmínkách v daném roce. Měl by usnadnit dobré rozvětvení rostlin, než se vegetace zastaví, což podmiňuje správný počet úrodných stonků. Pozdní setba způsobuje, že na jaře se objeví nahodilé výhonky, které pak vedou k horšímu tvarování stonku. Mladé rostliny tvoří navíc jen slabý kořenový systém. Čas setby, v závislosti na zeměpisné šířce, se pohybuje od první dekády září do první dekády října. Žito se seje secími stroji do řádků s rozestupy 13-15 cm a do hloubky 3 cm. Hustota výsevu závisí na kvalitě půdy, předplodinách a na čase setby. Čím horší je vývoj rostlin, tím hustěji by se měly zasít. Je však nutno poznamenat, že osivo se liší různými kvalitativními parametry, zejména hmotností 1000 zrn a použitou hodnotou semen. Hybridní žito se seje hustěji, 260-280 zrn na 1 ha. Je-li hmotnost 1000 zrn 29 g, bývá hustota výsevu asi 80-90 kg/ha [3].

Hnojení

Žito toleruje kyselé pH půdy 5,1-5,5. Dávky fosforečných a draslíkových hnojiv, jako u jiných rostlin, by se měly odhadovat na základě množství biologicky dostupných forem těchto látek v půdě, a měly by záviset na vhodnosti půdy a očekávaném výnosu úrody žita.

Ochrana rostlin

Na semenech žita se mohou přenášet mnohé nemoci – na příklad rážovka sněžná, paluška pleťová, padání semenáčků. Takže před výsevem se musí semena chemicky ošetřit. V integrovaném zemědělství se správným střídáním plodin bývá pole žita schopno plevel samo regulovat, takže chemické metody likvidace nejsou nezbytné. Pokud se při pěstování žita musí bojovat s dvouděložným plevelem, doporučujeme na jaře po zahájení vegetace použít chemický postřik. Nejrozšířenější chorobu žita způsobuje giberela růžová. Ve fázi výhonků mohou listy žita napadat rez žitná, rynchosporium žitné a padlí.

Sklizeň a energetické využití

Žito by se mělo sklízet najednou, a to v plné zralosti pomocí kombajnu. V praxi probíhá sklizeň v první nebo druhé dekádě srpna, v některých letech

i ve třetí dekádě srpna. Energetické využití žitné slámy a její zpracování je obdobné jako u triticales.

2.16 Tráva

Obecná charakteristika

Z hlediska zemědělství patří mezi travní porosty louky, pastviny, proměnlivé travní porosty a dočasné travní porosty. Po celém světě je to velmi významný způsob využití půdy, neboť louky a pastviny na Zemi pokrývají asi 3200 miliónů hektarů, tj. 2/3 rozlohy zemědělské půdy. Travní porosty se vyskytují ve všech zeměpisných šířkách naší planety (Obrázek 17).

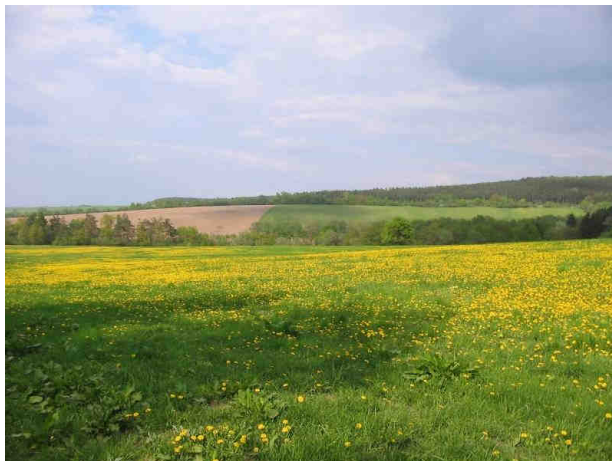
Nároky na stanoviště

Trvalé travní porosty lze nalézt po celém světě a v konkrétních klimatických zónách se klimatickým podmínkám přizpůsobují různé druhy trávy. Vegetativní období travních porostů začíná, jakmile průměrná teplota během dne dosáhne 0-4 °C, ale k intenzivnímu růstu dochází při teplotách přesahujících 5 °C. Pro luční traviny bývá nejvhodnější průměrná teplota 9 až 16 °C, zatímco teploty nad 16 °C mohou růst rostlin spíše brzdit. Trvalé travní porosty jsou náročné na vodu. Atmosférické srážky, zejména ve vegetačním období, jsou pro velikost výnosu biomasy rozhodující. Pro výnos 7 t/ha sušiny potřebují rostliny ve vegetačním období asi 540 mm srážek. Kromě atmosférických srážek je významné i množství spodní vody. Trvalé travní porosty lze nalézt na různých typech půdy, ale vyskytují se zpravidla ve specifických podmínkách. Z hlediska konfigurace dané oblasti se používají v místech s velkými svahy, aby omezily erozi a také kvůli snadnější kultivaci ve srovnání s ornou půdou. Druhým kritickým faktorem pro trvalé travní porosty je vysoká míra spodní vody v údolích řek nebo místních prohlubních. Kromě toho se dává trvalým travním porostům přednost na organických půdách. Všechny výše zmíněné podmínky výskytu jsou velmi výhodné pro travní porosty, ale omezují jiné způsoby využívání těchto pozemků [3].

Zakládání trvalých travních porostů

V případě zakládání nových travních porostů nebo obnovy silně zanedbaných oblastí začínají práce postřikem totálním herbicidem (glifosat) v dávce 4-5 l/ha. Jakmile se odstraní plevel, měly by se minerální půdy na podzim zorat v hloubce 25-30 cm. Orba organických půd by se měla provádět na jaře, a po agrotechnických úpravách (jako např.: vláčení, sekání, válení) by měl

následovat výsev semen. Setba by se měla provádět do vlhké a dobře uhlazené půdy hned po kultivačních úpravách. Pro setí trávy je nejlepším obdobím předjaří a druhá dekáda léta (druhá polovina srpna až do první dekády září). K setbě se používá secí stroj v hloubce od 0,5 do 1,5 cm.



Obrázek 17 Louka [83]

Mladé sazenice zpočátku nedokážou konkurovat plevelu, takže mezi základní údržbu, jakmile rostliny vyklíčí, patří sekání trávy, které oslabuje rychle rostoucí plevel a podporuje intenzivní růst trávy. Po sekání by se měl trávník pohnojit dusíkem v dávce 40-60 kg N/ha. Metody obnovy stávajících travních porostů závisí na přirozených podmínkách a na stavu konkrétního pozemku. Mezi metodami správy zanedbaných travních porostů můžeme rozlišovat: hnojení s racionální kultivací; podsetí a úplná destrukce drnů společně s novým osetím. První metoda, tj. hnojení s racionální kultivací zahrnuje hnojení znásobené o 50-100 % ve srovnání s běžným produkčním hnojením a časté sekání s cílem podpořit růst trávy. V případě podsetí se travní porost doplní novými druhy v závislosti na složení zeleného porostu. Při této metodě se využívají zvláštní secí stroje pro podsévání trávy. Na travních porostech se často vysévají nejrůznější směsi trávy a bobovitých rostlin. Z četných druhů trávy má 15 praktické použití, zatímco z bobovitých se používá zejména 6 druhů. Při výběru druhů pro složení směsí by se měly zvážit tyto faktory: použitá metoda (pěstování na seno, pastvina, proměnlivý porost), trvalost porostu, spolehlivost sklízení výnosu, typy půdy, vlhkost a konkurenceschopnost určitých druhů. Na lukách by měla dominovat vysoká tráva, tj. kostřava luční (*Festuca pratensis*), bojínek luční (*Phleum pratense*), srha laločnatá (*Dactylis glomerata*), ale přítomna by tam měla být i nízká tráva, na příklad: jílek vytrvalý (*Lolium perenne*), lipnice luční (*Poa pratensis*) nebo kostřava červená (*Festuca rubra*). U bobovitých rostlin patří k nejoblíbenějším druhům: jetel plazivý (*Trifolium repens*), jetel luční

(*Trifolium pretense*) a tollice setá (*Medicago Sativa*). Na pastvinách by měly dominovat druhy nízkého vzrůstu. Standardní výsev trávy a bobovitých rostlin v konkrétních zemích závisí na druzích. V závislosti na složení směsi určitého travního porostu se množství semen v praxi pohybuje od 30 do 45 kg/ha [52].

Hnojení

Hnojení má výrazný vliv na botanické složení zeleného porostu, na jeho trvalost i na produktivitu rostlin, které v travním porostu rostou. Chceme-li získat vysoký výnos z travních porostů, neměli bychom zapomínat, že jsou velmi náročné na výživu. Zdůraznit by se rovněž mělo, že z luk se biomasa společně s živinami každý rok odstraňuje, zatímco na pastvinách se část živin vrací do půdy v odpadech zvířat, které se tam chovají. Množství dávek hnojiva NPK by se mělo stanovit na základě obsahu přísad, které jsou v dostupné formě přítomny v půdě, a podle vhodnosti půdy, kvality zeleného porostu a očekávaného výnosu. Minerální hnojení se používá hlavně ve třech základních obdobích. Optimální pH půdy pro trávu se pohybuje od pH 5 do pH 8, zatímco bobovité rostliny vyžadují pH 7 a více. Případné vápnění by se mělo provádět co 3-6 let. Nemělo by se nicméně zapomínat, že čím je půda organičtější, tím méně by se mělo vápnit, neboť vápno urychluje rozpouštění organických sloučenin.

Energetické využití

Na travních porostech se produkuje především zelená píce pro krmení zvířat. Vyrábět se může také seno, siláž, senná siláž a hať. Různé druhy trávy mohou mít různou účinnost výroby bioplynu. Vezmeme-li v úvahu, že z výnosu čerstvé hmoty z travních porostů ve výši 20-40 t/ha se dá získat 1500-2100 m³/ha bioplynu, dá se snadno vypočíst, že energetický výkon může dosáhnout až 30-40 GJ/ha. Tabulka 5 ukazuje výnos čerstvé hmotnosti, výrobu bioplynu a energetický výkon z travních porostů oproti jiným rostlinám.

Tabulka 5 Produkce biomasy a energie u různých druhů rostlin [3]

Typ materiálu	Výnos čerstvé hmoty (t/ha)	Výroba bioplynu (m ³ /ha)	Energetický výkon (GJ/ha)
Biomasa z travních porostů	20-40	1500-2100	30-40
Tolice setá	25-35	3960-4360	85-94
Žito	30-40	1620-2025	35-43
Triticale	30-40	2000-2430	45-52
Obilí	30-50	6050-6750	87-745
Slunečnice	30-50	2430-3240	52-70
Cukrová řepa - kořeny	40-70	10260	220
Cukrová řepa - listy	30-50	3375	72

2.17 Význam termínu sklizně slamnatých energetických plodin

Výnos a kvalita vyprodukované fytomasy slamnatých energetických plodin (šřovík, lesknice, ovsík, ozdobnice) jsou ovlivňovány půdně-klimatickými podmínkami, ale také i dalšími faktory. Jedním z nich je také termín sklizně. Termín sklizně plodin má vliv na mnoho sledovaných ukazatelů fytomasy. Ukazatelé se také mění pro jednotlivé plodiny. Proto je důležité určit, v kterém termínu je konkrétní plodinu nejvhodnější sklízet pro vybrané energetické využití (bioplyn, přímé spalování či zkapalňování).

Rostliny pěstované na bioplyn je třeba ve většině případů sklízet v době, kdy obsah sušiny je menší než 30 %. Z tohoto důvodu je třeba plodiny sklízet během vegetační sezóny 3-4krát. Jiný postup je zapotřebí dodržet pro plodiny určené na spalování. Ty se sklízají většinou jednou do roka. Důležité je pak rozhodnutí, kdy sklízet, zda v době největšího nárůstu fytomasy, pozdě na podzim nebo brzy na jaře. Obecně největšího nárůstu fytomasy je dosahováno u většiny plodin v době kvetení nebo těsně po odkvětu. Potom dochází k postupné ztrátě fytomasy. Termín sklizně je důležitý z hlediska výnosů, obsahu vody ve fytomase apod. V prvním termínu sklizně – v období největší tvorby fytomasy, je obsah vody v rozmezí 60-70 %. Takto vlhká fytomasa se dá přímo využít pouze na výrobu bioplynu. Šřovík má v polovině července obsah vody pod 20 % a je vhodný pro sklizni na přímé

spalování. Pokud se má fytomasa používat pro účely přímého spalování nebo pro výrobu briket a pelet, je zapotřebí ji dosušet, buď přirozeně na poli nebo uměle v sušárnách. V těchto případech je zapotřebí počítat s dalšími náklady, které jsou hlavně v případě umělého dosoušení temperovaným nebo horkým vzduchem vysoké. Při pozdně podzimním termínu je u energeticky vytrvalých rostlin obsah vlhkosti většinou i nadále relativně vysoký a dosahuje hodnot 30-70 %. Výnos není o mnoho menší v porovnání s prvním termínem sklizně. V tomto termínu sklizně již nelze počítat s přirozeným dosoušením přímo na poli. Existují však dvě možnosti, jak eliminovat přebytečnou vodu. Buď porost dedikovat a nebo jej sklídit a dosušit uměle (jen se studeným nebo temperovaným vzduchem). Porosty lze také sklízet během zimního období, pokud to půdní a klimatické podmínky dovolují. Nebo lze sklízet až na jaře, do doby než začne plodina znovu růst (obrážet). První mrazy porost vysuší, takže jej lze pak sklízet a přímo spalovat. Vlhkost pod 20 % při jarním termínu sklizně je vhodná přímo k lisování briket a pelet, ke skladování nebo k okamžitému spalování. Průměrná ztráta fytomasu ozdobnice je 24,5 %, lesknice 22,5 % a ovsíku 20,8 %. Ztráta je kompenzována úbytkem vlhkosti, neboť na podzim bychom museli sklizenou fytomasu dosušet. Jarní sklizeň je také doporučována z toho důvodu, že při pozdějších termínech sklizně se snižuje obsah draslíku, chlóru, dusíku, síry i dalších prvků ve fytomasu v porovnání s dřívějšími termíny sklizně[32]. Množství živin obsažených v rostlinách je však nižší v porovnání s rostlinami z dřívější sklizně. Důvodem je translokace živin do kořenového systému a jejich vyluhování během zimy do půdy. Obsah popele v rostlinách je také ovlivněn typem půdy. Bylo zjištěno, že při pěstování lesknice na těžkých jílovitých půdách byl obsah popele 10,1 % v porovnání s rostlinami pěstovanými na půdách humózních, kde byl obsah popele pouze 2,2 %.

2.18 Vývoj situace výmladkových plantáží

V České republice vznikla první výmladková plantáž v roce 1994 v Hřebči-Peklově. Od té doby narůstala jejich rozloha poměrně pomalu, i přes možnosti dotací na založení porostů. Pomalý rozvoj plantáží také neumožnil zvýšení efektivity pěstování (s větší rozlohou a efektivnějšími pěstebními a sklízecími technologiemi), a proto se kalkulovaná cena vyprodukované štěpky pohybovala nad tržní cenou hnědého uhlí. Prudký nárůst zájmu o biomasu v roce 2003 (zejména ze stran velkých výtopen) vedl nepřímě také ke zvýšenému zájmu o záměrnou produkci biomasy, včetně výmladkových plantáží. První výmladkové plantáže RRD byly u nás zakládány soukromými subjekty v letech 1994 a 1995 pod vlivem příznivě se rozvíjející praxe využívání biomasy v Rakousku a částečně i sousedním Německu. Z dnešního

pohledu je možné říci, že tyto plantáže např. v Unhošti, Neznašově a Nové Vsi, předběhly svou dobu, neboť pro jejich fungování chyběly mnohé předpoklady - např. ověřený sortiment RRD, mechanizace sklizně, efektivní metody zakládání a pěstování, odbyt pro biomasu, ale zejména legislativní a dotační rámec, který by nově vznikajícímu oboru nebo komoditě pomohl dostat se do tržního fungování, jako je to obvyklé u ostatních plodin. Přesto však sehrály významnou roli osvětovou a některé z nich dnes fungují jako důležité matečnice - zdroje sadebního materiálu - řízků [60].

Druhá skupina plantáží vznikla v období 2000-2003. Nárůst rozloh byl však menší než se očekávalo a to i s ohledem na příznivé podmínky dotace. Ty byly nastaveny tak, že měly zcela nebo z velké části pokrýt náklady na založení porostů (produkčních i reprodukčních). Jedním z důvodů pomalého rozvoje byla skutečnost, že o tento způsob hospodaření neprojeví zájem velké zemědělské podniky nebo vlastníci půdy, které odrazovala zejména povinnost vyjímat ornou půdu k jinému využití, což v důsledku znamenalo nemožnost získávat dotace na zemědělskou půdu po vstupu do Evropské unie. Dalšími bariérami byly například vysoká cena za sadbu (řízky) - nasazená producenty na 3-5 Kč, dále chybějící odbyt (odpadní štěpka byla levnější) a chybějící technologie sklizně pro větší rozlohy. V současnosti rozloha založených výmladkových plantáží v ČR představuje cca 250 hektarů (článek Výmladkové plantáže topolů a vrb). Při propočtech ekonomické efektivity projektů využívajících biomasu a při rozhodování o jejich realizaci tvoří cena paliva (např. štěpky z výmladkových plantáží) jeden z klíčových vstupních parametrů. Jednou z možností, kterou lze využít pro modelování scénářů možného vývoje cen biomasy, je použití ekonomických modelů plantáží rychle rostoucích dřevin. Tyto plantáže představují potenciálně významný zdroj cíleně pěstované biomasy a lze je použít jako jeden z referenčních údajů.

Výzkum a praxe dosáhly výrazných pokroků, které posunuly problematiku výmladkových plantáží blíže k praktickému zemědělskému hospodaření [60]:

- tvorba legislativních a dotačních programů,
- specifikace sortimentu RRD (19 topolů a 25 vrb), zpřesnění jejich rajonizace,
- rozšíření rozlohy a produkce matečnic,
- zdokonalování jednotlivých fází pěstování, především zakládání plantáží a podle nich se zpřesňuje ekonomická kalkulace ceny výsledné štěpky,
- zlepšuje se osvěta a znalosti odborné veřejnosti.

V domácí praxi zatím velmi výrazně převládá pěstování topolů nad vrbami (asi v poměru 9:1). Na více než 70 % plantáží se dokonce pěstuje jeden topolový klon - označovaný jako japonský topol či japan. Pěstování japanů případně jiných vhodných topolů a vrb se v České republice stalo velmi populární mezi drobnými vlastníky půdy, jejichž záměrem je produkce palivového dřeva (méně často štěpky) pro vlastní využití.

Po více než 15 letech testování i praktického pěstování lze říci, že výmladkové plantáže topolů a vrb jsou velmi zajímavou alternativou pro české zemědělce [59]. Jejich pěstování může být na příznivých lokalitách ekonomicky přínosné i bez (speciálních) dotací, ovšem návratnost počáteční investice je možno očekávat mezi druhou až třetí sklizní. Mezi mnoha zemědělci však stále převládá poměrně velká opatrnost a obavy. Při dlouhodobých polních experimentech nebyly zjištěny žádné důvody, které by nasvědčovaly tomu, že topoly a vrby nějak negativně ovlivňují půdu nebo její úrodnost a využití. Spíše naopak, výmladkové plantáže mohou výrazně přispět k zvýšení diverzity intenzivně obhospodařované zemědělské krajiny a multifunkčnímu zemědělství.

Hlavním odběratelem biomasy (štěpky) z výmladkových plantáží je dnes sektor lokální a regionální tepelné a elektro-energetiky, jenž dokáže nabídnout zemědělcům dlouhodobé a stabilní odběratelské smlouvy, které by v dnešní proměnlivém agrárním trhu mohly být pro zemědělce určitou jistotou. Otázkou samozřejmě zůstávají výkupní ceny za štěpku, které je těžké odhadnout, neboť se zatím nevytvořil trh kvůli omezené rozloze plantáží. Pozitivním signálem je rostoucí poptávka po štěpce. Kromě sektoru energetiky projevují o štěpku také zájem (bio)rafinérie, papírny a výrobci pevných biopaliv (pelet, briket). Podle ekonomických kalkulací a odhadů lze říci, že pěstování energetické štěpky představuje stabilní a pozitivní příspěvek do rozpočtu zemědělců.

3 Úprava a zpracování biomasy pro energetické účely

Ze zkušeností posledních let se jeví jako perspektivnější pěstování rychle rostoucích dřevin oproti biomase stébelnaté. Obdobné závěry lze pozorovat i v okolních zemích střední Evropy. Při pěstování RRD mají mimo energetického užitku význam i ostatní aspekty. Plantáže mají vliv na krajínovtvorbu, zabraňují půdní erozi včetně hospodaření s vodou v krajině a jsou rovněž významnou složkou biologického prostředí volně žijících

živočichů. Z RRD se v podmínkách střední Evropy pěstují především topoly a vrby [62]. Výnosy energetických vrb jsou obdobné. Hodnoty sklizené suché hmoty se pohybují kolem 18t/ha/rok. Dřevo vytěžené z energetických plantáží RRD je možno zpracovat na palivo různými způsoby. Poměrně levným způsobem se jeví jednoduché zpracování do polen nebo jako krátké kusové dřevo. Vyššího zhodnocení materiálu lze dosáhnout výrobou topných briket či pelet, čímž se dosáhne mj. i podstatného zmenšení objemu, a tedy i zvýšení hustoty hmoty a využitelné energie.

3.1 Mechanická úprava pevných biopaliv

Mezi pevná biopaliva nejčastěji řadíme dřevo. V první fázi zpracování dřevní hmoty na palivo je jeho úprava co do velikosti. Zařízení na úpravu rozměrů dřeva můžeme rozdělit na stříhací zařízení, sekačky a drtiče.

3.1.1 Stříhací zařízení

Stříhací zařízení se používají pouze na přípravu dřeva pro energetické účely. Na výrobu klasického kusového palivového dřeva se používají jednožobová stříhací zařízení na principu gilotiny. Na jedno vysunutí stříhacího nože posune podávací zařízení stříhané dřevo o 25 až 30 cm. Vysunutím nože se dřevo tlakem o protinůž odstříhne. Součástí je obvykle svazkované zařízení. Tato zařízení jsou vhodná pro soukromé výrobce palivového dřeva [48].

Pro větší provozy se používají stříhací zařízení s větším počtem stříhacích nožů vedle sebe. Nože jsou od sebe vzdáleny přibližně 50 cm. Soustava nožů je umístěna vertikálně na boku spodní části násypky. Do násypky se sypou různé druhy odpadového dřeva (stavební odpad, křoviny, větve, pařezy), které po rozstřihnutí soustavou nožů padá na dopravník pod ním a dopravuje se do spalovacího zařízení. Tato zařízení jsou používána hlavně k homogenizaci odpadového dřeva, které lze jen obtížně štěpkovat (např. stavební odpad).

3.1.2 Štípání a sekání

Vytápění domu dřevem znamená hodně fyzické práce. Jednou z nejvíce namáhavých částí spalování dřeva je jeho štípání a sekání na palivové dřevo. Je však velmi důležité sekat a štípat dřeva velkých rozměrů na menší části. Mnohdy se dřevo nehodí do kamen dokud není poštípáno a nasekáno. Štípání a sekání dřeva je důležité z hlediska snižování nároku na skladovací prostory (protože naštípané dřevo zabere méně místa) a snížení požadavku

na přepravní prostor. Další výhodou naštípaného dřeva je, že se zvýší jeho povrch přes který se muže lépe odparovat voda a dřevo tak vysychá rychleji. Štípání snižuje čas nezbytný k dostatečnému vysušení dřeva na jeho optimální vlhkost 20 % (ideální vlhkost dřeva používaného pro topení). Proto se štípání také doporučuje z hlediska snadnějšího sušení. Štípání nebo sekání dřeva může být prováděno mnoha způsoby [49].

Pro štípání se používají různé typy a druhy štípaček, které naštípají polena na menší části. Tyto menší části jsou již vhodné pro topení (po dostatečném vysušení). Štípačky jsou primárně vhodné pro štípání velkých polen, které jsou nevhodné nebo by byly příliš obtížné na sekání pomocí sekery. Štípačky jsou vhodné pro štípání velko-objemových polen nebo kmenů při průmyslovém využití. Volba vhodné štípačky závisí na tom, jak bude využívána (rekreačně, průmyslově). Sekery na rozdíl od štípaček jsou určeny převážně pro rekreační účely a jsou méně výkonné. Sekery jsou používány na dělení menších špalků na části vhodné na topení. Pro řezání klád na menších částech jsou také často používány různé druhy pil a to buď ruční nebo motorové. Volba vhodného typu pily závisí na účelu, pro který bude použita a na frekvenci užití. V případě, že je používána pila s vysokým výkonem je velice důležité dodržovat všechny bezpečnostní pravidla pro zacházení s motorovou pilou. Lepší výkon a vyšší kvalita také zvyšuje cenu pily.

3.1.2.1 Štípačky

Štípačka je zařízení, které se používá k rozštípání polen na částice o velikosti 50–250 mm. Mezi nejběžněji používané patří spirálové štípačky, ale existují i jiné typy.

Spirálová štípačka se skládá ze šroubovitého řezacího nože namontovaného na horizontálním hřídeli. Výška šroubovice je konstantní po celé délce, průměr spirálové čepel je na začátku nula a na konci hřídele dosahuje maxima. Zatímco se hřídel otáčí, spirálová čepel zachycuje materiál a nařezává jej na plátky. Zařízení se plní samo. Výhodou této štípačky je její nízká spotřeba energie, ale velikost vyráběných částic je mnohem rozmanitější než u štěpkovače.

Nástroje na štípání polen jsou vysoce specializované na vykonávání jediného úkonu, a to na bezpečné a efektivní štípání dřeva. Hydraulické štípačky polen jsou navíc účinnější než palice, perlíky a klíny. Pro obzvlášť dlouhou životnost je nejlepší jednoduchost. Přeřezávací pila nepotřebuje benzín, zapalovací svíčky, atd.; a perlíky, klíny a palice (s řádnou péčí) vydrží déle než hydraulická štípačka polen. Hydraulická štípačka polen ovšem únavné

řezání palivového dříví v mnohém usnadní. Pokroucené a měkké dřeviny o průměru méně než 15 cm se dají rozštípat pomocí dvou a půl kilové palice tak snadno, že používání hydraulické štípačky polen by bylo jen plýtváním času. U tvrdších dřevin je ale štípání hydraulickou štípačkou polen jednodušší. Kus tvrdého, ale suchého dřeva je připraven k naštípání v kolébce hydraulické štípačky polen (Obrázek 18) [51].



Obrázek 18 Štípačka polen s celým polenem (vlevo) a s naštípaným polenem (vpravo)

Většina druhů dřeva se štípe mnohem snáze, když jsou suché. I manipulace je s nimi jednodušší, protože jsou mnohem lehčí. Každopádně hydraulickou štípačku polen lze použít i pro dřevo čerstvé a mokré.

3.1.2.2 Sekyry

Sekání znamená nasekání pokáceného stromu na délku polen nebo kousků palivového dříví. Často se musí nasekat i kmeny, které spadly přes cestu. Klády se většinou zpracovávají pilou, ale použít se k tomu dá i sekerá. Dobrý dřevorubec umí nasekat kládu za stejnou dobu, jaká je zapotřebí k nastavení a použití přerézávací pily. Pro štípání je nutné mít sekeru, která je k tomuto účelu přímo určená. Její čepel mívá mnohem ostřejší úhel, než sekerá na kácení a sekání klád. Výkon sekery závisí na dvou faktorech: setrvačná síla a přesnost úderu. Spotřeba energie při práci závisí na hmotnosti sekery a četnosti (rytmu) úderů za časovou jednotku. Těžší sekery a úderů započaté z vyššího místa zvyšují setrvačnou sílu. Tato výška závisí na výšce pracovníka a na délce topírka sekery. Tyto faktory jsou u každé sekery jiné. Dva dobře cílené záseky do stejného místa jsou účinnější než dva velmi silné záseky do různých míst [50].

3.1.2.3 Sekačky

Sekačky jsou zařízení k beztržskovému dělení dřeva pomocí sekacích nožů napříč vlákny biomasy a zároveň dělením na potřebnou tloušťku podél vláken díky klínovému tvaru nože. Sekačky můžeme dělit podle několika kritérií. Podle účelu použití, celkového technického řešení a začlenění do technologických linek sekačky rozdělujeme na stacionární a mobilní [34]:

Stacionární sekačky

Sekací agregát, skládající se z rotoru a statoru, je trvale zabudován do technologické linky na pevných základech. Před sekacím agregátem je v lince přísunové a podávací zařízení. Za sekacím agregátem je zařízení na odvod štěpky. K pohonu sekačky slouží elektromotor. Upravený sekací agregát stacionárních sekaček se obvykle používá jako sekací agregát do sekaček mobilních.

Mobilní sekačky

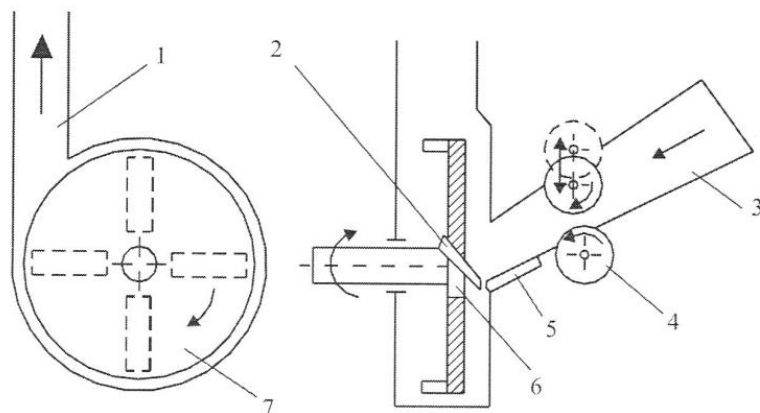
Pojízdné sekačky mají sekací agregát namontován a podvozku, který je určen k přesunu sekačky. Naproti tomu převozná sekačky nemají sekací agregát trvale zabudován na pevných základech ani namontovaný na podvozcích. Na pracoviště jsou převáženy jiným dopravním prostředkem. Podle sekacího orgánu dělíme sekačky na diskové, bubnové a šroubové [34].

Diskové sekačky

Diskové sekačky (Obrázek 19) patří mezi nejrozšířenější a nejvýkonnější zařízení na výrobu štěpky. Původně byly řešeny jen jako stacionární s průměrem disku od 1 000 do 2 000 mm, s počtem nožů od 2 do 16 a potřebným instalovaným příkonem až 500 kW. Sekačky byly řešeny tak, že dřevo šikmo klouzalo po žlabu k rotoru sekačky. Výkonnost těchto sekaček je velmi vysoká (250 až 300 m³/hod. při sekání rovnaného dřeva nebo krácených výřezů délky 2 až 4 m).

Pojízdné diskové sekačky vznikly ze stacionárních, na kterých byly provedeny úpravy a změny, aby byly schopny sekát i celé stromy na štěpku. V současnosti se vyrábějí diskové pojízdné sekačky dvojího provedení. Sekačky jejich rovina sekání je skloněna pod úhlem α k ose dopravníku, se vyznačují konstrukcí sekacího zařízení, která vyvolává přímo sekacími noži sílu potřebnou ke vtahování dřeva k sekacímu rotoru. Uvedená síla má velký význam při vtahování a formování koruny stromů podávací m zařízením.

Při řešení konstrukce to však s sebou nese určité nevýhody, jelikož je třeba používat převodovku na překonání úhlu α a uložení podávacího zařízení vychází velmi vysoko.



Obrázek 19 Schéma diskové sekačky [34]

1 - odsun štěpek, 2 - nůž, 3 - vstup suroviny, 4 - podávací válec, 5 - protinuž, 6 - přepust', 7 - diskové kolo

Sekačky, jejichž rovina sekání je kolmá na osu dopravníku a je pootočená k ose dopravníku o úhel β , umožní i při velkých průměrech sekacího disku zmenšit celkovou výšku podávacího zařízení, pokud sekání probíhá ve spodní části disku. Pohon celého zařízení je jednodušší, protože úhel β je vytvořen v horizontální poloze a spalovací motor je uložen vodorovně, což je vyhovující. Konstrukce takovéto sekačky však má své nevýhody. Podávací zařízení musí být vybaveno vertikálními válci, které zachytí účinek sekacích nožů na vtahovací dopravník do vertikálních válců a protinuž musí být řešen v rovině horizontální i vertikální.

Výhody diskových sekaček:

- velká kvalita vyrobené štěpky,
- možnost sekání dřeva až do průměru 500 mm při přijatelném hmotnostním i pevnostním dimenzování,
- velký setrvačný moment dovoluje zabudovat spalovací motor menšího výkonu,
- tyto sekačky nevyžadují zvláštní ventilátor, protože disk je vybavený lopatkami a má velký vrhací a ventilační účinek, který zabezpečí dopravu štěpky na požadované místo.

Mezi hlavní nevýhody patří skutečnost, že velikost vstupního otvoru je omezena poloměrem sekacího disku a že nejsou vhodné pro sekání chaotického materiálu vzhledem k omezené velikosti vstupního otvoru.

Bubnové sekačky

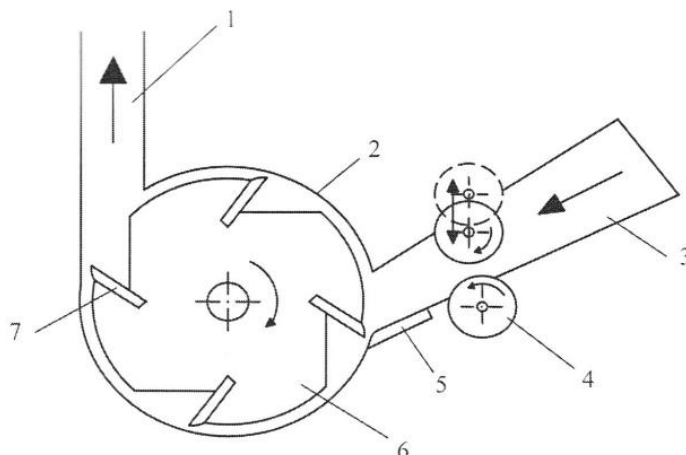
Sekací nože jsou uloženy na obvodu rotujícího válce. Tyto sekačky jsou konstruovány pro menší výkony a pro surovinu menších rozměrů. Používají se ke zpracování různého odpadu, např. v lesnictví k sekání chaotického materiálu (Obrázek 20).

Výhody bubnových sekaček:

- lepší konstrukční řešení rozložení agregátů na podvozku, horizontální uložení osy bubnu umožňuje výhodnější řešení celkového pohonu, nejsou požadavky na kuželové převodovky pro vyrovnání úhlů osy sekacího zařízení a motoru,
- možnost řešení vstupního dopravníku níže než u diskových sekaček,
- velká vhodnost pro sekání chaotického materiálu (velký vstupní otvor při optimálním poloměru bubnu a jeho délky).

Nevýhody bubnových sekaček:

- vzhledem k celkovému konstrukčně-pevnostnímu řešení sekacího agregátu jeho malému setrvačnickému momentu nejsou vhodné pro sekání dřeva větší tloušťky,
- úhel řezu se v době seku mění od maximálního po minimální, což má vliv na kvalitu štěpky, její tloušťka velmi kolísá a proto její využití jako technologické štěpky není vhodné,
- sekací buben má velmi malý ventilační účinek a vrhací téměř nulový, proto je zapotřebí montovat ventilátor pro dopravu štěpky z bubnu do zásobníku nebo kontejneru.



Obrázek 20 Schéma bubnové sekačky [34]

1 - odsun štěpek, 2 - kryt sekačky, 3 - vstup suroviny, 4 - podávací válec,
5 - protinůž, 6 - buben, 7 - nůž

Šroubové sekačky

Šroubové sekačky (Obrázek 21) jsou jednoúčelové malé sekačky ke štípání tenkých stromků a kmínků do velikosti přibližně 10 x 10 cm na palivovou štěpku s tloušťkou okolo 1 cm. Sekací orgán má tvar šroubovice se stoupajícím průměrem. Šroubovice se při otáčení postupně zařezává do dřeva a zároveň vtahuje dřevo k většímu průměru.

Podle způsobu dávkování dřeva do sekačky jsou pojízdné sekačky:

- s **ručním dávkováním dřeva** – hlavně na sekání tenkého odpadového dřeva. Nasekaná štěpka se pak používá převážně k energetickým účelům.
- s **mechanickým dávkováním dřeva** – dávkovacím zařízením je většinou hydraulická ruka.

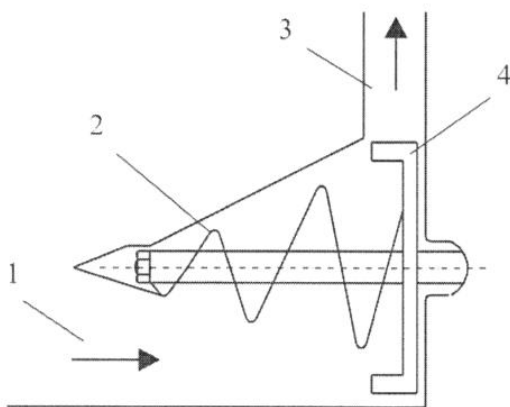
Podle způsobu podávání dřeva rozlišujeme sekačky:

- **bez podávacího zařízení** – dřevo je do sekacího agregátu podáváno vtahovacím účinkem sekacích nožů. Mohou se používat jen na sekání dřeva bez větví.
- s **mechanickým podávacím zařízením** – k podávání slouží soustava podávacích válců nebo řetězový dopravník s válci. technické řešení podávacího zařízení limituje použitelnost sekačky na sekání různých druhů dřeva.

Podle způsobu pohonu sekacího agregátu a ostatních agregátů na sekačky:

- **s pohonem od motoru bazového stroje** – obyčejné sekačky s menším výkonem na sekání tenkého odpadového dřeva.

s pohonem od separátního motoru – obvykle výkonnější sekačky na sekání koncentrovaných zbytků po těžbě, korunových částí stromů nebo celých stromů.



Obrázek 21 Schéma šroubové sekačky [34]

1 – vstup suroviny, 2- štěpkovač, 3 – odsun štěpek, 4 – výstupní lopatky

Podle celkového technického řešení, uspořádání a umístění agregátů na sekačky:

- **zavěšené na tříbodový závěs univerzálních traktorů** - jsou určeny k sekání tenkého odpadového dřeva. Sekačka je poháněna pomocí kardanové hřídele od motoru traktoru. Většinou nejsou vybaveny mechanickým podávacím zařízením a dřevo se podává ručně.
- **přívěsné za traktory** – řešení i použitelnost jsou podobné jako u sekaček na tříbodový závěs univerzálních traktorů. Některé sekačky agregované s traktory vyšších výkonových tříd jsou vybaveny hydraulickými rukama s podávacím zařízením.
- **umístěné na podvozcích nákladních automobilů a návěsů** – skupina nejvýkonnějších sekaček určených k sekání větví, kmenů, celých stromů na odvozních místech. Většinou mají vlastní pohon technologické nastavby samostatným motorem. Řešeny jsou běžně stavebnicově z některého typu stacionární sekačky, motoru, hydraulické ruky, kabiny s ovládáním a podávacím zařízením.

- **umístěné na podvozcích speciálních lesních traktorů** – jsou určeny k sekání dřeva přímo na těžebním místě nebo na přibližovací lince. Mohou také pracovat i na odvozních místech. Hlavní pracovní uzly (sekací agregát a podávání dřeva) jsou konstruovány tak, aby byly vhodné hlavně k sekání větví, vršků a ostatních zbytků po těžbě. Jsou vybaveny hydraulickou rukou a většinou separátním motorem k pohonu technologické nástavby. Většina z nich má kontejner, do kterého je štěpka pneumaticky dopravována při práci na těžebním místě nebo přibližovací lince.

3.1.3 Drcení

Drtiče jsou určeny k úpravě rozměrů dřeva, které není možné sekat sekačkami. Jedná se o dřevo drobné, mimořádně netvárné (křoviny apod.), znečištěné (např. pařezy, stavební odpadové dřevo). Podle počtu otáček drtiče dělíme na nízkootáčkové a vysokootáčkové.

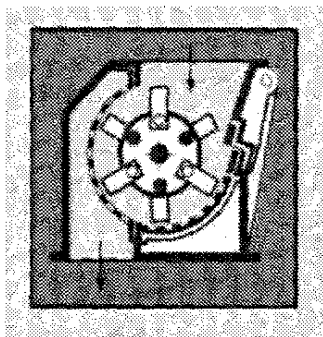
Nízkootáčkové drtiče jsou určeny hlavně k drcení rozměrově nehomogenního odpadu nábytkářské výroby. Činným orgánem je obvykle válec, po jehož obvodu jsou spirálovitě rozmístěny nožiky různých tvarů (hranaté, trojúhelníkové). Podle tvaru nožů je tvarován protinůž. K homogenizaci odpadového dřeva z lesa nejsou tyto drtiče příliš vhodné. Na zpracování těchto surovin jsou vhodnější vysokootáčkové drtiče. Podle tvaru drtícího orgánu je můžeme rozdělit na diskové a bubnové. Disk diskových drtičů je umístěn vertikálně s malými nožiky instalovanými v čelní ploše disku. Dřevo k disku přitlačuje hydraulicky ovládaná protilehlá stěna. Tyto drtiček jsou vhodné na drcení pařezů, kusového odpadu, těžebního odpadu a podobných surovin. Pracovní orgán bubnových vysokootáčkových drtičů může být vybaven spirálovitě rozmístěnými noži nebo kladívky. Drtiče vybavené noži jsou vhodné na drcení větví, kusového odpadu, apod. [8]. Drtiče opatřené kladívky je vhodné využít na drcení tenkých větví, křovin, kůry a podobných materiálů.

3.1.4 Mletí

Jak je tomu u všech rostlin, biomasa má vláknitou strukturu, která se určitými směry redukuje snadno, ale v jiných směrech obtížněji. Přestože proces mletí předpokládá rovnoměrné mletí ve všech směrech, neredukuje se kvůli povaze biomasy na prach, ale na vlákna, která jsou mnohem delší než širší. Mletí patří mezi velmi důležité metody při zpracování biomasy před jejím konečným užitím. Zmenšení velikosti představuje mechanický proces, který obvykle zahrnuje sekání nebo mletí. Zpracování je prováděno na strojích

s rotačními pracovními částmi. Předpokládá se, že mletím se zmenší velikost částic pod 80 mm. Materiál získaný mletím, má vyšší hustotu a získané částice mají jasně definovanou velikost. Během procesu se specifický povrch materiálu zvětšuje. Tento parametr významně ovlivňuje proces zhutňování biomasy a také konečnou kvalitu pelet a briket. Zpracováním biomasy, například mletím, se snižuje krystaličnost celulózy, která je požadována v procesech biokonverze. Navíc v hydrolytických reakcích biomasy je nezbytné k zajištění vhodné velikosti vstupního materiálu snížit teplo. Účinnost procesu strojového mletí je charakteristická jednotnou spotřebou energie (kWh/t) a vlastnostmi získaného produktu. Vlastnosti produktu mletí se definují pomocí průměrného geometrického průměru a rozdělení velikosti částic. Tyto veličiny (průměrný geometrický průměr a rozdělení velikosti částic) mají velký vliv na kompresi při výrobě pelet nebo briket. Informace o těchto veličinách jsou velmi důležité pro projektování strojů a zařízení, jako jsou např. pneumatické dopravníky a odstředivé odlučovače, o něž se opírají systémy na zpracování biomasy. Na poli přípravy biomasy pro společné spalování s uhlím bylo zjištěno, že je obtížné redukovat velikost dřeva s vysokou vlhkostí, takže by se mělo nejprve vysušit na obsah vlhkosti pod 8 %. Velikost tvrdého dřeva se snižuje snáze než měkká sláma. Sekací stroje spotřebují 0,5-2 % palivové energie, zatímco kladivové mlýny umožňují snížit spotřebu energie až na 0,5 %. Má-li palivo obsah vlhkosti 10-30 % (což je průměrný obsah vlhkosti při sklizni) energie spotřebovaná při mletí prudce stoupá. Při obsahu vlhkosti asi 30 % a při velikosti částic biomasy pod 0,05 mm dosahuje energetická náročnost mletí 8 % kalorické hodnoty paliva [9].

Proces mletí vyžaduje použití vhodných drtících strojů v závislosti na typu biomasy. V případě mletí dřeva a dřevního odpadu, které mají anizotropní vlastnosti – a kromě toho jsou to nehomogenní materiály – se mletí provádí v mlýnech (např. kladivový mlýn, Obrázek 22) s rotory s mnoha listy a prosévacími prvky.



Obrázek 22 Schéma kladivového mlýnu

V závislosti na charakteru a vlastnostech biomasy se liší také procesy mletí a jsou vyžadovány různá vhodná zařízení. Pro mletí dřevní biomasy a odpadní dřevní biomasy jsou používány mlýny s otáčivými prvky a příslušnými oddělovacími síty. Za otáčivé prvky jsou považovány metly nebo mnohokřídlé rotory [10]. Kladivové mlýny mají vysokorychlostní rotor opatřen kladivem, která se sama zarovnávají a sítím pro separaci produktu. Podle druhu síta se dá získávat produkt s velkou škálou různých velikostí částic. Na trhu je těchto strojů bohatá nabídka. V závislosti na účinnosti a provozní metodě je možno vybírat z řady zařízení stacionárních či mobilních. Stacionární zařízení jsou kompatibilní s jinými přístroji na přípravu biomasy, zatímco s mobilními stroji lze pracovat kdekoli. Mezi další stroje, které umožňují např. mletí dřeva, patří dvouproudové mlýny a křížové proudové mlýny. Dvouproudový mlýn je schopen produkovat mikro štěpku z různých surovin, mezi něž patří např. piliny, odpadní materiál z rozdrčených dřevotřískových desek, dřevní štěpka z prosévacích sítí třídících strojů, štěpka z odřezků z prstence a hřídele, a dřevní štěpka obecně. Na plnohodnotnou mikro štěpku zpracovává mlýn také části jednoletých rostlin. Křížový proudový mlýn vyrábí mikro štěpku. Je vybaven rotorem s mnoha listy a dvěma prstenci (drtící a prosévací). Konstrukce a provoz se podobají dvouproudovému drtícímu mlýnu, jen drtící komora a skluzný žlab pro plnění se geometricky liší od těch, které jsou namontované v dvouproudovém drtícím mlýně. Materiál se podává adekvátním plnicím systémem, který se skládá z prvků pro separaci nevhodných částic a špíny, a prvků, které zabezpečují pravidelnost plnění. Materiál se posunuje ve směru osy do drtící komory, kde je rovnoměrně rozložen vzdušným proudem vytvářeným listy rotoru. Poté narazí na drtící prstenec. Díky šroubovitému umístění žeber v drtícím prstenci směřuje rozdrčený materiál napříč k prosévacímu prstenci. Velikost pletiva síta určuje stupeň mletí. Mikro štěpka – po průchodu prosévacím sítím – je přepravena do výsyvky štěpky, jež se nachází pod mlýnem nebo přímo na pneumatickém dopravníku.

V současné době je na trhu široká nabídka těchto zařízení, která umožňuje zvolit optimální mletí pro každý druh biomasy. Např. proso prutnaté (sláma, rákos) vyžaduje mletí před dalším zpracováním. Vzhledem k tomuto charakteru, vyžaduje proso prutnaté použití mlecího zařízení kterému předchází proces redukce velikosti především prostřednictvím sekání.

Výběr mlecího zařízení je individuální, ale je třeba přihlídnout k následujícím faktorům: stupni stlačení, množství a druhu znečištění, stejně jako účelu mletí biomasy. Nejčastěji se na slámu používá mlýn jehož výsledek má vlákna dlouhá 6 – 10 mm. Sláma s takovou délkou vlákna se získá pomalou rotací sekacích mlýnu.

3.1.5 Balíkování

Biomasu v podobě slámy, sena nebo lesních zbytků, která je sbírána ve volné formě, je obtížné a časově náročné ji v přirozené podobě využít. Přeprava těchto materiálu je neekonomická vzhledem k tomu, že kapacita přepravního vozidla je nedostatečně využita. Kromě toho je potřeba zajistit větší skladovací prostory pro skladování tohoto druhu materiálu. Snížení požadavku na prostor (tj. zvýšení hustoty) slámy, sena nebo lesních zbytků je dosaženo lisováním v balíkovacích strojích.

V závislosti na tvaru komory lisu, se balíkovací stroje dělí do dvou skupin:

- čtvercové,
- oválné (válcování).

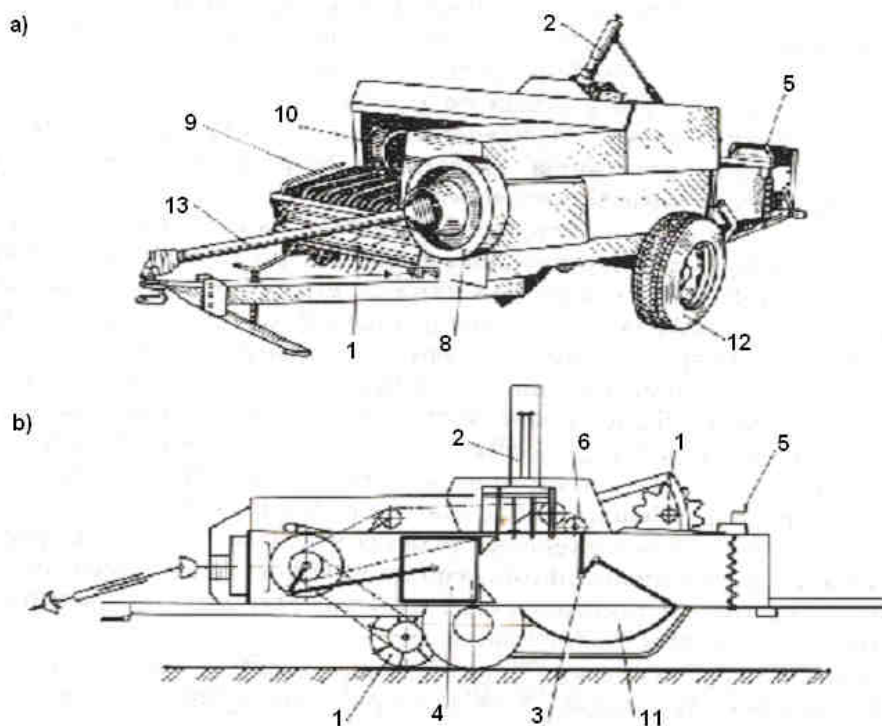
V závislosti na stupni lisování mohou být čtvercové balíkovací stroje rozděleny na:

- čtvercové balíkovací stroje s nízkou hustotou,
- čtvercové balíkovací stroje s vysokou hustotou (Obrázek 23).

V případě čtvercových balíkovacích strojů s nízkou hustotou, šířka tlakové komory a šířka nabíracího zařízení je stejná. Materiál ve čtvercových balíkovacích strojích je formován do tvaru čtvercových balíků. Hustota těchto balíků se pohybuje mezi 40 a 100 kg/m³ [7]. Balíkovací stroje tohoto druhu jsou v současné době již méně časté.

Při použití vysokotlakých čtvercových balíkovacích strojů může být dosažena hustota balíku cca 200 kg/m³, což umožňuje lepší využití přepravního vozidla a skladovacích prostor ve skladišti. V závislosti na velikosti průřezu lisovací komory balíkovacích strojů je lze rozdělit do dvou skupin: stroje tvořící malé balíky (průřez komory lisu je o 0,18 m²), a stroje tvořící velké balíky, tzv. velkoobjemové balíkovací stroje (průřez komory lisu je přibližně 0,7 m²) [6].

Oválné balíkovací stroje se vyznačují jednoduchou konstrukcí lisovací jednotky a jednoduchým vázacím zařízením. Sbíraný materiál je formován do tvaru válcového balíku.



Obrázek 23 Lis na čtvercové balíky vysoké hustoty: a) náhled, b) schéma,
 1 - sběrací ústrojí, 2 - navíječ, 3 – lisovací komora, 4 –píst, 5 – řízení lisování, 6 –
 uzlovací zařízení, 7 – ozubené kolo, 8 – setrvačnick, 9 – držák, 10 – šnekový
 dopravník, 11 – jehla, 12 – vnější kryt, 13 – kloubová hřídel

Oválné balíkovací stroje se člení na:

- balíkovací stroje s variabilní komorou,
- balíkovací stroje s pevnou komorou (Obrázek 24),
- balíkovací stroje vytvářející balíky na povrchu pole.

Oválné balíkovací stroje a čtvercové balíkovací stroje jsou zařízení, která jsou připojena k traktoru.



Obrázek 24 Balíkovač s pevnou komorou [84]

3.1.6 Paketování

Za lesní biomasu je považována každá rostlina nebo strom, který vyrostl v lesním porostu. Většina lesní biomasy je v současné době využívána jako surovina při výrobě a rafinaci tradičních výrobků ze dřeva jako je, řezivo, překližka, papír, chemikálie a mnoho dalších produktů. Tento typ produktu je obvykle vyroben ze stromu, které jsou více než 12 cm v průměru široké, přiměřeně rovné a zdravé [11]. Biomasa z takovýchto stromů je považována za obchodní.

Energetické systémy využívající lesní biomasu jsou schopny také využít odpadní nebo neobchodovatelnou biomasu. Energetické systémy, využívají biomasu cíleně určenou pro tyto systémy využívají: vrcholky a větve stromů po kácení, v řízeném lesnictví se jedná o dřevo špatné kvality, stromy vykácené během čištění pozemku, odpadní dřevo z městských oblastí, dřevní zbytky z pil. Protože se poptávka po těchto typech lesní biomasy zvyšuje, bude se její hodnota také zvyšovat a tak se může stát z neobchodovatelné biomasy zase obchodovatelnou.

Štěpkování je způsob zpracování dřevní hmoty na přijatelné palivo se současným zlepšením jeho sypného objemu, zvýšením homogenity a zlepšením manipulace jako paliva. Štěpkování se provádí v lese nejčastěji v místě sběru nebo mýcení nebo blízko tohoto místa. Zbytky po mýcení jsou v surovém stavu převáženy po cestách jen výjimečně. Bohužel štěpkování má také své nevýhody. Při skladování štěpky se vyskytují jistá nebezpečí, tj. když je materiál jednou naštepován je třeba ho co nejdříve využít jako palivo,

aby se zabránilo intenzivní mikrobiální aktivitě, která může způsobit nebezpečí pro zdraví z hlediska emisí spor, energetických zrát a dokonce i samovznícení naštepovaného materiálu.

Možnou alternativou ve zlepšení vlastností lesní biomasy z hlediska transportu je její svazování. Tyto svazky vytvářejí relativně stejnorodou jednotku, která při převozu umožňuje využít plnou kapacitu přepravního prostoru. Dalšími výhodami jsou efektivní manipulace při nakládce a zpracování v případě, že je velikost svazku optimální. Svazky mají dobré skladovací vlastnosti. Současně je možné pro převoz svazku využít klasické nákladky pro převoz klád, což usnadňuje i dlouhodobé plánování využití těchto zařízení pro nakládání.

Příprava na svazkování

Těžbou dřeva vzniká každoročně obrovské množství klestí. Převážná většina tohoto materiálu končila doposud jako odpad. Ten se buď pálil v lesech v rámci úpravy pracoviště, nebo se nechal shnít, ačkoli se mohl znovu využít. Opětovné využití zbytků z těžby dřeva není ničím novým, zbytky se ručně sbíraly a využívaly už v minulosti. Jelikož dnes manuální využití nepřichází v úvahu, probíhá sběr zbytků z těžby dřeva v průmyslovém měřítku mechanickými metodami. Dva důležité problémy zůstávají nicméně nevyřešené, potřeba specifického vybavení pro odvoz rozdrčených zbytků a nekvalitní skladování materiálu, které vede k rozsáhlým ztrátám sušiny, když se produkt nespotebuje během velmi krátké doby. Sběr nízkohodnotné dřevěné biomasy z lesa a její dodávka spotřebitelům je proces poměrně drahý. Náklady na manipulaci jsou vysoké, protože původně byly systémy lesního sběru navrženy pro dřevo s velkým průměrem a ne pro těžbu klestí, tj. stromků s malým průměrem, vršků korun, větve a stromky, které nelze prodat na řezivové dřevo. Nejziskovější sběr dřevěné biomasy je ten nejvíc mechanizovaný, využívající nové technologie navržené přímo pro sběr biomasy. Uspořádání klestí je klíčovým aspektem, který ovlivňuje všechny následující činnosti. Zůstanou-li po zpracování v lese přímo větve a špičky korun, stačí k umístění či uspořádání materiálu pro svazkovač jen velmi málo času. Musí-li však svazkovač manipulovat s celými stromy, je nutné, aby obsluha delší kusy správně zarovнала. Jsou-li zbytky řádně nachystané pro svazkování (Obrázek 25) už z předchozích činností, bude doba k uspořádání téměř nulová [12].



Obrázek 25 Zbytky po těžbě naskládané do kupek a řádků

Metody plnění a komprese

Svazkování se může provádět různými způsoby. Buď jednoduchým, manuálně plněným zařízením anebo kontinuální metodou svazkování pomocí stroje (Obrázek 26), která zahrnuje stlačování, svazování a sekání do požadované délky. Místo komprese se dá použít plnicí mechanismus s válečky pro velké balíky. Během komprese se objem materiálu snižuje asi o 80 %. Síla komprese je optimalizována tak, aby vznikaly kompaktní svazky, aniž by se materiál polámal. Proces svazkování je kontinuální, nemá žádná omezení co se týče délky nebo typu svazkovaného materiálu. Obsluha může délku hotového komprimovaného svazku upravovat, ale většina běžných délek se pohybuje od 2400 do 3700 mm.



Obrázek 26 Detail systému svazkování [46]

Možnost upravovat délku svazků pomáhá nakládat do plna i různé druhy a velikosti návěsů. Parametry, jako např. vzdálenost mezi vazbami provazem a periody stlačování, se konfiguruje na palubním počítači, který vypočítává,

kolik vazeb je potřeba, aby svazek přestál manipulaci i dopravu. Jeden svazek má objem přibližně 0,7 m³, v závislosti na materiálu [12]. Svazek klesí se automaticky řeže integrovanou řetězovou pilou. Vodicí deska systému, která navádí plněný materiál, jej při plnění automaticky seřezává, je-li ve svazku klesí nějaké tvrdé dřevo.

Chronologický přehled

Pracovní cyklus procesu svazkování (tj. všechny kroky ke zpracování jednoho svazku) lze rozdělit takto:

- Nakládka - začíná, když se rameno začne pohybovat směrem ke kupce nebo řádku se zbytky z těžby dřeva, a končí vyzdvižením a umístěním svazku zbytků na plnicí plošinu svazkovače, nebo puštěním svazku z drapákové lžice do komory svazkovače.
- Svazkování - začíná, když plnicí válečky nebo pásy svazkovače začnou tlačit zbytky do svazkovače, nebo když kompresní válce svazkovače začnou tlačit zbytky do komory svazkovače, a končí zabalením jednotlivých svazků.
- Sekání – začíná vynořením řetězové pily z ochranné schránky, a končí vyložení svazku ze stroje.
- Vykládání - začíná, když se komora svazkovače začne otevírat, a končí uzavřením komory.
- Kombinovaná nakládka - nakládka a některé další pracovní kroky probíhají současně (svazkování nebo sekání).
- Jízda pro nakládku/jiné pojiždění - začíná, když se svazkovač začne pohybovat, a končí zastavením svazkovače za účelem provedení další činnosti. Doba jízdy pro nakládku se skládá z krátkých pohybů z jednoho stanoviště na jiné. Ostatní doby jízdy představují delší pohyb. Svazkování nebo sekání může probíhat i za jízdy.

Produktivita svazkování

Na produktivitu svazkování má nejvýraznější vliv obsluha. V závislosti na pracovních zkušenostech obsluhy se může výkon pohybovat od 60 % průměrné produktivity – u nepříliš zkušené obsluhy (několik měsíců praxe) – až do 130 % při práci zručné obsluhy s 3 a více lety praxe. Kromě obsluhy ovlivňují produktivitu svazkování i podmínky sběru. Kvalita kupky a řádků zbytků má výrazný dopad na produktivitu. Když jsou kupky a řádky zbytků ve špatném stavu, klesne produktivita o 20 % než u svazkování kvalitních kupky a řádků. Mimoto ovlivňují produktivitu rovněž metody svazkování.

Při nakládce po obou stranách odtahové cesty se rozloha pracovní plochy zvětšuje, a pro nakládku stačí méně popojíždění. Nakládka zbytků z jedné strany odtahové cesty je ale efektivnější než nakládka z obou stran.

Skladování a přeprava

Svazky jsou systémem flexibilním, protože sušení a skladování může probíhat na mnoha místech, a citlivost na rušivé zásahy je poměrně nízká. Mezi další přínosy patří dobrá schopnost skladování oproti čerstvé štěpce. Při použití tradičních nákladních aut na převoz dřeva může přeprava svazků ohrozit silniční provoz. Malé kousky, které odpadávají z konců svazků, mohou způsobit nehody a jiné problémy. Doporučuje se proto náklad zakrýt. Riziko, že se materiál z konce svazků uvolní během přepravy, hrozí u všech typů svazků. Některé výrobní metody však mají vyšší riziko uvolnění u kratších, snadněji vyjmutelných kusů z konců svazků. Metoda svazkování, charakteristika svazovacího provazu a samotného materiálu ve svazku jsou důležité faktory, které se musí brát v úvahu při výpočtech rizika odpadávání kousků dřeva a rozpadu svazku během přepravy a manipulace. Bylo prokázáno, že pevnost v tahu nových sisalových provazů se rovná pevnosti nových polypropylenových provazů, nebo je dokonce lepší. Po 4 až 6 týdnech se ale sisalový provaz začíná rozpadat v místech, kde se dotýká jiných svazků, a v místech kontaktu svazků se zemí. Po 5 měsících mají rozpadlé části sisalového provazu nanejvýš 40 % své původní pevnosti v tahu [13]. Naopak syntetické provazy (vyrobené z polypropylenu) ztratí asi jen 20 % ze své původní pevnosti v tahu při skladování po dobu jednoho roku. Svazky mohou přepravovat standardní stroje pro provoz v terénu a na silnici, např. vyvážecí traktory a nákladní auta (Obrázek 27).



Obrázek 27 Silniční přeprava svazků [46]

3.1.7 Štěpkování

Zásadní otázkou pro hospodárné zpracování dřevní štěpky pro průmyslové využití je zpracování velkého objemu, které nemůže být provedeno bez vhodného mechanického zařízení. Setkáváme se s tímto problémem jak vsouvislosti s drcením dřevního odpadu, s těžbou odpadní a další biomasy, jakož i během jejich následného třídění. Velké objemy surovin pro účely výroby energie musí být efektivně vyráběny. Jednou z možností, jak snížit velký objem surové biomasy je štěpkování. Štěpkování je jedním z dezintegračních procesů. Štěpkovač se používá výhradně pro desintegraci dřevní biomasy. Desintegrace je nezbytnou částí mnoha technologií v procesech zpracování dřevní biomasy. Typickým příkladem je výroba dřevní štěpky jako paliva, nebo při výrobě stavebních desek, atd. Obsah sušiny v dřevní biomase během sklizně je nízký (přibližně 50 %), proto je užitečné zahrnout posklizňovou desintegraci z hlediska energetického, logistiky a technologie.

Kvalita dřevní štěpky z velké části závisí na povětrnostních podmínkách během sklizně a na povětrnostních podmínkách během zpracování a dokonce také během skladování surové biomasy před zpracováním.

Volba vhodného štěpkovače na dřevo závisí na požadavcích každého uživatele, které musí být pečlivě zhodnoceny z mnoha hledisek. Je nezbytné si uvědomit, zda bude štěpkovač využíván pouze příležitostně nebo bude využíván po dlouhou dobu při průmyslovém využití. Tento faktor ovlivňuje výkon zařízení a samozřejmě také jeho cenu. Je nezbytné se také rozhodnout, zda štěpkovač bude mít vlastní pohonnou jednotku nebo jej bude nezbytné připojit na jiný pohonný zdroj (např. elektrické řídicí zařízení traktoru). Dále je nezbytné si stanovit zda štěpkovač bude využíván jako stacionární zařízení nebo bude mobilní. V některých případech může být více účelné mít více výkonný stacionární štěpkovač, ale pro jiné případy se zase více hodí mobilní štěpkovač, který může být levnější (mobilní štěpkovače jsou vhodné v případech, kdy je nezbytné je přesouvat během krátkého časového období na jiné místo). Všechny tyto faktory ovlivňují cenu štěpkovače a také náklady na pracovníky, kteří budou zajišťovat jeho obsluhu [44].

Typy štěpkovačů

Mobilní štěpkovače se používají během sklizně nebo po ní; výběr závisí na typu biomasy. Mezi nejoblíbenější a nejčastěji používané patří mobilní štěpkovače bez vlastního pohonu (Obrázek 28). Tyto štěpkovače se napojují na elektrické hnací zařízení traktoru. Zařízení lze vybavit i vlastními zdroji energie, což mohou být interní spalovací motory nebo elektrické motory.

Spalovacím motorům se dává přednost hlavně při práci na poli. Pohon, který mobilními štěpkovači spotřebují při sklizni zemědělských a lesnických surovin, se pohybuje v desítkách kW. Mobilní štěpkovače bez vlastního pohonu se konstruuje jako návěsy, tahače s návěsem, nebo pro přepravu na vozidle. Další možností je vytvoření štěpkovače z těla kontejneru. Stacionární štěpkovače se používají pro štěpkování velkého množství surovin. Stacionární štěpkovače mají vlastní pohon. Výkon jejich zdrojů energie se pohybuje od 10 do 100 kW. Velikost štěpků závisí hlavně na plánovaném budoucím použití, a sahá od 8 mm do 20 cm. Energie spotřebovaná na štěpkování závisí z velké části na stupni rozpadu, fyzikálních vlastnostech štípaného materiálu (obsah vody, hustota, atd.) a na typu štěpkovače. Štěpkovače zpravidla spotřebují mezi 20-75 kWh/t energie [45].



Obrázek 28 Štěpkovač bez vlastního pohonu

Mezi běžné typy štěpkovačů patří diskové štěpkovače (Obrázek 29) a bubnové štěpkovače. Diskové štěpkovače se skládají z těžkého rotujícího disku o průměru asi 600–1000 mm a dvou až čtyř nožů. Velikost štěpky lze měnit úpravou nožů a kovadliny. Diskové štěpkovače produkují štěpku poměrně jednotné velikosti, neboť úhel sekání v poměru ke směru vláken stromu zůstává nezměněn bez ohledu na tloušťku kmene. Bubnové štěpkovače se skládají z rotujícího bubnu o průměru asi 450–600 mm, do něhož jsou vnořené nože ve dvou až čtyřech podélných drážkách v zakřiveném povrchu. Jako u diskového štěpkovače, i zde procházejí nože kolem fixní kovadliny a rovněž velikost štěpky se upravuje stejným

způsobem. V důsledku kruhového pohybu bubnového štěpkovače se úhel sekání ve vztahu ke směru vláken stromu mění společně s průměrem kmene. Takto vyprodukovaná štěpka je proto méně jednotného vzhledu oproti té, kterou vyrábí diskový štěpkovač [43].

Energie potřebná pro štěpkování představuje asi 1–3 % energetického obsahu dřevní biomasy. U materiálu s vyšším obsahem vlhkosti je to však méně kvůli nižšímu faktoru tření. Štěpkovače jsou k dispozici v nejrůznějších velikostech a mohou mít vlastní pohon (spalovací motor) nebo být poháněné traktorem. Plnění palivem lze vyřešit lokálně v rámci výrobního systému (např. štěpkovač pro pilařské závody) nebo upevněním na vyvážecí traktor nebo návěs pro provoz přímo na místě. Při výrobě štěpky z lesů existují různé způsoby, jak snížit náklady štěpkování. U štěpkovaného materiálu z raných probírek (kmen s průměrem méně než 15-20 cm a špičky korun) bývá slibnější a levnější, když se dřevo sklízí a štěpkuje v rámci jednoho procesního kroku. U lesních zbytků (větve, špičky korun z mýcení) se pak doporučuje používat spíše velký centrální štěpkovač ve spalovacím závodě nebo centrálním skladu [47].



Obrázek 29 Diskový štěpkovač [85]

3.1.8 Zařízení na briketování a peletování

Zařízení na briketování a peletování nadrceného či nařezaného materiálu můžeme rozdělit podle systémů tvarovacích zařízení na:

- pístové hydraulické nebo mechanické lisy jednorázové s průměrem briket 50 až 60 mm, univerzální na slámu, piliny, papír, pazdeří, které

většinou pracují v kombinaci s kalibrovacím drtičem. Běžná výkonnost těchto lisů je okolo 250 kg/h. Zpravidla se kombinuje jeden drtič se dvěma lisy.

- šnekové lisy jednovřetenové nebo dvouvrřetenové s výkonností 0,5 t/hod. a příkonem okolo 50 kW, s nutným pomocným zařízením kolem 70 kW, nebo více, jestliže je v lince zařazeno i sušení suroviny. Brikety ze šnekových lisů se vyznačují vysokým stupněm stlačení a velkou trvanlivostí. tyto lisy jsou vhodné na lisování pilin, není je však vhodné využívat pro lisování stébelnin.
- protlačovací, granulační lis, odvozené od granulačních lisů na výrobu tvarovaných krmiv na bázi slámy. Jsou rozlišovány dva typy lisů, s kruhovou, vertikální matricí nebo s horizontální deskovou matricí.

Výkonnost těchto lisů může být větší než 1 t/hod. při příkonu až 150 kW. Dřevěné brikety či pelety se tvoří při lisování materiálu vhodné zrnitosti (velikost frakcí je obvykle 8 x 8 x 1 mm, v závislosti na parametrech briketovacího lisu však až 40 mm) za vysokého tlaku (až 31,5 MPa) a teploty, kdy lignin plastifikuje a přejímá funkci pojiva. Někdy se vyrábějí brikety a pelety kombinované – z dřevního odpadu a uhelného prachu. V tom případě je do nich přimícháváno malé množství mletého vápence, na který se váže síra z uhlí, jež se pak méně uvolňuje do ovzduší, ale zůstává vázán v popelových komponentech (popel, popílek, úlet).

Brikety nebo pelety ze dřeva či jiné biomasy (např. z kukuřičných palic), umožňují dále používat topeniště na klasická pevná biopalivo, především dřevo a štěpku. To je výhodné především pro topeniště nízkých výkonů s přerušovaným provozem.

Energeticky je výroba pelet a briket poměrně náročná, protože vyžaduje vyšší úroveň dezintegrace vstupního materiálu při současném snížení jeho vlhkosti. Vhodná je proto jejich výroba již z materiálu vysušeného a dezintegrovaného v průběhu jiného, předcházejícího technologického procesu, např. z pilin a hoblin pocházejících z již vysušeného řeziva při dřevozpracující výrobě.

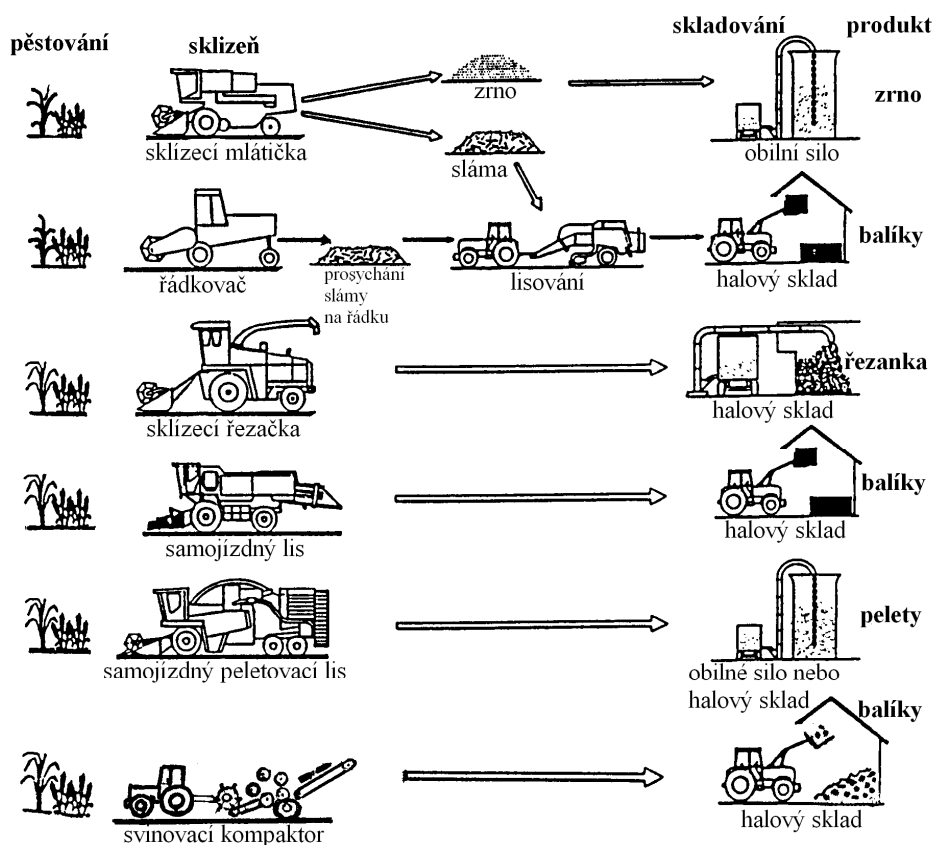
Výsledkem briketování dřevní hmoty je zušlechtnuté palivo s malým obsahem síry a s výhřevností 18 až 20 MJ/kg, s relativní vlhkostí 5 až 9 % a s objemovou hmotností 800 až 1000 kg/m³, se zůstatkem popela do 1,2 %, schopné prostorově úsporného skladování. Doba hoření briket je 180 až 240 minut při teplotě 300 až 700 °C [34].

Na rozdíl od výroby briket, vyžadující speciální strojní vybavení, lze palivové pelety vyrábět na linkách pro granulování krmiva. Je tak možné účelně zvýšit využití těchto technických zařízení mimo sezónu výroby

zelených úsušků. Vstupním materiálem může být štěpka, která se dále dezintegruje v kladívkovém šrotovníku (drtiči). Vzniklý materiál se suší v bubnové sušičce a lisuje na tvarovací lince. Nevýhodou je poddimenzování šrotovníku pro lesní štěpku a malý lisovací tlak tvarovací linky. Následkem toho je malá soudržnost pelet. Podrobnější popis zařízení na peletování a briketování je uvedeno v kapitole 3.3.4 a 3.3.5.

3.2 Mechanická úprava stébelnin

Základní systémy sklizně jsou uvedeny na Obrázek 30.



Obrázek 30 Systémy sklizně a úpravy energetických stébelnin celého obilí a travin

3.2.1 Sběrací vozy

Oblast využití sběracích vozů (Obrázek 31) je vzhledem k ekonomice dopravy (malé stlačení materiálu) limitována přepravní vzdáleností 2 km. Pro větší vzdálenosti jsou vhodnější stlačené stébelniny, tzn. využití sběracích lisů, popř. briketovacích nebo neletovacích lisů. Použití řezačky s velkoobjemovými dopravními soupravami je přibližně na úrovni sběracích lisů na velkoobjemové balíky [32].



Obrázek 31 Sběrací vůz [86]

3.2.2 Sběrací lisy

Pro sklizeň energetických stébelnin v suchém stavu, tj. slámy obilnin a olejnin, energetických obilnin, rákosovitých travin, ale také lnu a konopí, se stále více používají sběrací lisy na obří hranaté nebo válcové balíky. Další často užívanou variantou jsou kompaktní lisy, kdy výsledkem je hutný materiál ve tvaru špalku. Teplárny a výtopny dávají přednost hranatým balíkům, na farmách se pro menší kotle používají levnější svinovací lisy na válcové balíky a lisy na klasické malé balíky.

3.2.3 Lisy na válcové balíky

Pro svou nižší pořizovací cenu jsou stále oblíbeným typem sběracích lisů. Dnes se vyžaduje možnost změny velikosti lisovací komory a tím i velikosti balíků s ohledem na druh zpracovávaného materiálu a řezací ústrojí (Obrázek 32). Řezací ústrojí je vyžadováno především pro silážování, ale také pro spalování. Lis však potřebuje o něco výkonnější motor traktoru. Měnitelné rozměry lisovací komory umožňují vytvářet balíky slámy

o průměru až 1,8 m s obsahem až 3 m³ slisované slámy o hmotnosti do 500 kg. Pro silážní plodiny může být průměr balíků i pod 1 m.



Obrázek 32 Sběrací lis na válcové balíky [86]

3.2.4 Lisy na hranaté balíky

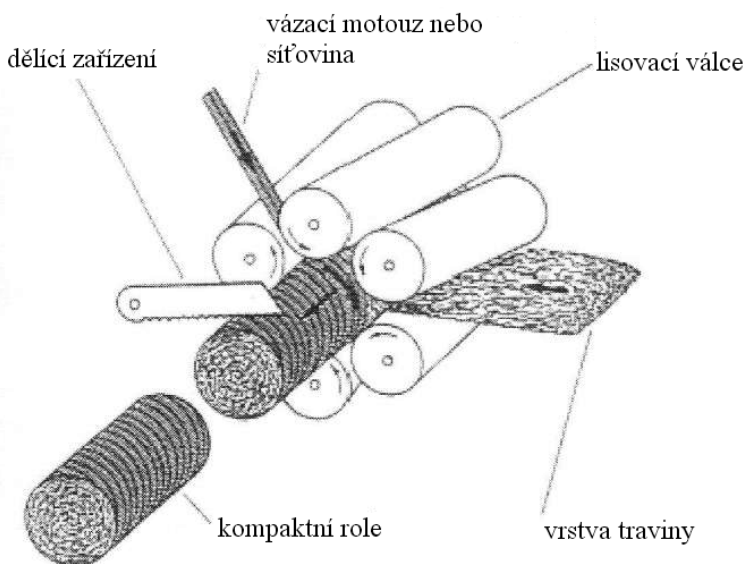
Řezací ústrojí je umístěno za sběračem. Plný počet nožů se využívá především při silážování. Balíky jsou tvořeny ve dvou základních rozměrech. Lis (Obrázek 33) má u sebe mechanizovaný vozík na dva nebo čtyři balíky, což usnadňuje nakládku a odvoz. Tenzometrická čidla ukazují řidiči několik skutečností, např. údaj o namáhání klikového hřídele nebo měření vlhkosti právě nakládaného materiálu.



Obrázek 33 Sběrací lis na hranaté obří balíky [87]

3.2.5 Svinovací lisy při sklizni slámy

Svinovací kompaktor (Obrázek 34) vytváří svinuté provazce válcového tvaru se značným stupněm stlačení, které je větší než u běžných obřích a vysokotlakých lisů a přibližuje se stupni stlačení briketovacích lisů. Průměry svinováním vytvořených válců se pohybují od 30 do 80 cm a nekonečně vytvářený válec se přídatnou pilou řeže na potřebné délky. Původní myšlenka směřovala ke zpracování objemných krmiv, tam se však neuplatnila. Princip využití je jasný, z pole nebo louky se odváží hotový výrobek schopný jakékoliv dopravy, o vysoké objemové hmotnosti, připravený k použití ve vhodné kotelně, pokud je vyroben ze suchého materiálu.



Obrázek 34 Schéma kompaktního svinovacího lisu [34]

Svinovací kompaktor obsahuje několik dílů shodných s rolovacími lisy na válcové balíky. Má sběrač, stejný podvozek a soustavu rotujících válců, které jsou však pevné a vytvářejí kónickou svinovací komoru. Má 6 až 13 rotujících válců, které jsou uloženy oboustranně v ložiskách a na jedné straně jsou poháněny soustavou ozubených kol v uzavřené skříni. Pohon je odvozen od pohonu traktoru. Úhel, který svírají jednotlivé válce s osou lisovací komory, může být plynule měně podle charakteru svinovaného materiálu a podle požadovaného stupně stlačení. Nastavení válců se řídí hydraulicky. Ovládací elektronika je v kabině traktoristy. Ta řídí i délku odřezávaných špalků a navinování tenkého provázku nebo síťky. Délka odřezávaných

balíků je libovolná, od 0,5 do 2,4 m. Odřezávané balíky odpadávají na manipulační, zásobníkovou plošinu nesenou nebo taženou lisem či na dopravník [32].

3.2.6 Briketování a peletování suchých stébelnin

Sláma na poli je levný zdroj a energetické obilí, např. Triticale dává v porovnání se vstupem vysoký výnos energie. Spotřeba přídavné energie na výrobu briket nebo pelet nepřesahuje 5 % tepelného obsahu briket. Překážkou jsou jen vysoké investiční náklady na potřebné stroje ve zpracovatelské lince. Tu tvoří manipulační zařízení, rozpojovač balíků, drtič u peletizačních protlačovacích lisů a vlastní lisy. Stacionární výroba tvarovaných paliv ze slámy je v rozporu s jinak výhodnou sklizní sběracími lisami, protože jednou slisovaný materiál znovu rozpojuje nebo dokonce šrotuje a opět lisuje. Volně ložená sláma sklizená sběracími vozy má vysoké požadavky na skladovací prostor a následnou manipulaci, přestože je cenově nejvýhodnější.

Proto trend vývoje směřuje k výrobě techniky zajišťující výrobu energetických briket ze stébelnin přímo na sklizeném pozemku. Systém může být tvořen sklízecí samojízdou řezačkou se žacími nebo sběracími ústrojími, na kterou navazuje dosoušecí provětrávací zařízení a lisovací peletovací ústrojí. Odpadné teplo z motorů je využito k dosušení sklizeného materiálu. Podrobnější popis zařízení na peletování a briketování je uveden v kapitolách 3.3.4 a 3.3.5.

3.3 Mechanická úprava rychle rostoucích dřevin

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. I přes to, že produkce rychle rostoucích dřevin je relativně mladým odvětvím, existuje mnoho vývojových stádií technologií pro jejich zpracování.

3.3.1 Metoda kmenových výřezů

Získání kmenových výřezů vyžaduje minimálně 10ti letou obmětní dobu, neboli desetiletý těžební interval. V tomto případě je nasazována klasická těžební lesnická technika. Jedná se o ruční motorové pily a harvestory.

Těžební technika kácí, odvětjuje a připravuje kulatinové výřezy požadovaných délek. Koruny a větve se dle potřeby buď odvázejí, nebo jsou mobilním štěpkovačem zpracovány přímo na místě [48].

3.3.2 Svazková metoda

Při svazkové neboli sběrací metodě jsou jednotlivé stromy nebo výhony dřevin jedním pracovním úkonem skáceny a sesbírány. Vznikají volně ložené nebo drátem či svazkovou přízí ovíjené svazky. U porostů s delším obmýtím je nasazován harvester s kácecí (střihací) a svazkující hlavicí. U řadových porostů s kratším obmýtím 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.

3.3.3 Metoda štěpkování

U metody štěpkování je třeba rozlišovat mezi jednofázovou a dvoufázovou těžbou. U dvoufázového způsobu těžby 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 s nebo bez mechanické ruky 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 sekacím štěpkovačem jsou používány samojízdné stroje s nastavnými agregáty, které stromy v jednom pracovním úkonu sekají i štěpkují. Tento velmi efektivní pracovní postup byl na celém světě použit ve více než dvaceti vývojových programech, ale jen zřídka je zaveden do praxe. Jak sklízecí rezačky, 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 [49].

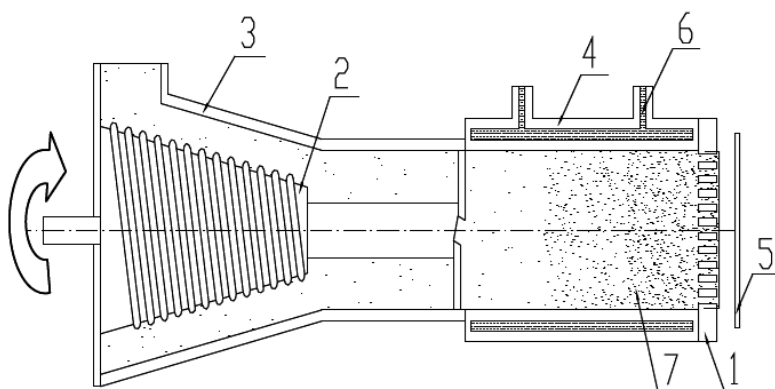
3.3.4 Zařízení na peletování

Technologie peletování je charakteristická tím, že v jednom okamžiku vzniká několik výlisků (pelet). Pelety jsou po průchodu lisovací maticí velmi horké a plastické. Až po vychladnutí získávají svou tvrdost a mechanickou odolnost. Tato technologie je náročná na kvalitu vstupní frakce, která musí

být jemnější než při jiných metodách zhutňování [4]. Pelety jsou vyráběny ve speciálních lisech. Existuje velké množství konstrukčních principů peletovacích strojů. Těm je podřízený také tvar matrice, která má velké množství otvorů, ve kterých se zhutňuje zpracováváný materiál. Tyto matrice mohou být buď válcové, kuželové nebo závitové. Po výstupu z matrice se pelety ořezávají na požadovanou délku [32].

3.3.4.1 Šroubový protlačecí stroj

Princip a konstrukce šroubového protlačecího stroje je jednoduchá (Obrázek 35). Šroubový podavač je současně i nástrojem lisu. Dodává materiál do lisovací komory a zároveň ho stlačuje. Pod vysokým tlakem je materiál protlačován přes kruhovou matrici. Teplota lisovací komory je stabilizovaná chladícím zařízením. Protlačované pelety se ulamují po dotyku s pevnou deskou. Výhodou principu je plynulý chod, jednoduchá výměna matrice a tím i změna průměru pelet. Mezi nevýhody lze zahrnout potřebu chladícího zařízení a nízký hodinový výkon.

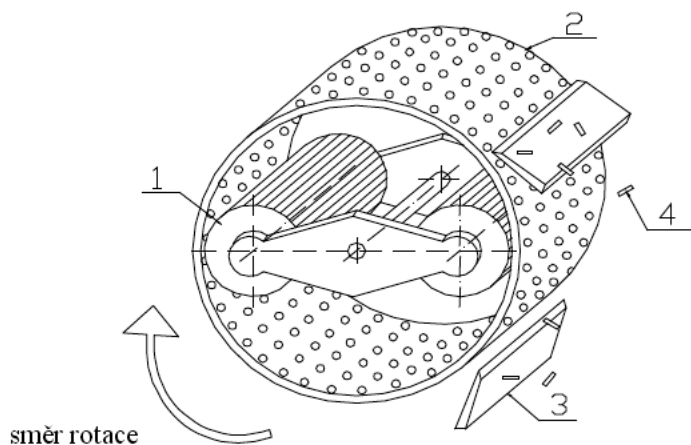


Obrázek 35 Schéma šroubového protlačecího stroje [34]

1 – matrice, 2 – šroubovice, 3 – komora, 4 – chladič, 5 – nůž, 6 – chladící médium, 7 – zpracováváný materiál

3.3.4.2 Horizontální peletovací stroj s válcovými kladkami a válcovou maticí

Při tomto způsobu peletování je materiál dodáván ve směru osy matrice (Obrázek 36). Vzhledem k rotačnímu pohybu, který matrice vykonává, je materiál promícháván. Válcové kladky jsou upevněné na unášeci, která se neotáčí. Kladky se otáčejí jen kolem vlastní osy. Pelety jsou po průchodu maticí ořezávány noži, které jsou pevně ukotvené v rámu stroje. Při rotačním pohybu se matrice ani válce nedotýkají. Výhodou konstrukčního řešení je minimální opotřebování kladek a matrice, nevýhodou je nerovnoměrné dodávání materiálu pod obě kladky.

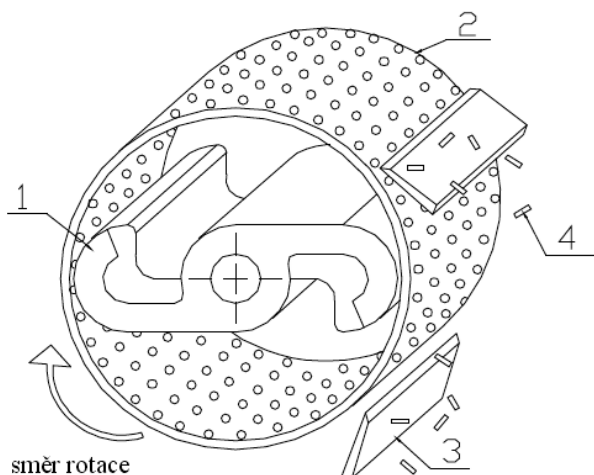


Obrázek 36 Schéma horizontálního peletovacího stroje s válcovými kladkami a válcovou maticí [34]

1 – lisovací kladky, 2 – ocelová matrice, 3 – nůž, 4 – pelety

3.3.4.3 Horizontální peletovací stroj s válcovou matricí a lisovacím rotorem

Konstrukce peletovacího stroje je shodná s předcházející konstrukcí. Rozdíl spočívá jen v odlišnosti zařízení a kinematických poměrech (Obrázek 37). Materiál je v komoře lisovaný otáčejícím se rotorem. Po protlačení přes otvory v matrici je materiál odřezán noži, které jsou spojeny s matricí a rotují v opačném směru jako rotor. V porovnání s předchozím řešením lze mezi výhody zařadit jednodušší konstrukci. Nevýhodou je vyšší tření mezi strojem a matricí a z toho vyplývající rychlejší opotřebení rotoru.

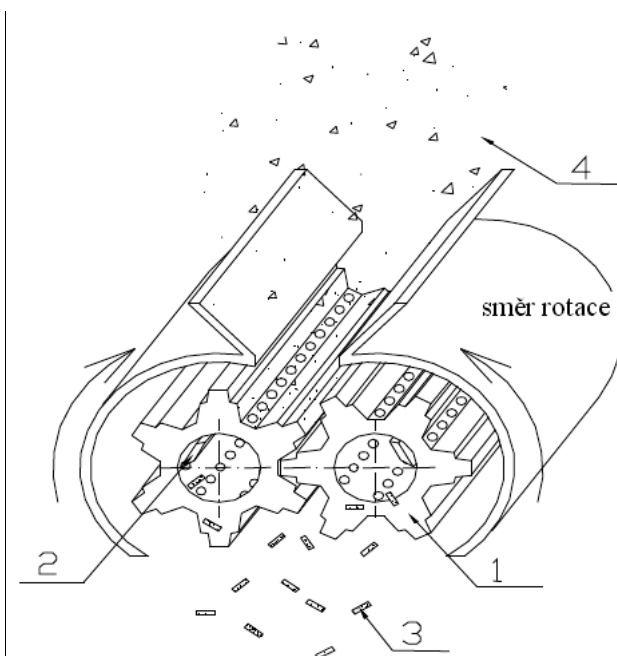


Obrázek 37 Schéma horizontálního peletovacího stroje s válcovou matricí a lisovacím rotorem [34]

1 – lisovací rotor, 2 – ocelová matrice, 3 – nůž, 4 – pelety

3.3.4.4 Horizontální peletovací stroj s ozubenými kolečkami

Tento peletovací stroj (Obrázek 38) se skládá z jednoho páru dutých válců, které mají po obvodě ozubení, v němž jsou navrtány otvory, přes které je materiál protlačován dovnitř válců. V dutinách válců uložené nože řezou vylisované pelety. Výhodou principu je jednoduché dávkování materiálu a také skutečnost, že nedochází k dotyku mezi kolečkami. Právě malý počet zubů je příčinou malého hodinového výkonu.

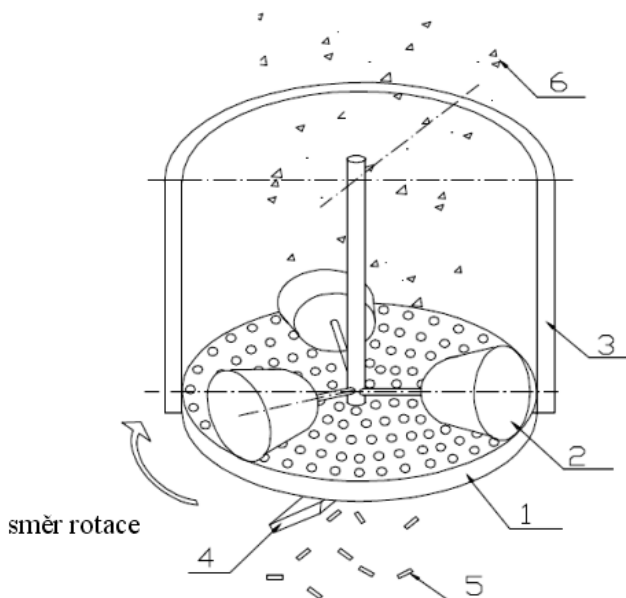


Obrázek 38 Schéma horizontálního peletovacího stroje s ozubenými kolečkami [34]

1 – ozubené kladky, 2 – nůž, 3 – pelety, 4 – lisované piliny

3.3.4.5 Vertikální peletovací stroj s kuželovými kladkami a plochou maticí

Konstrukce peletovacího stroje (Obrázek 39) je shodná s následujícím typem peletovacího stroje. Rozdíl je ve tvaru lisovacího nástroje. Místo válcových kladek jsou použity kladky kuželového tvaru, čím je dosaženo jejich rovnoměrného opotřebení po celé délce. Obvykle jsou používány tři kladky pootočené o 120° . Bývají uloženy na hřídelích, které nemají pohon.

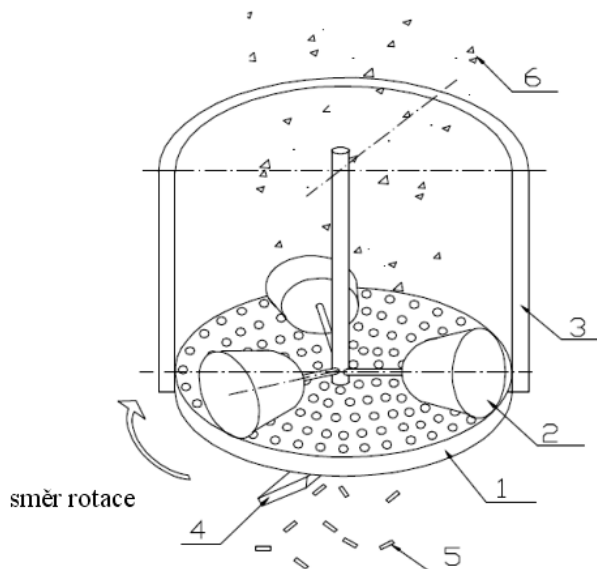


Obrázek 39 Schéma vertikálního peletovacího stroje s kuželovými kladkami a plochou maticí [34]

- 1 – plochá matice, 2 – kuželové kladky, 3 – lisovací komora, 4 – nůž,
5 – pelety, 6 – piliny

3.3.4.6 Vertikální peletovací stroj s válcovými kladkami a plochou maticí

K peletování dochází mezi dvěma nebo vícero kladkami uloženými na statických hřídelích a plochou kruhovou maticí s otvory požadovaného průměru (Obrázek 40). Matrice je poháněna závitnicí. Pokud je materiál dodáván shora, je rovnoměrně rozdělený po celé ploše matrice. Pod maticí jsou uloženy nože, které pelety po jejich vylisování řezou. Lisovací kladky jsou permanentně přitlačovány k povrchu matrice. Výhodou tohoto principu je rovnoměrné dávkování materiálu a dynamická vyváženost systému. Nevýhodou je poměrně velké a nerovnoměrné opotřebení kladek.



Obrázek 40 Schéma vertikálního peletovacího stroje s válcovými kladkami a plochou maticí [34]

- 1 – plochá matrice, 2 – válcové kladky, 3 – lisovací komora, 4 – nůž,
5 – pelety, 6 – piliny

3.3.4.7 EcoTre Systém

Technologie EcoTre Systém (Obrázek 41) je charakteristická podstatnou změnou technologie výroby v tom, že dřevní hmota je tvarována do pelet ve dvou maticích válcového tvaru, které se pohybují proti sobě. Výsledný produkt je při tom protlačován směrem dovnitř matic. Na dosažení požadované tvrdosti pelet a snížení energetické náročnosti výroby je využívána setrvačná síla rotujících matic a speciální úprava povrchu matic. Při lisech větších výkonu je vhodné stroje doplnit o přítlačné válce.



Obrázek 41 EcoTre Systém

3.3.5 Zařízení na briketování

Briketování je nejvíce známou a rozšířenou technologií zhutňování. Tato technologie využívá mechanické a chemické vlastnosti materiálů, které se použitím vysokotlakového lisování zhutňují do kompaktních tvarů (briket) bez přidávání pojiva. Při briketování, například biomasy, se působením vysokého tlaku a současného působení teploty uvolňuje z buněčných struktur materiálů tzv. lignin, který spojí jednotlivé částice do kompaktního celku. Briketování je možno využít na zhutňování těchto druhů materiálů: dřevní piliny, hobliny, kůra, dřevěný prach, sláma, bavlna, textil (přírodní materiály, syntetické materiály v kombinaci s materiály obsahující lignin), papír, odpad z nerostných surovin a jiné. Tvar brikety souvisí s použitou technologií. Vyrábějí se brikety válcové, kvádrové a n-úhelníkové, s dírou nebo bez díry. Briketa je vyráběna diskontinuálně z jednotlivých výlisků do nekonečného tvaru a po vychladnutí v chladícím kanálu je dělena na požadovanou délku. Síla při briketování je funkcí druhu lisovaného materiálu, vlhkosti a velikosti jeho frakce. Lisovací síla briketovacích lisů je získávána z hydraulického nebo mechanického pohonu [32].

3.3.5.1 Šroubové briketovací stroje

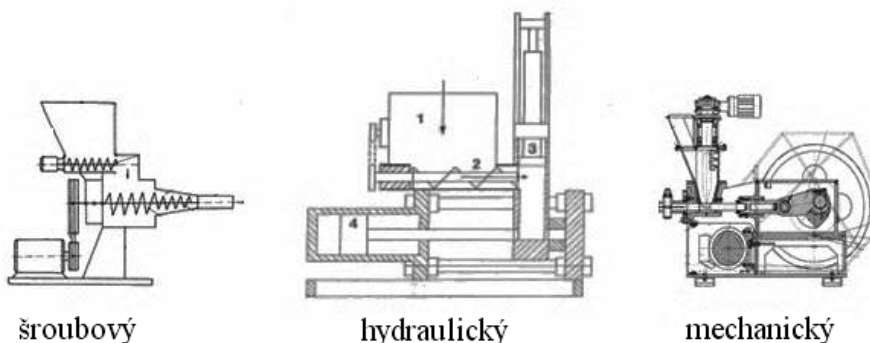
Lisování pomocí šroubovice je proces, při kterém je lisovaný materiál šroubem stáčen do zužujícího se průřezu (Obrázek 42). Vnější tvar brikety je dán tvarem tohoto průřezu – lisovací komory. Zpravidla bývá n-úhelníkový nebo profilový. Kvalita brikety je velmi vysoká, protože ve vytvářena kontinuálně a ne z jednotlivých výlisků. Vlivem vysokého tření mezi strojem a lisovaným materiálem dochází k rychlému opotřebení šroubovice a ložisek.

3.3.5.2 Lis s mechanickým pohonem

Při mechanickém pohonu je pohyb nástroje zajištěn elektromotorem přes řemenici. Jakmile stroj - šroubovice (Obrázek 42) vykonává rotační pohyb, je připojený přímo na výstup převodu. Transformace pohybu při lisech s přímočarým vratným pohybem stroje je zajišťována přes klikový nebo kolenově-pákový mechanismus. Výhodou klikového mechanismu je jednodušší konstrukce. Kolenově-pákový mechanismus umožňuje příznivěji měnit průběh síly v závislosti na zdvihu a také měnit velikosti tohoto zdvihu.

3.3.5.3 Hydraulické briketovací stroje

Při lisech s hydraulickým pohonem (Obrázek 42) je lisovací síla vyvozena přímo pístem hydraulického motoru. Výhodou těchto lisů je tichý provoz a relativně jednoduchá konstrukce. Vysoké lisovací tlaky (80 – 180 MPa) mají nepříznivý vliv na životnost hydrauliky. Dále je třeba si uvědomit, že cena brikety představuje více než 60 % z celkové ceny stroje. Lisovaný materiál je dodáván do zásobníku. Frekvenčně řízená podávací šroubovice dopravuje materiál do prvního stupně lisování. Zde je materiál přelísován pístem. Výkon stroje je možno měnit otáčením podávací šroubovice.



Obrázek 42 Konstrukce briketovacích lisů

3.4 Transport a logistika

Biomasa může být přepravována prostřednictvím různých typu dopravy. Volba nevhodnější formy přepravy závisí na typu, podobě, množství, zájmu zákazníka a na přepravní vzdálenosti. V některých případech může mezi jediné způsoby přepravy patřit kamionová přeprava, popř. přeprava vlakem. Také lodní a často i vlaková doprava vyžadují nákladní auta. Nákladní auta se stýkají s vlaky při nakládce a vykládce v depech nebo zpracovatelských závodech. Lodě potřebují návaznost na vlaky a/nebo nákladní auta v hlavních překladištích, ať již na pevnině nebo na pobřeží. Na výběr vybavení za nejnižší možné dodací náklady má největší vliv fyzická forma a kvalita biomasy. V mnoha případech jsou přepravní sazby stanovené podle vzdálenosti a velikosti kontejneru nezávisle na přepravované hmotnosti. Vyšší sypná hustota umožní přepravení větší hmotnosti materiálu na jednotku vzdálenosti. Kamionová přeprava bývá zpravidla lépe vyvinutá, a obvykle je také nejlevnější, ale se stoupající vzdáleností její cena stoupá.

3.4.1 Nakládka a vykládka

Kapacita přepravního prostoru

Některé zbytky z lesů a polí často nejsou konkurenceschopné, protože zdroje biomasy bývají rozptýlené na velkých prostorách, což vede k vysokým nákladům na sběr a dopravu. Náklady nákladní dopravy objemné biomasy na velké vzdálenosti se sníží, když se biomasa odebírá z místa, kde je již koncentrovaná, např. z pilařských závodů nebo cukrovarů. V nedalekém závodě na výrobu energie se pak dá přeměnit na přenosnější nosiče energie, není-li využita přímo na místě. Tam, kde se silniční přepravě nelze vyhnout kvůli nízké energetické hustotě mnoha pevných a kapalných forem biomasy, bývá dopad pohybu četných vozidel nevyhnutelný (Obrázek 43) [26].

Přeprava palivového dřeva

Přeprava celých stromů a pařezů po veřejných cestách vyžaduje určitou specifickou úpravu přepravního zařízení, aby se části přepravovaných stromů nepřekrývaly. Běžným řešením je, že se z pásu zavěšené pogumované textilie udělají pruhy, aby vznikl prostor podobný vaně, kam se vloží horní části stromů. Využití nakládací plochy se dá zvýšit různým kompresním vybavením, které částečný náklad upěchuje. Pařezy jsou materiálem výslovně nehomogenním a před přepravou se musí určitým způsobem připravit. Mají-li se pařezy přepravovat na delší vzdálenost, doporučuje se upravit je, na příklad, hydraulickými nůžkami.



Obrázek 43 Objemové rozdíly mezi materiály se stejnou hmotností u různých typů produktů

Přeprava chrastí, štěpky a pilin

Štěpka a piliny se přepravují nákladními auty. Při vyšších přepravních rychlostech může pronikající vzduch horní vrstvy nákladu odfouknout, a tak se pro přepravu hodí pouze uzavřená vozidla nebo nákladní auta, kde je horní vrstva přepravovaného materiálu zakrytá. Pro zvýšení kapacity přepravního vozidla se používají různé nástavby [27].

Přeprava nákladními automobily

Systémy přepravy nákladními automobily přinášejí mnoho přepravních možností; ty závisí především na typu biomasy a na vlastnostech biomasy.

Kontejnerový přepravní systém

Výhody kontejnerového přepravního systému:

- možnost zapojení kontejnerů a jejich dodávky do systému veřejné silniční přepravy,
- používání kontejnerů nejen pro přepravu, ale i pro přechodné skladování, čímž lze vyvážit nepravidelnost mezi výrobou a přepravou pro krátkodobé skladování; hodí se to také tam, kde je z technických důvodů nutné výrobní proces přerušit,

- snížení objemu ztrát a zlepšení kvality přepravovaných materiálů (štěpková biomasa, dřevní drť), takže dočasné skladování na nezpevněných plochách není nutné,
- urychlení a zefektivnění přepravy substrátů na polích se střídavým hospodářstvím a v silničních přepravních prostředcích (železnice), takže skládání a manipulace s nákladem není nutná.

Systémy kontejnerové přepravy (Obrázek 44) představují organizačně a technicky snadné řešení sběru odpadu z lesního průmyslu pro další zpracování. Je vhodné zajistit dostatečné množství kontejnerů na místě, kde se má odpad z lesního průmyslu třídit do různých skupin podle jejich následného zpracování (např. piliny, vyřazená dýha, jiné kousky odpadu). Výhodou kontejnerové přepravy je, že v průběhu nakládky odpadní biomasy nemusí být přítomna nákladní auta, stačí kontejnery. Vozidla se tím zbytečně neblokuje a mohou se používat jinde [28].



Obrázek 44 Přeprava kontejnery [46]

Přeprava svazků

V lesích se dá přeprava svazků k nejbližší lesní cestě provádět standardním vyvážecím traktorem. Běžná nákladní auta (Obrázek 45) lze použít k přepravě svazků od kraje silnice do spalovacího závodu. Jeden náklad dokáže převést 60 až 70 svazků. Dané přepravní náklady lze snížit vyšší hustotou svazků.



Obrázek 45 Přeprava svazků (paketů) [46]

Cisterna, vozidlo na přepravu zrna

Cisterny (Obrázek 46) bývají vybaveny pneumatickým přepravním systémem, který se dá s úspěchem použít pro dodávku dřevěných pelet do domácností a místních kotelen menšího formátu. Tento velmi výhodný, čistý dodací systém umožňuje plnění domácích skladů pelet prostřednictvím flexibilní trubky na vzdálenost až 30 m. Při pravidelné dodávce podle určitého harmonogramu se tak může stát používání dřevěných pelet stejně čisté a výhodné jako používání nafty. Chybou, které se řidiči cisteren běžně dopouštějí, je přeprava nákladu pod příliš vysokým tlakem. Pelety se tím mohou poškodit a v nákladu roste podíl prachu. To je ještě horší v případě nevhodně projektovaného skladu, např. těsné, pravoúhlé záhyby v dodacích trubkách a vyústění dodací trubky přímo proti zdi nebo pevnému povrchu. Proti ústí dodací trubky ve skladu pelet se doporučuje nainstalovat měkké usměrňovače [29]. Vývoj pneumatické dodávky dřevní štěpky už zaznamenal značný pokrok, ale přesto štěpka většinou neproudí tak spolehlivě jako pelety.



Obrázek 46 Přeprava dřevní štěpky

Železniční přeprava a přeprava na větší vzdálenosti

Železniční přeprava (Obrázek 47) je doplňkovou a účinnou variantou na dlouhé vzdálenosti (větší než 100 km). Náklady často závisí na dostupnosti zpátečního nákladu, na celkovém objemu dopravy ve stejném směru, na politice překládacích terminálů a na trase.



Obrázek 47 Přeprava paketů vlakem

Na větší vzdálenosti se štěpka přepravuje ve velkých kontejnerech, které se nakládají na soupravu tahače s návěsem nebo na nákladní auta. Přepravní plocha se musí zakrýt, aby štěpka neodlétala a neznečišťovala silnice během přepravy. Přepravují-li se části stromů a jejich naštípané kusy do manipulačního skladu, musí se použít zvláštní zařízení, které zamezí vyčnívání větví mimo postranní značky, jež udávají rozměry vozidla.

Vozidlo by mělo být navíc vybaveno kompresním zařízením, které náklad stlačí na velikost, která je vhodná pro nosnou kapacitu vozidla, aby náklad svou velikostí připomínal přepravu kulatiny. Pro přepravu štěpky se mohou zvážít i traktorové návěsy nebo kontejnery se zvedací pohyblivou podlahou [39]. Biomasa se během přepravy nemění. K případným ztrátám dochází jen tehdy, když ji během přepravy odnese vítr.

3.4.2 Skladování

Paliva z biomasy mají ve srovnání s fosilními palivy relativně nízkou energetickou hustotu a poměrně velké objemy, a proto mají paliva z biomasy také typické požadavky na skladování a přepravu, ale také na skladovací prostory a na zařízení pro jejich energetickou přeměnu. Biomasa všeobecně nemá takový plynulý průtok jako ropa nebo zemní plyn. Biomasa bude obvykle absorbovat vlhkost, pokud ji bude vystavena. Může v průběhu skladování podléhat přírodní biodegradaci, hlavně v případě, kdy není úplně vysušená. To může vést ke ztrátě energetického potenciálu, případně se mohou tvořit plísně, jejichž spory mohou být nebezpečné při vdechnutí. Skladiště na biomasu musí být dobře navržena a zkonstruována tak aby splňovala několik funkcí. Musí udržovat paliva v dobrých podmínkách, především je musí chránit před vlhkem. Musí také umožňovat dodání paliv do vhodné nádoby pro přepravu a zprostředkovat jejich přepravu do dalšího místa tak, aby přeprava byla pohodlná a efektivní a vyžadovala pouze minimum dalších energetických vstupů. Celý proces skladování biomasy zahrnuje dodání biomasy do skladu, samotné skladování a vyskladnění biomasy ze skladovacích prostor [40].

Pod pojem "skladování" je také zahrnuto dočasné skladování, což představuje krátkodobé skladování, obvykle kmenu stromu, nebo balíku na okraji lesa či pole. Tento způsob ukládání je použit k překlenutí období mezi sklizní a přemístěním takovéto biomasy, ať už k přímému použití nebo dlouhodobému skladování. Na rozdíl od dočasného uskladnění je dlouhodobé skladování ekonomicky velmi nákladné. Dlouhodobé skladování ve srovnání s dočasným skladováním má větší požadavky na skladovací prostory a ve většině případů má podobu budovy nebo zastřešeného prostoru. Z tohoto důvodu, dlouhodobé skladování, na rozdíl od dočasného skladování vyžaduje větší investiční náklady, provozní náklady a náklady na zaměstnance. Požadavky na jednotlivé typy skladovacích prostor závisí na typu skladované biomasy a na požadavcích na jejich skladování nebo užití.

Dočasné skladování

Tento typ skladování se používá jako dočasné řešení, než se biomasa pošle dál (k úpravě, skladování nebo zpracování). Hlavním požadavkem na tento typ skladování je vhodná plocha (Obrázek 48). Během dočasného skladování nedochází k úpravám ani konverzi biomasy. Ztráty biologickým rozkladem, vysycháním apod. jsou zanedbatelné. Tento proces neuvolňuje emise. Dočasné skladování je obvyklé hlavně u balíků, svazků a polen. Ekonomická intenzita dočasného skladování není vysoká, protože hlavní část všech nákladů na zřízení „hromady“ je často zahrnutá do nákladů na sklizeň či dopravu.



Obrázek 48 Dočasné skladování - svazky

Dlouhodobé skladování

Dlouhodobé skladování má za cíl překlenout období mezi sklizní a použitím biomasy jako paliva. Typ tohoto skladování závisí na druhu skladované biomasy. Zrno se skladuje v silech, balíky se obvykle skladují v senících. Dřevěné klády se musí chránit před deštěm; kromě toho je nezbytné zajistit jim dostatečný přístup vzduchu pro odvod vlhkosti. Štěpka se také skladuje v silech. Další možností je skladování v kupách (balíky slámy). Velikost skladovacího prostoru se navrhuje podle toho, jaké požadavky má daný typ a množství skladované biomasy, a také podle nároků na další zpracování či použití.

Dodávka biomasy do skladovacího zařízení

Způsoby dodávky

Při navrhování vhodného skladu biomasy je vhodné do něj zahrnout různé způsoby dodávky.

V závislosti na velikosti zařízení může dodávka představovat:

- Manuální vyklopení pytle dřevěných pelet nebo kolečko polen,
- Vyklopení nákladního auta,
- Návěs s pohyblivou podlahou,
- Nasávání pelet nebo močůvky trubkou,
- Vyložení z železničního vagonu.

V mnoha případech je nejvhodnější využít při dodávce podpůrný účinek gravitace, a navrhnout jak sklad, tak i přístup do něj způsobem, který toho co nejlépe využívá. Sem patří:

- Rampa,
- Postavení skladu částečně nebo zcela pod zemí (ačkoli to může přinést jiné problémy),
- Zajištění přístupu ze stávající struktury.

Přístup do skladovacího zařízení

Výhodný přístup pro jakákoli případná dodávková vozidla se musí navrhnout už od samého počátku. Zvážit se musí rovněž přístup pro jakákoli stavební a údržbářská zařízení, která by mohla být zapotřebí, ať již pro samotný sklad, nebo pro související zařízení a stavby. Pro manipulaci s palivem se obvykle používá kolový nakladač. Tato metoda vyžaduje zvážení několika aspektů. Zaprvé se musí vzít v úvahu všeobecné charakteristiky dlouhodobého, hromadného skladování dřevní štěpky a kůry s obsahem vlhkosti více než 20 – 30 %. Biologický a biochemický rozklad, a někdy i procesy chemické oxidace vedou ke vzniku tepla, které může v některých případech způsobit samovznícení. Zadruhé by se měly zvážit ztráty sušiny, změny v obsahu vlhkosti, a zdravotní rizika (růst hub a bakterií). Procesy rozkladu závisí hlavně na velikosti částic materiálu (celé větve, štípané dřevo, štěpka, piliny), na druhu materiálu (kůra, dřevo), obsahu vlhkosti materiálu, na způsobu skladování (venku, venku ale zakryté plachtou, uvnitř) a na druhu ventilace hromady (vzduchotěsné skladování, neventilované, aktivní ventilace vzduchem okolní teploty nebo předehřátým vzduchem).

Přehled výsledků experimentálního skladování [42]:

- Při skladování čerstvé dřevní štěpky nebo kůry stoupne teplota v jádru hromady během prvních dní obvykle na 60 °C. K žádnému zvýšení teploty nedošlo při skladování materiálu s částicemi o velikosti nad 20 cm.

- K samovznícení dochází hlavně v hromadách kůry a předcházet mu lze tím, že hromady kůry budou nanejvýš 8 m vysoké a doba skladování nepřesáhne pět měsíců.
- Hromady biomasy by se neměly stlačovat, protože to může vést ke koncentraci vlhkosti na určitých místech uvnitř hromady, a to by následně zvyšovalo tendenci k samovolnému ohřevu.
- Hromady biomasy by měly obsahovat homogenní materiál. V hromadách s různým materiálem nebo se stejným materiálem, ale různého původu (např. s různým obsahem vlhkosti), se může proces samovolného ohřevu spustit během okamžiku a rozšířit se i na zbytek skladovací hromady.
- S ohledem na riziko samovolného ohřevu a samovznícení lze hromady biomasy řídit kombinací měření teploty a plynu. Body pro měření teploty se musí rozmístit napříč celou hromadou, protože proces samovolného ohřevu může začít jen v určitých místech. Rané stádium procesu lze odhalit měřením CO₂. Měření CO dokáže odkrýt pozdější stádium, kdy již přímo hrozí požár a okamžitý zásah je nezbytný.
- Pokud se na hromadě skladuje čerstvá dřevní štěpka nebo kůra, mohou ztráty sušiny dosáhnout až 5 % za měsíc. Ztráty sušiny jsou nejvyšší v počátečním období a závisí zejména na:
 - obsahu vlhkosti paliva (vysoký obsah vlhkosti zvyšuje ztráty sušiny)
 - druhu a stáří plodin (mladé plodiny jako např. výmladky z plantáží s krátkým obmýtím vykazují vyšší ztráty sušiny než dřevní štěpka z lesních zbytků)
 - velikosti částic (čím menší velikost částic a čím větší povrch částic, tím vyšší ztráty sušiny)
- Ztráty sušiny může snížit ventilace hromady, ale ventilace je nákladná a proto se ve většině případů nepoužívá na průmyslové úrovni. Aby se zabránilo ztrátám sušiny, doporučuje se skladování integrovaného materiálu nebo vzduchotěsné skladování štěpky.
- Při skladování čerstvé biomasy na hromadách v budovách se dá obsah vlhkosti snížit, může-li probíhat přirozená konvekce. Zdi skladištních hal by proto měly umožňovat, aby v hromadách cirkuloval vzduch. Rovněž významná je přirozená konvekce vzduchu napříč skladovanou biomasou, neboť brání samovznícení (důležité hlavně u kůry a pilin). V tomto ohledu se biomasa ve formě integrovaného

materiálu (např. celá polena) může skladovat a sušit účinněji než biomasa ve formě štěpky.

- Venkovnímu skladování nezakrytého suchého paliva z biomasy (obsah vlhkosti nižší než 20 – 30 %) by se mělo předcházet kvůli možnosti opětovného zvlhnutí deštěm. Doporučuje se spíše skladování uvnitř nebo ochrana před deštěm.
- Venkovní skladování paliva z biomasy s malou velikostí částic, např. piliny, způsobuje prachové emise a tak není možné v zalidněných oblastech. Tento typ paliva se musí skladovat v uzavřených budovách nebo silech.
- Nezakryté skladování biomasy uvolňuje odpadní vody vlivem vylouhování dešťovými srážkami. Tento vliv se musí zvážit zejména u skladování kůry. Může vyžadovat úpravu odpadních vod. Kvůli rozpuštěným organickým kyselinám mívá odpadní voda z hromad biomasy obvykle nízké pH (2,5 – 5,0).
- Povrch skladovací plochy by měl být dlážděný, aby se předešlo kontaminaci paliva z biomasy minerálními nečistotami (např. písek, hlína, kamínky).

Zařízení na skladování biomasy

Prvořadým cílem skladu bude uchovávat biomasu v dobrém stavu na výhodném místě, odkud se může přepravovat do dalšího stádia zpracování, spalování nebo konverze energie. Mnohdy bude jedním z primárních zájmů uchovat ji v suchém stavu. To znamená ochrana před přímým přístupem deště, ale také před spodní vodou. Měla by být rovněž chráněná během dodávky dalšího paliva, při přepravě ze skladu do dalšího stádia a také během přístupu pro údržbu [37].

Ventilace

U všech typů skladování je nezbytné zajistit ventilaci vhodnou dodávkou vzduchu. Většina skladů suché biomasy bude vyžadovat dobrou ventilaci, aby nedocházelo ke kondenzaci a mohlo probíhat další sušení. Tím se předchází rozvoji plísní, jejichž spory mohou být při vdechnutí pro zdraví velmi nebezpečné. Další výhodou aktivní ventilace skladovaných zásob je redukce nebo eliminace skladištních škůdců. Snížením teploty a relativní vlhkosti v prostoru mezi zrnem se omezí a zastaví rozvoj škůdců. Aktivní ventilací se výrazně snižuje dokonce i výskyt roztočů. Při sklizni dosahuje v krytém skladišti teplota 18 až 20 °C, zatímco v silech může vystoupat až na 23 °C. Posléze teplota postupně klesá a do konce roku spadne na 10-

12 °C. Dobré proudění vzduchu může také snížit nutnost kompostování paliva, které vede ke ztrátám energetického obsahu. Předchází se tím rovněž růstu nadměrných teplot a nebezpečí požáru. Na základě zkušeností se proto hromady dřevní štěpky nemají vršit výše než 8 až 10 m.

Ve velkých skladištích se palivo musí pravidelně obracet. Jedním z mechanismů, který vyžaduje jen minimum dalšího vybavení, je odebírání většího množství paliva ze dna skladu, než je nezbytně nutné, a vracení přebytku na vrchol hromady. Jednu z možností, jak zajistit dostatek ventilace, nabízí vzduchové kanály. Používání vzduchových kanálů závisí na tom, zda se dá kanál nainstalovat do podlahy nebo ne. Kanály v podlaze jsou zakryté mřížovím. Pokud kanály do podlahy nainstalovat nelze, mohou se vybudovat nad povrchem podlahy. Tento systém má však velkou nevýhodu, protože během odběru biomasy ze skladu dochází k poškozování kanálů. U sil (Obrázek 49) se dají vzduchové vstupy umístit na dno nebo do středu, podle propustnosti opláštění. U krytého skladování je výhodné používat radiální ventilátory.



Obrázek 49 Sila

Odvodňování

Projekt skladu by měl počítat i s určitou formou odvodňování, jak pro případ neúmyslného vniknutí vody, tak i pro případné čištění skladu, např. v případě zamoření houbami.

Podzemní skladování

Vybudování skladu pod zemí může mít mnoho výhod, včetně snadnější dodávky z vozidel sklápěcího typu. Odpadá tím také nutnost další nadzemní výstavby, usnadňují se prostorové nároky a sklad působí estetičtěji. Pravděpodobně však bude dražší než většina nadzemních skladů, a nesmírně

důležité je zabezpečit ochranu před vlhkostí z okolní země. Jak ventilační, tak i odvodňovací zařízení se budou do takového projektu začleňovat obtížněji a budou hrát významnější roli.

Manipulační zařízení

Fyzická manipulace s palivem z biomasy během sběru nebo ve zpracovatelském závodě může být pro projektanty přepravních zařízení velkou výzvou, zejména u pevné biomasy. Mnohdy už kvůli tomu selhaly celé bioenergetické projekty. Dokonce i čerpání močůvky, tekutého odpadu a hnoje, ač není ničím neobvyklým, vede stále k problémům kvůli opotřebování čerpadel, ucpáním cizími tělesy, korozi trubek, omezením pohybu v záhybech atd. Kdekoli se používá trubka, v určité chvíli dojde nevyhnutelně k jejímu ucpání. Biomasa jako palivo má tendenci mít proměnlivou hustotu, obsah vlhkosti a velikost částic (některé jsou dokonce svou povahou vláknité), a může způsobovat korozi. Zařízení pro manipulaci s palivem z biomasy proto bývá částí závodu, která se obtížně projektuje, udržuje i provozuje. Šneky a pneumatické dopravníky mají tendenci se ucpávat, zatímco otevřené dopravníky s plochým povrchem jsou omezené, co se týče strmosti stoupání, a mohou se pokazit, když se vlastnosti plněného materiálu budou lišit od normálu. Překonávání potenciálních problémů vylepšenými projekty dopravníků a používání nekorodujících materiálů je sice technicky možné, ale vyšší náklady na takové kvalitnější zařízení se pak mohou stát překážkou [40].

Velká rozmanitost paliva na biomasu vyžaduje vhodné manipulační systémy. Při jejich navrhování se musí zvážit tato kritéria:

- vlastnosti paliva (forma částic a velikost distribuce, obsah vlhkosti),
- riziko výbuchu prachu a požáru,
- kapacita skladiště,
- investice, náklady na provoz a údržbu,
- dostupnost manipulačního systému.

Odběr biomasy ze skladovacího zařízení

Usnadnění odběru

Projekt a umístění skladu biomasy musí vzít v úvahu i snadné odebírání obsahu a jeho dodávku do příští destinace, ať již je to kotel, spalovací jednotka, konverzní zařízení nebo úplně na jiné místo. Energetickou náročnost snižuje využívání gravitace, je-li to vhodné.

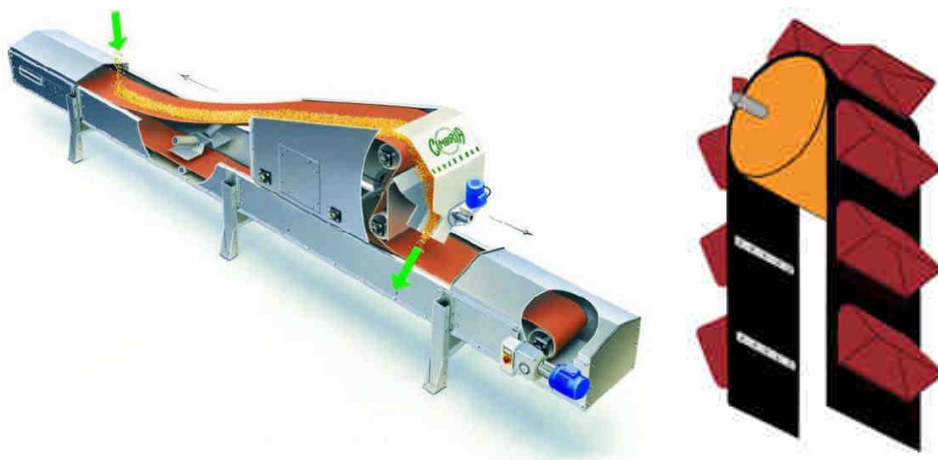
Místo „odběru“

Je důležité, aby byl sklad navržen takovým způsobem, aby obsah, který je ve formě, jež může proudit (např. močůvka, dřevěné pelety nebo štěpka) přirozeně palivo přivedl k místu odběru ze skladu. V bodě odběru by se neměla vyskytovat místa, kde se biomasa může hromadit nebo ucpat. Mrtvá biomasa by tam mohla zůstat uvězněná i velmi dlouho umožňovat růst plísní. U mnoha skladů bude nejlepší místo odběru na dně, ať již ve formě plnění do šnekovitého podavače či míchačky, a je důležité dbát na to, aby se toto místo nezablokovalo pilinami ani jinými zbytky.

Přeprava biomasy ze skladu

Pro přepravu biomasy je mnoho různých metod, v závislosti na její formě. Řadíme zde:

- jednoduché gravitační plnění nebo skluzný žlab,
- šroubový typ šnekového podavače,
- pásový dopravník (Obrázek 50),
- pneumatický fukar,
- proud poháněný čerpadlem,
- korečkový dopravník (Obrázek 50),
- přední nakladač,
- korečkový drapák.



Obrázek 50 Pásový (vlevo) a korečkový (vpravo) dopravník [39]

Různým materiálům, situacím a výrobní kapacitě budou vyhovovat různé metody. U některých druhů paliva, jako jsou např. dřevěné pelety, může být důležité zajistit, aby se s nimi nezacházelo příliš hrubě, neboť se mohou rozpadnout na piliny, které mohou znesnadnit následnou manipulaci, zpracování či spalování. Podle konkrétního druhu aplikace to může nebo nemusí být důležité, ale pokud ano, pak se to musí pečlivě ošetřit ve všech místech, kde dochází k manipulaci a skladování, od výroby až po použití [39].

V praxi je obvykle nejlepší, když je počet manipulačních kroků s dřevěnými peletami co nejmenší. Odolnost vůči mechanickému zacházení bude záviset na kvalitě pelet, na tlaku, který se použil během výroby, a na přidaných pojidlech.

4 Očekávané trendy ve využití biomasy

V souvislosti se záměrem vlády připravit aktualizovanou Státní energetickou koncepci přijalo začátkem roku 2011 ministerstvo zemědělství rozhodnutí o nutnosti aktualizace Akčního plánu pro biomasu na období 2012 - 2020. Hlavním cílem stanovilo propojit strategickou prioritu využití zemědělské půdy pro zajištění potravinové bezpečnosti země s možností efektivního využití zbývajícího potenciálu zemědělské půdy a lesních pozemků pro energetické využití. Při stanovení energetického potenciálu biomasy byla mimo zmíněnou potravinovou produkci zohledněna i další role biomasy tj. suroviny pro průmyslové využití. Jedním z hlavních výstupů Akčního plánu pro biomasu je upřesnit odhad potenciálního přínosu biomasy pro energetickou bilanci ČR za předpokladu maximálně efektivního využití zemědělské půdy a lesů. Při určování potenciálu byl brán zřetel na všechny hlavní oblasti energetického využití biomasy, tzn. výrobu bioplynu, využití pevné biomasy pro přímé spalování a výrobu pohonných hmot pro využití v dopravě.

4.1 Akční plán pro ČR

Akční plán pro biomasu v ČR na období 2012-2020 je strategický dokument, který reaguje na vývoj v oblasti obnovitelné energie v Evropě, nové legislativní změny EU a ČR a zároveň reflektuje nové poznatky ve využívání obnovitelných zdrojů energie. Hlavním důvodem zpracování Akčního plánu je systematické sjednocení názoru na budoucí používání omezeného

potenciálu biomasy v ČR. A to s ohledem na vzájemnou koordinaci rozdílných strategií a plánů v jednotlivých sektorech, zejména v sektoru kapalných biopaliv, energetického využívání biomasy spalováním a v dalších sektorech, kde je biomasa využívána při zohlednění potravinové bezpečnosti a principu udržitelného rozvoje.

Hlavní cíle Akčního plánu jsou [70]:

- definovat a kvantifikovat udržitelný produkční potenciál zemědělské a lesní biomasy pro energetické účely,
- popsat roli zemědělského půdního fondu (včetně travních porostů) a lesního půdního fondu při produkci energeticky využitelné biomasy v kontextu se základními funkcemi,
- definovat množství energie, které lze různými způsoby získat pro výrobu elektřiny, tepla, biopaliv, atd.,
- analyzovat současný systém podpor získávání energie z biomasy a navrhnout systémové finanční nástroje pro jeho další rozvoj
- analyzovat legislativní prostředí využití biomasy, popř. navrhnout opatření ke zlepšení využití biomasy pro výrobu paliv.

Zdůvodnění aktualizace Akčního plánu pro biomasu [70]:

- vyhodnocení současného vývoje v oblasti obnovitelných zdrojů energie v ČR a zkušenosti z dosavadního Akčního plánu pro biomasu pro roky 2009 - 2011,
- mezinárodní závazky ČR: V rámci energeticko-klimatického balíčku schválila Evropská komise směrnici 2009/28/ES, o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů a o změně a následném zrušení směrnic 2001/77/ES a 2003/30/ES. Tato směrnice, jež spadá do společné gesce Ministerstva průmyslu a obchodu a Ministerstva životního prostředí, stanovuje cíl zajistit, aby podíl obnovitelných zdrojů v roce 2020 byl nejméně 20 % z celkové hrubé konečné spotřeby energie ve Společenství, přičemž cíl pro ČR v roce 2020 činí 13 %. Za účelem splnění závazných cílů EU byl přijat Národní akční plán pro obnovitelné zdroje energie, jehož výstupy se promítnou do Akčního plánu pro biomasu.,
- strategicko-energetický přínos biomasy pro diverzifikaci a změnu palivového mixu české energetiky a propojení na dopracovávanou Státní energetickou koncepci 2011,
- environmentálním přínosy obnovitelných zdrojů, především biomasy (emise),

- strategicko-odborný příspěvek Ministerstva zemědělství k žádoucímu sektorovému propojení rolí Ministerstva zemědělství (gesce za správu a ochranu zemědělské půdy a lesů), Ministerstva průmyslu a obchodu (gesce za obnovitelné zdroje energie) a Ministerstva životního prostředí (environmentální aspekty),
- sociální přínosy pěstování biomasy (zachování a zvýšení podílu zaměstnanosti na venkově).

V současnosti je zpracováván Národní akční plán pro biomasu na období 2012-2020. Akční plán bude mít na zřeteli především maximální efektivnost využití zemědělského půdního fondu a lesů při produkci biomasy pro její energetické využití včetně regionálního využití menších zařízení. Dále bude vycházet z národohospodářského pohledu na roli biomasy, jejich dopadů, přínosů a omezení. Bude vycházet z aktuálních a relevantních materiálových podkladů ze zdrojů Ministerstva zemědělství, životního prostředí a průmyslu a obchodu a také z dalších národních zdrojů jak v oblasti pěstování a dostupnosti zemědělské a lesní biomasy, tak v oblastech jejího energetického využití. Národní akční plán pro biomasu by měl zohlednit, vedle národní perspektivy, i mezinárodní zkušenosti a problematiku ve vztahu k hlavním oblastem energetického využití biomasy z dostupných podkladových materiálů. Hlavním cílem akčního plánu je stanovit roli zemědělské půdy (včetně travnatých ploch) a lesních pozemků na základě aktualizované inventarizace a produkční analýzy na další období při současném zohlednění potravinového a energetického zájmu státu a jejich ostatních rolí v průmyslu, ochraně půdy a kraji a případně i jiných oblastech. Dalším cílem je určit kvantifikovaný energetický potenciál zemědělské a lesní biomasy pro energetické účely za předpokladu dlouhodobě udržitelného a efektivního využití zemědělské půdy a travnatých ploch a dlouhodobě udržitelného rozvoje lesů s kvantifikovaným potenciálem lesních těžebních zbytků v České republice. Důležitým výstupem by měla být kvantifikace množství energie, která může být reálně vyrobena v republice z biomasy s výhledem do roku 2020 pro další využití v pevné, kapalné a plynové formě pro konečný energetický účel (teplo, elektrina). Součástí akčního plánu bude analýza a vyhodnocení sektorové, technologické oblasti a regionalizace efektivního energetického využití zemědělské a lesní biomasy v pevné, kapalné a plynové formě. Analýza současného systému podpor a návrhy formy finančních nástrojů, včetně jejich očekávaných účinků, se zřetelem na opatření, která zachovávají udržitelnou kvalitu a ochranu zemědělské půdy a zajistí dlouhodobě soběstačný potravinový potenciál českého zemědělství jsou důležitým úkolem a nutností v dalším vývoji v energetickém využívání biomasy. Zvážení případných překážek a doporučení konkrétních kroků a opatření vedoucích k efektivnímu a udržitelnému využití

zemědělské (včetně cíleně pěstované) a lesní biomasy především pro energetické účely nesmí být opomíjeným aspektem. Národní akční plán pro biomasu na období 2012 - 2020 je právě zpracováván, zpracování má určité zpoždění a bude předložen vládě k projednání v prvním čtvrtletí roku 2012. Dílčí výsledky Akčního plánu pro biomasu týkající se stanovení reálného potenciálu biomasy byly využity při přípravě nové Státní energetické koncepce ČR.

4.2 Perspektivy vývoje využití biomasy v Evropské unii

Snaha států Evropské unie (EU) o podporu využívání obnovitelných zdrojů energie (OZE) je jasně formulována v Bílé knize z 26.11. 1997, ve které je stanovený 12 % podíl OZE z celkové spotřeby energie v roce 2010. V posledním období však EU přehodnotila tuto strategii zaměřenou hlavně na ekologii a otázky energie a OZE se stávají otázkami hlavně strategickými a politickými [61].

Energie je klíčem v podpoře Evropy při dosahování cílů zaměřených na růst, pracovní místa a trvale udržitelný rozvoj. Vysoké ceny ropy směřují pozornost na zvyšující se závislost Evropy na dovoz energie. Je zapotřebí, aby EU na tuto výzvu významně zareagovala. Hlavní představitelé států a vlád EU na neformálním samitu v Hampton Court potvrdili důležitost energetické politiky v reagování na výzvy globalizace, zohledňující tuto skutečnost. Komise provádí důkladné přehodnocení své energetické politiky s třemi hlavními cíly:

- konkurenceschopnost,
- trvale udržitelný rozvoj,
- bezpečnost dodávek.

EU v současnosti pokrývá biomasou 4 % svých energetických potřeb. Pokud by plně využila její potenciál, v roce 2010 by více než zdvojnásobila využívání biomasy v souladu s osvědčenou zemědělskou praxí, při současném zabezpečení trvale udržitelné výroby bez významného ovlivnění domácí výroby potravin. Vstupem Bulharska a Rumunska do EU se zlepšil dostupnost biomasy [56].

Bioenergie je vyráběna ze dřeva, dopadu a zemědělských plodin. Situace v jednotlivých zemích EU ve využívání biomasy je různá. V některých státech pokrývá energie z biomasy až 20 % spotřeby energie, jako je tomu např. ve Finsku, Rakousku a Švédsku. Cílem EU je zdvojnásobit podíl biomasy na jejím energetickém využívání. Což by mělo za následek snížení dovozu ropy o 8 %, snížení produkce emisí skleníkových plynů o cca 209

milionů tun ekvivalentu CO₂ ročně a vytvoření přibližně 300 000 pracovních míst v zemědělství a lesnictví. Podíl fosilních paliv na energetickém mixu EU poklesne z 80 % na 75 %, což představuje pokles dovozu nezpracované ropy. Tato skutečnost může celkově pozitivně ovlivnit ceny ropy a tím i pohonných hmot. Emise skleníkových plynů poklesnou o 209 milionů tun ekvivalentu CO₂, což pomůže EU splnit závazky Kjótského protokolu [61].

Ve využívání biomasy je nejdále Švédsko. Již dnes je bioenergie využívána ve velké míře pro vytápění budov, na výrobu elektřiny a používáním biopalivo se chce země postupně zbavit závislosti na dovážené ropě. Plán představuje 31 opatření pro podporu biomasy pro vytápění, chlazení, pro tvorbu elektrické energie a dopravu.

Hlavními navrhovanými opatřeními jsou:

- nová legislativa EU pro využívání obnovitelných zdrojů – zařazení biomasy pro vytápění a chlazení,
- možná revize směrnice o biopalivech, která stanoví národní cíle pro podíl biopalivo na celkové spotřebě a zaváže zásobovatele, aby používali biopalivo,
- národní akční plány pro biomasu v členských zemích,
- rozvoj výzkumné agendy pod taktovkou korporátního sektoru, spolu se spuštěním „technologické platformy pro biopalivo“,
- výzkum biopaliv druhé generace, kterými by bylo možno pohánět motorová vozidla.

Základním cílem energetické politiky zemí EU je:

- zajištění dostatečného množství zdrojů energie při maximální úspoře energie na straně spotřeby,
- zabezpečení a plynulé dodávky energie při vyvážené struktuře jejich jednotlivých složek, aby v případě výpadku jednoho energetického zdroje mohl být tento výpadek nahrazen jiným zdrojem.

Pro posílení energetické soběstačnosti, členské státy EU kladou stále větší důraz na využívání obnovitelných zdrojů energie. Cílem EU je do roku 2020 zvýšit podíl OZE na celkové spotřebě energie na 25 % a do roku 2040 až na 50 %.

4.3 Biomasa a kapalná paliva

V oblasti biopaliv je stanoven závazný cíl 10 % přimíchávání biosložek do klasických fosilních paliv v dopravě do roku 2020, který by měl být dosažen nákladově efektivním způsobem. Závazný charakter tohoto cíle je přiměřený pod podmínkou, že výroba bude trvale udržitelná a postupně budou biopaliva druhé generace komerčně dostupná a že budou odpovídajícím způsobem měněny a doplňovány směrnice o kvalitě paliv, aby bylo umožněno přimíchávání vyššího zastoupení biosložek do fosilních paliv.

Podílu biopaliv ve výši 10 % v roce 2020 lze pravděpodobně dosáhnout jen s využitím biopaliv druhé generace. Hlavní rozdíl mezi současnými biopalivy a biopalivy druhé generace je v tom, že nebudou vyráběny jen ze semen a plodin. Zdrojem suroviny bude celá rostlina, včetně rostlinného odpadu.

Při stanovování cílů je zapotřebí brát v úvahu [63]:

- biopaliva druhé generace nejsou stále komerčně dostupná a pravděpodobně budou dražší než biopaliva první generace, což však bude záviset na masivnosti jejich zavádění a tím může docházet k poklesu jejich ceny. V tomto směru bude zapotřebí se zaměřit na celulózu, která je základním stavebním materiálem rostlinných buněk. Vstupní suroviny pro výrobu biopaliv druhé generace budou všeobecně představovat zemědělské a lesní produkty, odpad a vedlejší průmyslové produkty. Pokud mají být procesy související s biopalivy druhé generace efektivní v obchodní oblasti, významnou úlohu bude hrát zemědělství, lesnictví a odpadové hospodářství.
- biopaliva druhé generace lze také vyrábět z nezemědělských a odpadových surovin. Pro dosažení výhody nevyšší bezpečnosti dodávek je žádoucí zachovávat širokou paletu surovin. Pokud je pěstování surovin pro biopaliva realizováno na půdě, která je vhodná pro tento účel, jeví se ekologický vliv jako pozitivní. Pokud by však zvýšené využívání biopaliv vedlo k pěstování surovin na půdě, která není pro tento účel vhodná, může dojít ke snížení ekonomického přínosu.

Rozvoj biopaliv v současném období významně ovlivňuje poptávku po zemědělských plodinách. Nejvíce se to projevuje u řepky, kukuřice a pšenice. Plodiny, které byly používány pro lidskou obživu a krmení hospodářských zvířat, teď nacházejí nové uplatnění při výrobě biopaliv. Výroba biopaliv v ČR začala v roce 1992 v rámci tzv. Oleoprogramu. Oleoprogram je projekt na zpracování řepky na motorové alternativní palivo. V té době se počítalo u nás s využíváním čistého MEŘO (metyléster řepkového oleje) v motorech (podobně jako je tomu dodnes v Rakousku a Německu). V průběhu realizace

Oleoprogramu však u nás došlo k jednoznačnému příklonu k používání směsného paliva do vznětových motorů. Toto směsné palivo si zachovává řadu ekologických předností MEŘO a má i některé provozní výhody proti čistému MEŘO [33].

4.3.1 Bionafta

Výroba bionafty vychází z lisování řepky, filtrování a následné esterifikace, což je dělení oleje na metylester (MEŘO) a glycerol. Glycerol jako vedlejší produkt je vhodný pro chemický průmysl a výlisky jsou cennou krmnou směsí. MEŘO je ekologicky čisté palivo a v porovnání s naftou vykazuje při spalování 3 až 40krát nižší obsah uhlovodíků ve výfukových plynech. Má sníženou kouřivost, plyny obsahují méně tuhých částic a jiných nebezpečných látek. Použití MEŘO však vyžaduje menší úpravu motoru, přičemž se sníží jeho výkon i spotřeba paliva asi o 5 %. Perspektiva využívání bionafty je hlavně v tom, že téměř každý dieselový motor je v principu možné upravit na spalování biomasy [5]. Vzhledem k tomu, že přeprava produktů a osob je realizována převážně dopravními prostředky spalujícími naftu, nabízí se možnost využívat jako pohonnou hmotu bionaftu. Bionafta má podobné vlastnosti jako nafta [30].

4.3.1.1 Výroba bionafty

Olejniny

Olejniny jsou plodiny, které člověk využívá pro produkci jedlých a technických olejů a tuků a dále na výrobu bílkovin. V posledních letech se olejniny využívají také jako energetické plodiny pro výrobu pohonných hmot ekologického charakteru. V Evropě a také v České republice jsou hlavními olejinami řepka a slunečnice. Olejniny pěstované pro energetické účely nejsou náročné na půdu a snášejí i horší klimatické podmínky.

Řepka olejka

Je velmi dobrou předplodinou, využívá mechanizační park na pěstování obilovin, nejsou u ní problémy s finalizací úrody. Je však náročná na kvalitu půdy a na poli by měla být sázena jednou za čtyři roky. Na rozdíl od tradičního pěstování jsou vhodné i odrůdy s vysokým obsahem kyseliny erukové. Doporučená plocha olejin (řepka a slunečnice) by neměla překročit 12 % z výměry orné půdy. V posledních letech je osevní plocha řepky olejky asi 300 tis. ha s průměrným výnosem semene 3 t/ha. Pro zpracování tzv. energetické řepky je možné zvýšit osevní plochy až na 390 tis. ha tj. zhruba

o 90 až 100 tis. ha, při zachování maximální koncentrace 15 % na orné půdě. Při zpracování řepkového semene na MEŘO se z jedné tuny získá asi 300 kg MEŘO a 700 kg pokrutin.

Slunečnice roční

Na půdní podmínky nemá slunečnice vyhraněné požadavky, kromě extrémně suchých nebo zamokřených půd. Její pěstování však půdu značně vyčerpává, protože z ní odebírá značné množství živin a vody. Má také velké nároky na prostředí. Slunečnice je plodinou relativně odolnou vůči suchu, ale před začátkem kvetení vyžaduje dostatek vláhy. Důležitou podmínkou pro úspěšné pěstování jsou lokality s minimem srážek od poloviny srpna do poloviny září, tzn. v době dozrávání a sběru. V současnosti není slunečnicový olej používán při výrobě bionafty.

MEŘO (metylester řepkového oleje)

V ČR se MEŘO vyrábí od roku 1992, kdy činila tuzemská produkce 3 400 tun. Výraznější růst výroby nastal podle statistik po vstupu do EU, v roce 2005 se tak v ČR vyrobilo 126 894 tun MEŘO. Poté se nárůst zastavil a poklesl až na hodnotu 76 672 tun v roce 2008. V roce 2009 nicméně opět došlo k růstu výroby na 154 923 tun. V roce 2010 bylo vyrobeno 197 988 tun, z toho se 35 232 tun vyvezlo. Od června roku 2010 se zvýšil podíl biosložek u motorových benzínů z dřívějších 3,5 % na 4,1 % a u motorové nafty z 4,5 % na 6,1 %. Díky tomu roste tuzemská produkce MEŘO, stejně jako jeho export (vzrůst o 66,5 % v roce 2010).

4.3.2 Bioetanol

Při výrobě bioetanolu v České republice jsou hlavními surovinami brambory, cukrová řepa a pšenice. Vedlejším produktem při výrobě bioetanolu jsou sušené lihovarnické výpalky, které nacházejí své uplatnění v krmivářském sektoru. EU udává, že kdyby se na výrobu etanolu použila cukrová řepa, tak by tímto palivem bylo možno zásobovat všechny zemědělské stroje, přičemž potřebná výměra půdy by byla přibližně 10 % orné půdy. To znamená, že z 1 ha osetého cukrovou řepou je možné získat téměř 5 000 litrů etanolu. Na 1 ha lze vypěstovat 87 730 kg cukrové řepy. Bulev s průměrnou cukernatostí 16 % představuje 48 740 kg/ha, zbytek tvoří vedlejší produkty – chrást. Ze 48 740 kg řepy je možné pak získat 4 755 litrů etanolu. Energetická bilance při výrobě etanolu je přibližně poloviční v porovnání s MEŘO, výhodou etanolu však je, že z 1 ha je možné získat víc litrů paliva

než MEŘO [69]. V roce 2010 bylo pro pohon motorů vyrobeno 94 523 tun bioetanolu, z čehož bylo v ČR spotřebováno 69 038 tun [67].

4.3.2.1 Výroba bioetanolu

Obilniny

Obilniny (pšenice ozimá, kukuřice na zrno, triticales) představují značný potenciál pro výrobu bioetanolu. Jejich pěstování na výrobu lihu má však zatím negativní bilanci. Téměř 80 % nákladů vzniká při samotné výrobě etanolu. K pozitivní bilanci by měl přispět technologický pokrok při fermentaci škrobu na cukr, ale také snižování nákladů na pěstování a zhodnocování vedlejších produktů, výpalků a slámy. Rezervy v tomto směru představují také úpravy zrna před zpracováním.

Pšenice ozimá

Pšenici ozimou je možno pěstovat téměř v každé výrobní oblasti, má relativně stabilní úrody a vyřešenou pěstovatelkou technologii. Má ale vyšší nároky na úrodnost půdy. Výtěžek bioetanolu ovlivňuje z 85 % počasí, pěstební technologie a důležitý je také výběr vhodné odrůdy.

Kukuřice setá

Kukuřice má vysoký potenciál úrodnosti a je vhodná pro výrobu lihu i škrobu. Nevýhodami jsou vysoké vstupy, kolísání úrod, riziko eroze půdy a omezený areál pěstování.

Triticale

V porovnání s pšenicí má triticales nižší nároky na agrochemikálie a na pěstební prostředí. Na půdách s přiměřenou úrodností pak překonává pšenici.

Brambory

Na možnost rozšíření pěstování brambor poukazuje skutečnost, že by se dalo využít nových odrůd, které jsou vyšlechtěné s cílem průmyslového zpracování (např. odrůda Amfora). Obdobně jako u cukrové řepy, je i u brambor velký předpoklad na využití jejich potenciálu v průmyslovém využití.

Cukrová řepa

Cukrová řepa má vysoký potenciál úrodnosti, mezi hlavní nevýhody však patří technologické problémy zpracování, vysoké nároky na vstupy, choroby, škůdce, riziko eroze půdy a omezená oblast využití. V minulosti se řepa pěstovala až na 15 tis. ha, v současnosti se pěstuje na 58 tis. ha. S ohledem na půdně klimatické podmínky lze v ČR efektivně pěstovat cukrovku na rozloze cca 100 tis. ha. Její celkový dosažitelný energetický potenciál je tak zhruba 4 mil. hl bioetanolu.

Tabulka 6 uvádí výnosnost hlavního produktu a produkce etanolu při vybraných pěstovaných plodinách.

Tabulka 6 Orientační výtěžnost biopaliv z hlavních plodin

Produkt	Plodina	Výnos plodiny [t/ha]	Výtěžnost paliva z plodiny [hl/t]	Výtěžnost paliva z ha [hl/ha]
bioetanol	pšenice	4,86	3,85	18,71
	žito	4,27	4,15	17,72
	triticale	3,93	3,98	15,64
	kukuřice	6,49	3,80	24,66
	brambory	21,31	0,83	17,69
	cukrovka	50,72	1,07	54,27
MEŘO	řepa	2,82	3,97	11,20

Zdroj: ČSÚ, [1]

cukrová třtina: výnos 9 t/ha, výtěžnost 0,85 hl/t = 7,65 hl/ha, sklizeň 3-9x/rok

4.3.3 Bioplyn

Využívání bioplynu kromě environmentálních přínosů přispívá k rozvoji vědeckých oblastí a významně podporuje zaměstnanost v těchto oblastech. Farmy mohou diverzifikovat své činnosti a zaměřit se i na pěstování energetických plodin. Tyto přínosy je zapotřebí zohlednit při podpoře využívání bioplynu. Bioplyn vznikající při procesu anaerobní fermentace biomasy má vlastnosti podobné plynu zimnímu. Skládá se především z metanu a oxidu uhličitého. Bioplyn s energetickou výhřevností cca 23 MJ/m³ dosahuje na energetickou úroveň zemního plynu s 35 MJ/m³. Avšak v porovnání s kapalnými palivy má vyšší oktánové číslo. Bioplyn je možné vyrobit z biologického zemědělského odpadu rostlinného původu (rostlinné zbytky, sláma, znehodnocené krmivo apod.) a živočišného původu

(např. exkrementy hospodářských zvířat), komunálního a průmyslového organického odpadu (např. parkové a zahradnické bio-odpady, kaly z čistíren odpadní vod, potravinářské odpady z konzervářských, mlékářských, jatečních provozů apod.). Nové technologie na energetickou přeměnu biomasy vytvářejí možnosti využít neobráběné nebo ladem ležící půdy na pěstování energetické biomasy. Vzhledem k dostačující velikosti farem je velký potenciál na velkovýrobu energetických plodin na výrobu bioplynu s následným využitím na výrobu elektřiny a tepla nebo po jeho úpravě na dodávky do rozvodných sítí plynu. V procesu fermentace vzniká kromě energeticky využitelného bioplynu i digestát – fermentační zůstatek, který je vhodným organickým hnojivem. Vlastnosti bioplynu ho předurčují efektivně využívat v kombinované výrobě elektřiny a tepla v kogeneračních jednotkách. Vzhledem k biologickému charakteru výroby bioplynu je v provozu obtížné dosahovat stabilního složení a kvality. Škodlivé přísady bioplynu způsobují poruchy motorových částí a snižují provozní spolehlivost. Při dodržení kvalitativních požadavků na plyn však dosahují kogenerační jednotky spalující bioplyn vysoké úspory. Vyrobené teplo je možno využít na vytápění, na ohřev teplé vody, sušení a část tepla se spotřebuje v technologickém procesu výroby bioplynu [31].

4.3.3.1 Výroba bioplynu

Pokles výměry plodin vhodných pro výrobu bioplynu, ze kterých je nejvýznamnější kukuřice na siláž, neustále pokračuje v důsledku snižování počtu kusů hovězího dobytka. V roce 2000 byla výměra kukuřice na zeleno a na siláž 232 tis. ha a v letošním roce (2011) je výměra 197 tis. ha.

Výhody pěstování této plodiny vyházejí z toho, že je zařazena do normálního osevního postupu. Nevyskytují se problémy při jejím pěstování v monokultuře, značnou úsporu nákladů lze dosáhnout při bezorbových systémech hospodaření, případně používáním geneticky modifikované kukuřice. Po ukončení plynové stanice není zapotřebí rekultivace a není ohrožený úbytek tzv. primární zemědělské půdy, zabezpečující potravinovou soběstačnost. Kukuřici je možno silážovat a míchat i s ostatními jednoletými nebo víceletými krmivými a travami. Z 1 t kukuřice na siláž je možno získat okolo 170 m³ plynu.

Biopaliva vyrobená z biomasy jsou v současnosti jedinou reálnou náhradou fosilních paliv v dopravě a již jsou začleněny do systému infrastruktury a zásobování palivem. Biopaliva první generace vyráběné v Evropě s použitím ekonomicky nejatraktivnější metody produkují o 35 – 50 % méně emisí skleníkových plynů než konvenční paliva [38].

Tabulka 7 Národní cíle pro podíl biopaliv

	2010	2015	2020
biopaliva [%]	5,75	7	10

Pro dosažení cílů (Tabulka 7) je důležité zabezpečit, aby politika biopaliv pracovala vysoce efektivně. To znamená:

- promítnout cíle do legislativního rámce,
- informovat výrobce vozidel o palivech, pro která by vozidla měla být konstruována,
- stimulovat výrobu biopaliv způsoby, které přispívají k cílům směrnice (úspory skleníkových plynů a ekologicky přijatelné zabezpečení dodávek).

5 Závěr

Cílem této publikace bylo přinést informace o možnostech a praktických zkušenostech z nově rozvíjející se oblasti zemědělství, pěstování, zpracování a úpravy biomasy pro energetické účely. Pozornost byla zaměřena především na oblast pěstování plodin. Pěstování plodin pro energetické účely má velký potenciál spočívající v dostatečné rozloze zemědělských a dalších ploch, které nejsou aktuálně využívány pro potravinářské účely. Dalším faktorem je vzrůstající poptávka po biomase k energetickým účelům z oblasti velké energetiky – teplárenství, elektrárenství. Nelze také nezmínit postupné navyšování poptávky po biomase od domácností související s přechodem od jednoduchých technologií vytápění (kotel s ruční dodávkou) k náročnějším (automatický kotel), kde je využívána biomasa ve formě pelet a briket, a zároveň k postupnému ústupu od využívání uhlí.

V podmínkách ČR se zatím nejvíce rozšířilo, z oblasti rychle rostoucích dřevin, pěstování topolů a vrb. Velikost takto osázených ploch je však stále malá. Postupně se zvyšuje využívání slámy. Zcela nejvýznamnějším typem paliva však je štěpka, která se používá především pro zařízení větších výkonů. Důvodů pro pomalý rozvoj cíleného pěstování energetické biomasy je několik. Nejdůležitější jsou přetrvávající malé zkušenosti zemědělců s novými plodinami a tím nedůvěra v rentabilitu pěstování a praktická neexistence finančních podpor do rozvoje pěstování nových energetických plodin. Postupné navyšování ceny fosilních paliv a snaha o zvětšení soběstačnosti v zajištění základních energetických zdrojů by měly vést

k vytvoření dobrých podmínek pro postupné rozšiřování pěstování a následného využívání biomasy k energetickým účelům.

Literatura

- [1] PASTOREK, Z., KÁRA, J., JEVIČ, P.: Biomasa – obnovitelný zdroj energie, FCC PUBLIC 2004. ISBN 80-86534-06-5.
- [2] de GROOT, P., HEMSTOCK, S.L., WOODS, J.: The Biomass – Assessment Handbook, 2007. ISBN 978-84407-526-3.
- [3] HAVLÍČKOVÁ, K. a kol.: Analýza potenciálu biomasy v České republice. Nová tiskárna Pelhřimov, 2010. ISBN 978-80-85116-72-4.
- [4] NOSEK, R., JANDAČKA, J. HOLUB, M.: Effect of additives to wood pellets properties, Fourth Global Conference on Power Control and Optimalization, Kuching – Sarawak – Malaysia, 2010. ISBN 978-983-44483-32.
- [5] LÁBAJ, J., KAPJOR, A., PAPUČÍK, Š.: Alternativne paliva pre energetiku a dopravu, Juraj Štefun – Georg, Žilina, 2010. ISBN 978-80-89401-15-4.
- [6] KUCZEWSKI, J., WASZKIEWICZ, Csz.: Mechanizacja rolnictwa. Maszyny i urządzenia do produkcji roślinnej i zwierzęcej, Wydawnictwa SGGW, Warszawa 2007, wyd. IV. (obrázek 23)
- [7] GRZYBEK, A., GRADZIUK, P., KOWALCZYK, K., Słoma, energetyczne paliwo, Wydawnictwo Wieś Jutra Sp. z o.o., Warszawa 2001, wyd. I.
- [8] BODZON, Z.: Rośliny motylkowate drobnonasienne uprawiane na nasiona. Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, 2005. (<http://www.ihar.edu.pl/img/bcf0514c.pdf>)
- [9] SUDHAGAR, M., LOPE, T., SHABAB, S.: Grinding performance and physical properties of wheat and barley straws, corn stover and switchgrass. ELSEVIER Biomass and Bioenergy 27 (2004).
- [10] DATTA, R.: Energy requirement for lignocellulose pretreatment process. Process Biochemistry 1981;16:16 -19,42.
- [11] RICHARDSON, J. BJORHEDEN, R. HAKKILA, P. LOWE, A.T., SMITH, C.T.: Bioenergy from sustainable forestry: guiding principles and practice, Kluwer Academic Publishers 2002, 364 pages, ISBN 978-1-4020-0676-0.
- [12] KÄRHÄ, K., VARTIAMÄKI, T.: Biomass and bioenergy, volume 30, issue 12, pages 1043-1052, December 2006.

- [13] JOHANSSON, J., LISS, J.-E., GULLBERG, T. BJÖRHEDEN, R.: Biomass and bioenergy, volume 30, issue 4, pages 334-341, April 2006.
- [14] JASIŃSKA, Z., KOTECKI, A.: Szczegółowa uprawa roślin, Warszawa 1999.
- [15] GARCIA, Y.: Growing Maze for Silage, A guide for dairy farmers, University of Sydney, Australia.
- [16] PODKÓWKA, Z.: Kukurydza w żywieniu zwierząt', Agroservis, wydanie 3- styczeń 2005.
- [17] MICHALSKI, T.: Dużo do kieszonki, www.farmer.pl, 2006
- [18] HOLAJ, J., ZALIWKSI, A.: Modelowanie technologii produkcji kukurydzy uprawianej na CCM, Inżynieria Rolnicza 2(100)/2008.
- [19] NIEDZIOLKA, I., SZYMANEK, M., RUBCZYŃSKI, R.: Technologia produkcji kukurydzy cukrowej. Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN w Lublinie, Rozprawy i Monografie 2004(8)
- [20] MACHUL, M.: Wybrane elementy agrotechniki kukurydzy, Agro Serwis, Kukurydza rośliną przyszłości, wydanie 3 – styczeń, r. 2005.
- [21] KWAŚNIEWSKI, D.: Efektywność ekonomiczna produkcji kukurydzy, rzepaku i wierzby energetycznej, Katedra Inżynierii Rolniczej i Informatyki, Akademia Rolnicza w Krakowie, Problemy Inżynierii Rolniczej nr 1/2008.
- [22] ZYCH, J.: Odmiany pszenicy, Agro Serwis, zboże wysokiej jakości, wydanie 2 (<http://www.ppr.pl/dzial-pszenica-1625.php>).
- [23] MAVEZ B.B.: Sunflower-based Feedstocks in Nonfood Applications Perspectives from Olefin Metathesis, International Journal of Molecular Sciences, 2008.
- [24] GIANESSI, L.: The Benefits of Insecticide Use: Sunflowers, Crop Life Foundation, Crop Protection Research Institute, Washington, March 2009.
- [25] MYERS, R.L.: Alternative crop guide, Sunflower, Thomas Jefferson Agricultural Institute, 2002.
- [26] LOO, S., KOPPEJAN, J.: The Handbook of Biomass Combustion and Co-firing, EARTHSCAN December 2007, 464 pages, ISBN 9781844072491.

- [27] FORSBERG, G.: Biomass energy transport: Analysis of bioenergy transport chains using life cycle inventory method, ScienceDirect, 2000.
- [28] HAMELINCK, C. N., SUURS, R.A.A, FAAIJ, A.P.C.: International bioenergy transport costs and energy balance, ScienceDirect, 2005.
- [29] CAMERON, J.B., AMIT KUMAR, A., FLYNN, P.C.: The impact of feedstock cost on technology selection and optimum size, ScienceDirect, 2007.
- [30] SOOŠ, L.: Profity a úskalia výroby ušľachtilych biopalív, 2006.
- [31] OCHODEK, T., KOLONIČNÝ, J., JANÁSEK, P.: Potenciál biomasy, druhy, bilance a vlastnosti paliv z biomasy. Vyd., Vysoká škola banská – Technická univerzita, Ostrava, 2006, ISBN 80-248-1207-X.
- [32] OCHODEK, T., KOLONIČNÝ, J., BRANC, M.: Technologie pro přípravu a energetické využití biomasy. Vyd., Technická univerzita, Ostrava, 2007, ISBN 978-80-248-1426-1.
- [33] OCHODEK, T., KOLONIČNÝ, J., BRANC, M.: Ekologické aspekty záměny fosilních paliv za biomasu. VŠB - TU Ostrava, Výzkumné energetické centrum, Ostrava 2007. ISBN 978-80-248-1595-4.
- [34] DZURENDA, L., JANDAČKA, J.: Energetické využitie dendromasy. Vyd., TU vo Zvolene, 2010, ISBN 978-80-228-2082-0.
- [35] <http://www.agriwatt.cz/biomasa/>
- [36] http://www.energie21.cz/archiv-novinek/Energeticka-biomasa-je-soucasti-mixu__s303x57898.html
- [37] <http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2007/biomass.pdf>
- [38] [www.renew-fuel.com/download.php?dl=del_sp5_wp3_5-3-6_07-10-29_ecbrec-iec\[1\].pdf](http://www.renew-fuel.com/download.php?dl=del_sp5_wp3_5-3-6_07-10-29_ecbrec-iec[1].pdf)
- [39] <http://www.biomassenergycentre.org.uk/>
- [40] <http://212.71.135.254/vuzt/vyzkum/2004/soucekl1.htm>
- [41] <http://stary.biom.cz/sborniky/99kara/06.html>
- [42] <http://www.mpo-efekt.cz/dokument/02.pdf>
- [43] http://www.simatech.lv/?sima=5&id=df388a&firma=39&m=4fd123&sub=&adr=_CIPPO 10
- [44] <http://www.lesymb.cz/energeticka-stepka-.html?id=87>
- [45] <http://forestgamp.eu/energeticka-stepka.html>

- [46] <http://www.lesni-technika.cz>
- [47] <http://www.coford.ie/iopen24/pub/finalfuelquality.pdf>
- [48] <http://forestry.com>
- [49] http://woodgears.ca/reclaim_lumber/index.html
- [50] <http://archifilter.com/2009/11/splitting-wood-solving-problems>
- [51] http://www.endtimesreport.com/chimney_cleaning.html
- [52] <http://www.ceskazahrada.cz>
- [53] <http://www.nazeleno.cz/energeticke-plodiny.dic>
- [54] <http://www.energetickeplodiny.cz/index.php>
- [55] <http://www.enviweb.cz/clanek/energie/85782/ma-ceska-republika-potencial-pro-pestovani-energetickych-plodin>
- [56] http://biom.cz/cz-pestovani-biomasy/odborne-clanky/soucasny-stav-a-perspektivy-rozvoje-uziti-biomasy-v-zemich-stredni-evropy?add_disc=1. ISSN: 1801-2655.
- [57] <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/topoly-a-vrby-pro-energetiku>
- [58] <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyber-vhodneho-stanoviste-pro-zalozeni-plantaze-rychle-rostoucich-drevin>
- [59] <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vymladkove-plantaze-topolu-a-vrb>
- [60] <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/shrnuti-a-vyvoj-situace-vymladkovych-plantazi-rychle-rostoucich-drevin-pro-produkci-biomasy-v-cr-a-ve-svedsku>
- [61] <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/podpora-pestovani-energeticke-biomasy-v-cr-a-v-kontextu-s-eu>
- [62] <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vlastnosti-paliv-z-rrd-v-zavislosti-na-jejich-zpracovani>
- [63] <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/kriteria-udrzitelnosti-vyroby-biopaliv>
- [64] <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyuziti-picnich-plodin-pro-vyrobu-bioplynu>
- [65] <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/energeticke-vyuziti-rostlinne-biomasy>
- [66] <http://biom.cz/data/Upload/PDF/Rostliny%20pro%20energeticke%20uce>ly.pdf
- [67] Obnovitelné zdroje energie v roce 2010, Ministerstvo průmyslu a obchodu.

- [68] Obnovitelné zdroje energie v roce 2009, Ministerstvo průmyslu a obchodu.
- [69] <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/energeticke-ekonomicke-a-ekologicke-hodnoceni-biopaliv>
- [70] Akční plán pro biomasu
(http://biom.cz/upload/93a6e8e6b11e93816bea14d0c95745a2/AP_biomasa_09_01.pdf)
- [71] <http://www.nazeleno.cz/vytapeni-1/miscanthus-energeticky-zazrak-proc-mame-topit-biomasou.aspx>
- [72] <http://www.rakosi.cz/detail.php?id=9>
- [73] <http://www.agrostis.cz/galerie/atlastrav/40/01.jpg>
- [74] http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/trek/index.php?N=5&I=1
- [75] http://www.polgara.cz/kytický/Jetel_lucni.jpg
- [76] <http://biom.cz/cz/obrazek/rostliny-cukrove-repy>
- [77] <http://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id18074/>
- [78] http://www.uroda.cz/files/image/Rostlinka/psenice/Nase%20pole%28bar%29_1131_750x500.JPG
- [79] http://czechfolks.com/plus/wp-content/uploads/2011/01/Obr._025.jpg
- [80] <http://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id1566/>
- [81] <http://www.biolib.cz/cz/image/id88691/>
- [82] <http://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id18250/>
- [83] http://www.horninemci.cz/webdata/pic/large/chko_drahy_louka1.jpg
- [84] <http://app.claas.com>
- [85] [http://www.elvaprofi.cz/komunalni-technika/stepkovace/vermeer-bc200x1.html#!prettyPhoto\[gallery1\]/0/](http://www.elvaprofi.cz/komunalni-technika/stepkovace/vermeer-bc200x1.html#!prettyPhoto[gallery1]/0/)
- [86] <http://www.vobosystem.cz>
- [87] <http://www.martinik-zemedelskatechnika.cz/produkty/lisy-vicon/lisy-nahrnate-baliky>

Seznam obrázků

Obrázek 1 Celkový pohled na plantáž topolů (vlevo) a detail na výsadbu do dvojřádku (vpravo).....	28
Obrázek 2 Plantáž vrb	29
Obrázek 3 Šťovík v druhém roce vegetace na kvalitní půdě	33
Obrázek 4 Plantáž ozdobnice po 3 letech.....	37
Obrázek 5 Lesknice rákosovitá	39
Obrázek 6 Sveřep bezbranný.....	41
Obrázek 7 Ovsík vyvýšený	43
Obrázek 8 Porost srhy laločnaté.....	45
Obrázek 9 Jetel luční	48
Obrázek 10 Cukrová řepa.....	50
Obrázek 11 Kukuřice setá	54
Obrázek 12 Pšenice setá.....	58
Obrázek 13 Řepka olejka	62
Obrázek 14 Slunečnice.....	66
Obrázek 15 Triticale.....	70
Obrázek 16 Žito seté	73
Obrázek 17 Louka	76
Obrázek 18 Štípačka polen s celým polenem (vlevo) a s naštípaným polenem (vpravo)	84
Obrázek 19 Schéma diskové sekačky	86
Obrázek 20 Schéma bubnové sekačky	88
Obrázek 21 Schéma šroubové sekačky	89
Obrázek 22 Schéma kladivového mlýnu.....	91
Obrázek 23 Lis na čtvercové balíky vysoké hustoty: a) náhled, b) schéma,..	94
Obrázek 24 Balíkovač s pevnou komorou	95
Obrázek 25 Zbytky po těžbě naskládání do kupek a řádků	97
Obrázek 26 Detail systému svazkování	97
Obrázek 27 Silniční přeprava svazků.....	99
Obrázek 28 Štěpkovač bez vlastního pohonu	101
Obrázek 29 Diskový štěpkovač.....	102
Obrázek 30 Systémy sklizně a úpravy energetických stébelnin celého obilí a travin.....	104
Obrázek 31 Sběrací vůz.....	105
Obrázek 32 Sběrací lis na válcové balíky	106
Obrázek 33 Sběrací lis na hranaté obří balíky.....	106
Obrázek 34 Schéma kompaktního svinovacího lisu	107
Obrázek 35 Schéma šroubového protlačecího stroje	110
Obrázek 36 Schéma horizontálního peletovacího stroje s válcovými kladkami a válcovou maticí	111

Obrázek 37 Schéma horizontálního peletovacího stroje s válcovou maticí a lisovacím rotorem.....	112
Obrázek 38 Schéma horizontálního peletovacího stroje s ozubenými kolečky	113
Obrázek 39 Schéma vertikálního peletovacího stroje s kuželovými kladkami a plochou maticí.....	114
Obrázek 40 Schéma vertikálního peletovacího stroje s válcovými kladkami a plochou maticí.....	115
Obrázek 41 EcoTre Systém.....	116
Obrázek 42 Konstrukce briketovacích lisů	117
Obrázek 43 Objemové rozdíly mezi materiály se stejnou hmotností u různých typů produktů	119
Obrázek 44 Přeprava kontejnery	120
Obrázek 45 Přeprava svazků (paketů).....	121
Obrázek 46 Přeprava dřevní štěpky	122
Obrázek 47 Přeprava paketů vlakem.....	122
Obrázek 48 Dočasné skladování - svazky.....	124
Obrázek 49 Sila	128
Obrázek 50 Pásový (vlevo) a korečkový (vpravo) dopravník.....	130

Seznam tabulek

Tabulka 1 Potenciál biomasy v krajích ČR v roce 2006 při variantě – konvenční zemědělství na veškeré orné půdě a trvalých travních porostech.	14
Tabulka 2 Energetický potenciál biomasy z konvenčního zemědělství v krajích ČR v roce 2006 při variantě – konvenční zemědělství na veškeré orné půdě a trvalých travních porostech.....	15
Tabulka 3 Potenciál biomasy v krajích ČR v roce 2006 při variantě – energetické plodiny na 10 % rozlohy orné půdy a 2 % rozlohy trvalých travních porostů.....	18
Tabulka 4 Energetický potenciál biomasy z konvenčního zemědělství v krajích ČR v roce 2006 při variantě – energetické plodiny na 10 % rozlohy orné půdy a 2 % rozlohy trvalých travních porostů	20
Tabulka 5 Produkce biomasy a energie u různých druhů rostlin	78
Tabulka 6 Orientační výtěžnost biopaliv z hlavních plodin.....	140
Tabulka 7 Národní cíle pro podíl biopaliv	142

Autor:	Ing. Jan Koloničný, Ph.D. Mgr. Veronika Hase	
Vysokoškolský ústav:	Výzkumné energetické centrum, Inovace pro efektivitu a životní prostředí	9340, 9341
Název:	Využití rostlinné biomasy v energetice	
Místo, rok vydání:	Ostrava, 2011, I. vydání	
Počet stran:	151 stran	
Vydala:	Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava	
Tisk:	Juraj Štefuň - GEORG	
Náklad:	200 ks	
Neprodejné		

Za obsah studie jsou odpovědní autoři. Informace zde uvedené nejsou oficiálním stanoviskem orgánů Evropské unie.

ISBN 978-80-248-2541-0