



ROSTLINY PRO ENERGETICKÉ ÚČELY

Vydala: Česká energetická agentura
Vinohradská 8
120 00 Praha 2
tel: 02 / 2421 7774, fax: 02 / 2421 7701
e-mail: cea@ceacr.cz
www.ceacr.cz

Zpracovala: Ing. Vlasta Petříková, DrSc.

Tato publikace je určena pro poradenskou činnost a byla zpracována v rámci Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů

Anotace

Publikace seznamuje čtenáře s rostlinami vhodnými pro cílené pěstování k energetickým účelům, s možností jejich následného využívání pro přímé spalování. Jednotlivé druhy rostlin jsou rozděleny do skupin, na jednoleté a víceleté, či vytrvalé. Jsou zde uvedeny veškeré dosud známé druhy, i když není ještě u všech dokonale vypracována jejich pěstitelská technologie, neboť i tyto dílčí poznatky jsou důležitými podklady pro další nezbytné doplňování zkušeností v zájmu urychleného rozvoje „fytoenergetiky“. Podle botanické charakteristiky jsou rostliny rozděleny na skupiny energetických obilovin, travin a ostatních dvouděložných rostlin. Pro energii lze využívat i některé rostliny planě rostoucí, okrasné, či léčivé. Největší význam mají rostliny vytvářející vysoký výnos (alespoň 10 t/ha suché hmoty) a rostliny víceleté, nebo vytrvalé, jejichž porosty nemusí být každoročně nově zakládány. Vedle popisu jednotlivých druhů jsou základní údaje o pěstování těchto rostlin uvedeny též v souhrnném přehledu, včetně orientačních výnosových parametrů, což je důležité pro celkovou bilanci získávané energetické fytomasy.



Lektoři : **Ing.Václav Sladký, CSc.** Výzkumný ústav zemědělské techniky Praha

Ing.Zdeněk Stražil, CSc. Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha

Obsah

1 Úvod	str. 4
2 Typy a druhy energetických rostlin	5
Rychle rostoucí dřeviny	5
Byliny	5
3 Rostliny jednoleté	7
3.1 Energetické obiloviny – tritikále, žito	7
3.2 Čiroky	8
3.3 Kukuřičná sláma	8
3.4 Konopí seté	8
3.5 Laskavec –Amaranthus	9
3.6 Krmný sléz – sléz přeslenitý	10
3.7 Hořčice sareptská	11
3.8 Sláma olejnin	12
3.8.1 Řepka olejka	12
3.8.2 Krambe habešská – Kartán habešský	13
3.8.3 Světlíce barvířská – Saflor	14
3.8.4 Len setý – olejný	14
3.8.5 Lnička setá	15
3.8.6 Slunečnice	15
4 Rostliny víceleté a vytrvalé	15
4.1 Pupalka dvouletá	16
4.2 Komonice bílá	16
4.3 Jestřabina východní	17
4.4 Topinambur hlíznatý	18
4.5 Šťovík krmný	19
4.6 Mužák prorostlý	20
4.7 Bělotrň kulatohlavý	21
4.8 Boryt barvířský	22
4.9 Topolovka růžová	22
4.10 Ozdobnice čínská – Miscanthus – „slonní tráva“	24
5 Planě rostoucí druhy rostlin	26
5.1 Názvy některých planých rostlin	26
5.2.Křídlatka	26
6 Energetické trávy	26
6.1 Chrastice (Lesknice) rákosovitá	27
6.2 Kostrava rákosovitá	28
6.3 Psineček veliký – bílý	28
6.4 Ovsík vyvýšený	29
6.5 Sveřepy	29
6.5.1 Sveřep samužníkovitý	30
6.5.2 Sveřep bezbranný	30
7 Osiva energetických rostlin	31
8 Zpracování rostlin na fytopalivo	32
9. Souhrn a závěry	32
10 Použité literární citace	33

1. Úvod

Význam energie z obnovitelných zdrojů stále vzrůstá. Biomasa je přitom nejdůležitější forma, neboť se odhaduje, že zaujímá v rámci všech obnovitelných zdrojů (jako je voda, vítr, slunce apod.) kolem 75 %. V současné době se biomasa využívá především pro výrobu tepla. Zdrojem jsou nyní hlavně vedlejší nebo odpadní hmoty, jako např. sláma obilnin a řepky, nebo dřevní štěpka z lesních nebo dřezozpracujících podniků. S předpokládaným perspektivním rozvojem tohoto nového oboru „fytoenergetiky“ se zcela jistě nevystačí jen s odpady či vedlejšími produkty, ale bude nutné zajistit dostatek rostlinné hmoty z cíleně pěstovaných tzv. energetických rostlin.

Pro pěstování energetických rostlin lze vedle různých deficitních pozemků, včetně rekultivovaných, využívat v hojné míře i tradiční zemědělskou půdu. Přebytek potravin na světovém trhu i u nás nutí zemědělce uvádět půdu do klidu, což znamená, že je půda přebytková pro potravinářské účely. Přibližný odhad této přebytkové půdy činí u nás cca 500 až 1000 tis. ha. Je zřejmé, že nelze ihned využívat veškerou přebytkovou půdu k účelům fytoenergetiky, avšak tato situace vytváří dobré předpoklady k postupnému zavádění energetických rostlin do osevních ploch, což by nesporně přispělo i k účelnému využívání této půdy, nepotřebné pro potravinářskou produkci.

Význam produkce fytopaliv spočívá tudíž nejen v získávání určitého podílu obnovitelné energie, ale má i další velmi významné aspekty, které lze stručně shrnout takto:

- efektivní využívání přebytkové půdy
- vytváření nových pracovních příležitostí při pěstování energetických rostlin, jejich sklizni a zpracování na fytopaliva
- údržba kulturní krajiny, kdy pole budou pravidelně obdělávána cíleně pěstovanými rostlinami
- příspěvek k redukci skleníkových plynů v důsledku využívání kyslíčnicku uhličitého z ovzduší, intenzivní vegetací energetických rostlin

Nejrozšířenější způsob získávání fytomasy z cíleně pěstovaných rostlin k přímému spalování, je (dosud hlavně v zahraničí) zakládání plantáží rychle rostoucích dřevin, jako jsou topoly a vrby, příp. i další dřeviny. U nás je nejvíce zkušeností s pěstováním rychle rostoucích dřevin soustředěno ve Výzkumném ústavu okrasných rostlin v Průhonicích. Zkušenosti s produkcí fytomasy z rychle rostoucích dřevin nejsou proto zahrnuty do této příručky. Zájemce o pěstování tohoto druhu biomasy odkazují proto na specialisty z výzkumného ústavu v Průhonicích.

Méně rozšířený způsob je pěstování nedřevní hmoty, tj. rostlin bylinného charakteru k záměrnému využívání pro energetické účely. Pěstování energetických rostlin nemá u nás zatím žádnou tradici. Většina rostlin je málo známých, i když některé z nich se kdysi i u nás pěstovaly. Tyto typy rostlin se však u nás již začaly zkoušet a ověřovat, avšak výsledky nejsou dosud v podvědomí odborné ani laické veřejnosti zakotveny. Je to především proto, že postupně získávané zkušenosti jsou zatím neucelené a nebyly dosud souborně publikovány. Je proto třeba jednotlivé rostliny popsat, poznatky a zkušenosti utřídit a vyjádřit se k možnostem jejich perspektivy pro fytoenergetiku.

Cílem předkládané brožury je proto seznámit širokou veřejnost s netradičními rostlinami a možnostmi jejich využívání pro energetické účely. Vyčerpávající podrobné popisy včetně jejich pěstitelských technologií nemohou však být u všech jednotlivých rostlin vždy uvedeny, neboť mnohdy nejsou ještě dostatečně opracovány. Přesto je zde uveden co nejširší soubor i těchto dosud neúplně ověřených druhů rostlin, aby na ně bylo upozorněno a mohly tak být potřebné údaje v budoucnu postupně doplňovány.

Příručka shromažďuje tudíž všechny dosud známé informace i praktické zkušenosti, získané u nás i v zahraničí, s pěstováním těchto typů „energetických“ rostlin. Jedná se především o rostliny vysoce vzrůstné, které vytváří velké množství nadzemní hmoty. Takovéto rostliny by měly dosahovat výnosu kolem 10 t suché hmoty z 1 ha, aby byly pro tyto účely efektivní. V zájmu rychlého rozvoje „fytoenergetiky“ jsou zde uvedeny všechny potenciálně vhodné druhy, i přesto, že u některých není dosud podrobně známa jejich pěstitelská technologie. Tyto poznatky bude třeba dále postupně doplňovat.

Zpracování shromážděných podkladů spočívá především v popisu jednotlivých druhů rostlin rozdělených na jednoleté a víceleté či vytrvalé, doplněné fotodokumentací porostů nebo jednotlivých rostlin. Dále jsou v souhrnném přehledu uvedeny základní údaje pro zakládání porostů energetických rostlin a jejich orientační výnosové parametry, což je významné pro získání informací o množství fytopaliva z takto vypěstovaných rostlin.

V popisu energetických rostlin je pozornost soustředěna především na druhy, které se využívají pro přímé spalování. K tomu jsou vhodné veškeré rostlinné hmoty, které jsou při sklizni dostatečně suché a mají odpovídající formu, vhodnou pro spalování v kotlích konstruovaných na spalování fytohmoty. O způsobu sklizně je zde pouze okrajová zmínka, neboť se předpokládá použití běžných zemědělských strojů. Rovněž zpracování fytohmoty, způsob jejího dosoušení a spalování zmiňuje příručka jen rámcově, neboť se jedná o další, navazující specializaci, které se již delší čas věnují odborníci ve Výzkumném ústavu zemědělské techniky v Praze. Zájemce o tento úsek „fytoenergetiky“, včetně některých podrobností týkající se sklizně, odkazují proto na specialisty z VÚZT.

Pro energetické účely lze sice využívat také rostliny, které nejsou při sklizni dostatečně suché, nebo i rostliny sklizené výhradně na zeleno. Takovouto hmotu lze pak energeticky využít při výrobě bioplynu. Využívání této fytohmoty navazuje pak logicky na speciální technologii, která u nás zatím není dostatečně rozšířena oproti přímému spalování a proto jsou rostliny vhodné k tomuto účelu zmíněny jen okrajově.

2. Typy a druhy energetických rostlin.

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 vysoce vzrůstné, avšak pěstují se i pro jiné účely, např. jako léčivky apod. Pro fytoenergetiku lze pak využívat slámu či podobný vedlejší produkt, po oddělení hlavního produktu, zpravidla zrna.

Cíleně pěstované energetické rostliny lze rozdělit na 2 hlavní skupiny:

2.1. 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 t.černého a bavlíkového a pod.

Vrby – různé formy a kříženci

Podrobnější údaje o pěstování a využívání fytohmoty z rychle rostoucích dřevin lze získat u specialistů v Průhonících, jak bylo již uvedeno.

2.2 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.

Základní údaje o zakládání porostů energetických rostlin, včetně výnosových parametrů jsou sestaveny do následujícího přehledu v Tab. 1.

Tab. 1. Přehled základních údajů o pěstování netradičních energetických rostlin

Druh rostlin	Výsev kg/ha	Setí hloubka v cm	termín	Výnos suché hmoty v t / ha	Sklizeň : sklizená část rostliny / termín	
Jednoleté						
Obilniny:- tritikale	130 - 180	5 - 7	25.9. -10.10.	10 – 12	1/	VII,VIII
-ozimé žito	130 – 140	5 - 7	25.9.- 5.10.	9 – 12	1/	VII,VIII
Čirok -						
Sudanská tráva	30	4 – 5	zač. V.	14 – 18	1/	(IX),X,(XI)
Konopí seté	32– 65	3	IV – V	8,5 –16	1/	IX,X
Amaranthus	1,2 – 1,7	1,5	V – VI.	8 - 10	1/ (2/)	(IX),X,(XI)
Sléz krmný	5 – 8 (10)	2	IV. – V.	8 – 12	1/ (2/)	(VIII),IX,(X)
Hořčice sareptská	5 – 6	2	IV.	6 – 8	2/ (1/)	VIII,(IX)
Krambe (kartán)	20 – 30	2 - 3	od 1/2 IV.	4,5 - 5	2/	VII,VII
Světlice barvířská	15 - 30	2 - 4	III do 1/2 IV.	4 – 5	2/	IX
Lnička setá	8–12	1 – 2	III,IV	2,5 – 3,5	2/	(IV),VIII
Víceleté a vytrvalé						
Pupalka dvouletá	4 - 5	na povrch	od jara do	4 – 5	2/	(VIII),IX
		utužené půdy	1/2 VIII			
Komonice bílá	18– 25	2 – 3	IV –V	12 –15	1/	(VIII), IX
Jestřabina východní	15 – 25	3	IV	cca 10	1/	VII,(VIII)
Topinambur hlíznatý	50-55 tis.hlíz	6 -12	V spon			
			62,5-75x24-40 cm	8 – 10	1/	IX,(X,IX)
Šťovík krmný	5 – 8	1,5	V – VII	15 – 25	1/ (2/)	(VI),VII,(VIII)
Mužák prorostlý	12 – 15	3	IV	12 – 15	1/	(VIII),IX,(X)
Bělotn kulatohlavý	18 - 22	3	IV – V	14 – 16	1/	IX,(X)
Boryt barvířský	10 - 12	3	IV	cca 10	1/	VIII,(X)
Topolovka růžová	5 - 6	2	IV – V	13 – 16	1/	IX,(X)
Ozdobnice čínská –	10 – 20 tis.					
Miscanthus	sazenic	6 – 8	1/2 V – 1/2 VII	15 - 25	1/	Jaro –III,IV
Energetické trávy						
Chrastice –lesknice	8 – 10		podzim -			
rákosovitá	(20 –25)	1,5	(brzy z jara)	9 – 10 (15)	1/ (2/)	VI,VII
Kostřava rákosovitá	15 – 16	1	III, IV	8 - 14	1/ (2/)	VII
Psineček veliký	10 – 12	1	III, IV	7 – 8	1/ (2/)	VI,VII
Ovsík vyvýšený	27 – 30	3 – 4	III, IV	7 – 9	1/ (2/)	VI,VII
Sveřep samužníkovitý	20 – 35	1,5	III, do 1/2 IV	10 - 15	1/ (2/)	VII,(VIII)
Sveřep bezbranný	20 – 35	1,5	III,IV(podzim)	12 – 15	1/ (2/)	VII,(VIII)

Sklizená část rostliny: 1/ - celková nadzemní hmota, 2/ - sláma. Sklízet lze buď slámu, nebo celkovou hmotu, výnosy suché hmoty se pak týkají formy bez závorky : např. 1/ (2/) je výnos celkové nadzemní hmoty.

3. Rostliny jednoleté

3.1 Energetické obiloviny – tritikale, žito

Obiloviny jsou ve fytoenergetice v současné době známé především využíváním slámy, jakožto vedlejšího produktu při produkci zrna. Je to nesporně výhodné, zvláště když obilniny poskytují vysoký výnos slámy, jako např. žito. Nejvíce se však využívá ke spalování sláma pšeničná, neboť se pěstuje na největších plochách. Lze používat též slámu ječnou, pokud ji není třeba používat ke krmení skotu. V tomto případě je vhodnější sláma ječmene ozimého, který mívá zpravidla vyšší výnosy, než ječmen jarní.

Využívání slámy ke spalování se však u nás často diskutuje. Objevují se námitky, že je nutné veškerou slámu zaorávat, aby se půda neochuzovala o organickou hmotu. Tento aspekt je sice důležitý, ale je třeba znát míru obohacování půdy o zaorávanou slámu. Pokud by se zaorávala veškerá sláma (po odečtu spotřeby na stlaní a krmení), nastalo by většinou přechodné snížení půdní úrodnosti a to v důsledku tzv. biologické sorpce. Půdní mikroflora potřebuje pro rozklad organické hmoty (dodané slámou) živiny, které se pak nedostávají pro výživu právě pěstovaných rostlin. Pro omezení tohoto jevu by bylo nutné dodat do půdy zvýšené množství živin, zejména dusíku, což významně zvyšuje náklady. Zvýšený podíl zaorávané slámy je zvl. rizikový v sušších oblastech, kde vedle živin často chybí pro přeměnu organické hmoty v půdě nezbytná vláha. Důsledkem je dlouhodobě nerozložená sláma, která v tomto stavu k úrodnosti půdy nijak nepřispívá. Při hodnocení výhod či rizik zaorávání slámy bylo zjištěno, že při množství slámy potřebné pro zajištění úrodnosti půdy, přesto přebývá cca 1/3 veškeré produkce slámy. O jejím nedostatečném využívání a tudíž přebytku, svědčí ostatně staré stohy postupně tlející slámy, které lze vidět téměř po celém území ČR. Tuto slámu by pak bylo možné efektivně využívat při spalování v biokotelnách, v zájmu rozvoje fytoenergetiky, což se již realizuje v několika případech také u nás. Velmi dobré zkušenosti mají v tomto směru zejména v Dánsku, ale i v řadě jiných států.

Vedle slámy (vedlejší produkt) lze pro fytoenergetiku využívat též celé obilní rostliny, včetně zrna. Dobré zkušenosti mají v tomto směru např. v Rakousku. K tomuto účelu jsou zvl. vhodné statné obiloviny, jako např. **ozimé žito** a hlavně **tritikale**, což je kříženec pšenice a žita. Uznávané odrůdy těchto obilovin jsou následující:

Žito : **Daňkovské nové** – 1977, **Beskyd** – 1991, **Albedo** – 1991, **Selgo** – 1997 a další

Tritikale : **Presto** – 1990, **Ring** – 1991, **Disko** – 1997, **Kolor** – 1996, **Modus** 1998

Tyto energetické obiloviny lze pak lokalizovat do méně úrodných výše položených oblastí, neboť nemají zvlášť vysoké nároky na stanoviště a v nížinných úrodných polohách pěstovat náročnější ječmen a pšenici.

Pěstování energetických obilovin má nespornou výhodu v tom, že je technologie jejich produkce i sklizně zemědělci důvěrně známa a že zde není třeba žádné speciální mechanizace. Sklizeň 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 (viz např. Sladký 1995). 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 + zrno) se pohybuje **kolem 10 – 12 t z 1 ha.**, což je z hlediska ekonomických parametrů fytoenergetiky přijatelné množství.

3.2 Čiroky (*Sorghum Adams*)

Rostliny čirokovité patří do typu C4, což svědčí především o tom, že dobře snáší sucho, neboť dobře hospodaří s vláhou. Na produkci 1 kg sušiny potřebují jen 200 l vody, což je např. oproti kukuřici o plných 100 l méně. Čiroky jsou však dosti náročné na teplo. Pro energetické účely lze využívat především **čirok - sudanskou travu (*Sorghum vulgare var. sudanense*)**. Čirok cukrový je pro přímé spalování méně vhodný, neboť vlivem svého značného obsahu cukru zůstává až do sklizně „vodnatý“ a proto se i špatně dosouší.

Povolené odrůdy : sudanská tráva - **Hyso 2** (kříženec čiroku a sudanské trávy).

Výhodou pěstování čirokovitých rostlin je to, že je dobře známá pěstitelská technologie, neboť je prakticky stejná, jako v případě kukuřice. Tu naši zemědělci dobře znají, takže není nutné je v tomto směru poučovat. Výhodou je rovněž běžně známá mechanizace, používaná pro kukuřici a to jak pro setí, tak pro sklizeň čiroků. Rovněž při zařazování čiroků do osevních postupů lze volit obdobná kritéria jako v př. kukuřice. Nároky na živiny jsou poměrně značné, opět podobné jako u kukuřice, takže též hnojení se řídí podobnými zásadami jako hnojení kukuřice.

Výsev čiroků se provádí v pozdějším jarním období, kdy je půda již dostatečně prohřátá (cca 10 – 12° C) a zajistí tak úspěšné vzcházení osiva. Čiroky se pro energetické účely sejí do užších řádků, 20 – 30 cm širokých , s výsevkem osiva od 30 do cca 50 kg/ha.

Čirok –sudanská tráva je vhodný pro energetické účely proto, že je to statná vysoká rostlina, dosahující 2 až 3 m výšky a poskytuje tudíž vysoké výnosy. Je původně vyšlechtěn pro krmivářské účely. Čirok - Hyso nemá příliš vyhraněné nároky na teplotu, proto dosahuje dobrých výnosů i ve středních polohách a to nejen na tradiční zemědělské půdě, ale i na zrekultivované půdě po průmyslové devastaci. V průměru cca 5 let ověřování výsledků s pěstováním čiroku – Hyso bylo např. na důlních výsypkách a složištích popele na Chomutovsku získáváno přibližně **14 až 18 t suché hmoty z 1 ha**. Sklizeň tohoto čiroku je pro energetické účely (pro spalování) vhodné provádět po dokonalém vyschnutí. Čirok odrůda – Hyso 2 má poměrně subtilní stébla, což umožňuje jeho relativně rychlé vysychání. Sklizeň lze proto provádět již v časném podzimu, zvl. je-li sušší počasí.

3.3 Kukuřičná sláma

Do této skupiny jednoletých rostlin patří též obecně známá kukuřice. Pro energetické účely lze s úspěchem využívat kukuřičnou slámu, při pěstování kukuřice na zrno. Tato sklizeň se provádí pochopitelně při plné zralosti, tedy v době, kdy je celá rostlina dobře vyschlá. 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 vymlácení zrna, která lze v případě potřeby rozmělnit na drobnější části, například na drtiči používaném pro drobnou dřevní hmotu, jako je klestí apod.

3.4 Konopí seté (*Canabis sativa L.*)

Konopí seté je velmi zajímavá technická plodina, neboť ji lze využívat k celé škále nejrůznějších výrobků a to nejen pro textilní vlákna, jak je dosud u nás všeobecně známo. V poslední době se však u nás rozvinuly rozsáhlé diskuse o možnosti zneužití konopí z hlediska obsahu návykových látek. Konopí seté se tak zaměřovalo za konopí indické, které má obsah THC (tetrahydrocannabinol) cca řádově vyšší, než konopí seté. Proto bylo velmi nesnadné zajistit u nás uznání nových odrůd konopí setého, této velice perspektivní a užitečné technické plodiny. Teprve v letošním roce byly uznány u nás 2 nové odrůdy, z nichž obě

nepřekračují hranici 0,03 % látek THC v sušině, což je hluboko pod normou ES. Tyto odrůdy jsou vhodné k pěstování pouze pro technické účely. Jedná se o tyto odrůdy:

1. **Juso** – 11, je původem z Ukrajiny. Výsevek osiva na 1 ha se pohybuje od cca 37 do 65 kg. Tato odrůda má dobrou odolnost vůči plísni šedé i fusarioznímu vadnutí.
2. **Beniko**, pochází z Polska, vznikla výběrem z krajových odrůd. Doporučený výsevek je cca 32 kg na 1 ha.

Při pěstování konopí pro energetické účely je vhodné volit výsevné množství blíže horní hranice a setí provádět do užších řádků.

Obě nové odrůdy konopí setého jsou pro ČR zastupované firmou AGRITEC Šumperk.

Konopí seté je sice deklarováno jako teplomilná rostlina, avšak daří se mu velmi dobře i ve vyšších polohách, kde s výhodou využívá dostatek srážek. Konopí má velmi vysoký vzrůst. Lodyhy dosahují výšky od cca 220 až přes 300 cm. Konopí vytváří velké množství nadzemní hmoty, což vyžaduje příslušný přísun živin. Ke hnojení se doporučuje cca 70 až 100 kg dusíku na 1 ha, před setím. Setí se provádí v dubnu, přibližně ve druhé polovině, do řádků širokých 12 až 15 cm a do hloubky 3 cm. Přesto, že je konopí teplomilné, daří se mu i ve středních polohách, zvl., pokud je dobře zásobeno živinami. Velmi dobře zhodnotí organická hnojiva, včetně kejdy hospodářských zvířat a to nejen na zemědělské půdě, ale rovněž na rekultivovaných plochách. Výnosy nadzemní suché hmoty konopí se pohybují **od 8,5 až do 16 t/ha**.

Konopí lze využívat pro celou řadu nejrůznějších výrobků a rovněž pro fytoenergetické účely. Pro přímé spalování lze s úspěchem využívat i pazdeří a další odpady po jeho zpracování na vlákna, či papír a pod. Velmi dobré výsledky byly získány se spalováním celých rostlin, neboť konopí se vyznačuje poměrně bohatou energetickou výtežností. Spalné teplo konopí dosahuje až 18 MJ/kg.

Konopí lze proto pro přímé spalování z výše uvedených hledisek doporučit, ačkoliv jeho hmotu lze využívat efektivněji k celé řadě zajímavých a užitečných výrobků. Limitující zde však je návaznost na speciální technologii. V současné době se také ještě řeší sklizňová technologie. Je třeba odzkoušet nejvhodnější typ žacího ústrojí, neboť lýková vlákna i značná výška rostlin, způsobují časté potíže. Pro spalování se obvykle konopí slisuje do obřích balíků a v této formě se dopravuje od pěstitele do kotelny.

3.5. Laskavec (*Amaranthus L.*)

Tato plodina, známá zejména ve střední a jižní Americe se začala pěstovat v poslední době (cca od r. 1993) i u nás. Jedná se o velmi starou, výživářsky hodnotnou plodinu, která má optimálně vyvážený poměr jednotlivých složek, zejména sacharidů k bílkovinám. Semena amaranthu se proto u nás začala využívat v programu racionální výživy. Některé druhy, které pochází především z Asie (i Evropy) se pěstují též jako listová zelenina.

Amaranthus je robustní, vysoce vzrůstná rostlina, která má řadu variant. Po oddělení zrna zbývá velké množství nadzemní hmoty, a proto je tato plodina zajímavá též z hlediska fytoenergetiky, pro přímé spalování. K tomuto účelu byl amarantus již záměrně pěstován, ale v tomto případě nebylo hlavním cílem získání semen, ale pouze celková nadzemní hmota. Amarantus poskytoval poměrně uspokojivé výsledky, s průměrnými výnosy **cca 8 - 10 t/ha** suché hmoty. Tyto výsledky nejsou však z praktického hlediska jednoznačně výhodné, neboť takto sklizený amarantus - před plným dozráním, obsahoval ještě poměrně velké množství listové plochy, která vyžadovala značné dosoušení. Z tohoto důvodu není výhodné pěstování amaranthu pouze a výhradně na celkovou nadzemní hmotu, ale pro účely fytoenergetiky je výhodnější využívat „slámu“ amaranthu, až po vymlácení semene. V tomto případě je fytomasa amaranthu vždy podstatně sušší, než když se sklízí celková, ne plně dozralá nadzemní hmota.

Pro využívání amaranthu k energetickým účelům je proto nejefektivnější napojit se na program produkce amaranthového semene, který u nás již několik let úspěšně funguje. Zúžitkováním této amaranthové slámy by tak bylo pěstování amaranthového semene dále zefektivněno.

Amaranthus je jarní jednoletá rostlina, typu C₄. Je teplomilná, ale úsporně hospodaří s vláhou. Proto se seje až po náležitém vyhřátí půdy, neboť začíná klíčit až od 10°C a více. Doba setí je proto nejvhodnější v květnu nebo až v 1. dekádě června. Amaranthus je dobře přizpůsoben i vysokým teplotám a nedostatku vody. Hodí se proto pro teplejší kukuřičné a řepařské výrobní oblasti, do středních až lehčích nelsévavých půd, neutrální i mírně zásadité. Nevhodné jsou pozemky zaplevelené teplomilnými druhy plevelů. Amaranthus vytváří velké množství hmoty, proto vyžaduje dobrou zásobu živin, zejména P a to 60 – 80 kg/ha a K 120 – 140 kg/ha, zatímco dusíku postačí běžná dávka, cca 50 – 60 kg/ha. Před setím je třeba dbát na hubení plevelů, mechanicky i chemicky. K tomu je vhodný např. Roundup SG (2 – 2,5 l/ha), nebo Touchdown (2 l/ha). Osivo Amaranthu je velmi drobné, proto je třeba půdu připravit tak, aby byla správně utužena, v zájmu stejnoměrného vzcházení. Osvědčený výsevek je cca 1,2 – 1,7 kg/ha a to do hloubky max. 1,5 cm. Šířka řádků se doporučuje u nás cca 20– 35 cm, avšak v zahraničí se seje v rozpětí od 12,5 až do 70 cm.

Kulturní druhy, u nás pěstované pro produkci semene mají semena světlá, čímž se liší od druhů plevelných. U nás se nejlépe osvědčil druh **Amaranthus cruentus**, neboť je nejlépe přizpůsobivý pro naše podmínky. Z tohoto druhu se u nás pěstují odrůdy: **Olpir**, který byla vyšlechtěn v Olomouci a **K-283**, která je vhodná do sušších oblastí. Z dosud odzkoušených odrůd (i v rámci ostatních variet), dosáhl **Olpir** nejvyšších výnosů semene a to **3,12 t/ha** v průměru za 3 roky. Amaranthus cruentus je vysoce vzrůstný, dosahuje až 1,8 m výšky a proto je tento druh rovněž nejzajímavější z hlediska fytoenergetiky, kdy lze slámu využít ke spalování. Semena dozrávají postupně, což působí určité problémy při sklizni. V zájmu co nejnižších ztrát zrna je třeba zahájit sklizeň, když je cca 2/3 zralých semen. Amaranthus však obsahuje poměrně značné množství vody, proto je vhodné přistoupit k jeho sklizni až po určitém vyschnutí. To je někdy možné až v pozdním podzimu, po jeho přemrznutí. Tato vysoká „vodnatost“ celé nadzemní hmoty Amaranthu, zvl. pak lodyhy, je proto nevýhodou při jeho záměrném pěstování výhradně pro fytoenergetiku. Vhodnější je využívat jako fytopalivo slámu, a to v návaznosti na jeho potravinářské využití, neboť sláma zbylá po výmlatu je přece jen již značně prosušená.

3.6 Krmný sléz – sléz přeslenitý (*Malva verticillata* L.)

Krmný sléz byl vyšlechtěn jako objemná krmná plodina. U nás je povolena odrůda s názvem **Dolina**, z r. 1993.

Krmný sléz je vysoká, hojně se rozvětvlující statná rostlina, která svým vysokým vzrůstem vyhovuje též jako energetická rostlina. Patří mezi jednoleté plodiny, ale protože se při plném dozrání obvykle část semen vydrolí, stává se často, že se v následujícím roce vytvoří opět dostatečně zapojený porost, pokud je půda dostatečně zásobená živinami a není příliš zaplevelená. Vlivem tohoto samovýsevu lze pak sléz řadit mezi rostliny víceleté.

Setí slézu se provádí v období dubna až května, s doporučeným výsevem 5 kg – 8 (10) kg/ha. Sléz je zajímavý svým poměrně rychlým vzcházením a rychlým nástupem vegetace. Tato jeho vlastnost umožňuje jeho pěstování i na pozemcích ne příliš pečlivě připravených, i mírně zaplevelených. Svými širokými listy dokáže poměrně úspěšně vzdorovat i silnějšímu zaplevelení a zajistit dobré výnosy. Na pozemcích chudších a zaplevelených lze doporučit zvýšení výsevu a to až na cca 10 kg/ha. Sléz se doporučuje vysévat do řádků širokých až 50 cm, avšak z praktických zkušeností je zřejmé, že jej lze vyset i do úzkých řádků, jako obilí. Tento způsob je vhodný rovněž v případě zapleveleného

pozemku, kdy se tak osivo rozptýlí rovnoměrněji po ploše a rostliny pak mohou lépe odolávat plevelům. Další výhodou je použití běžného secího stroje, bez jakýchkoliv požadavků na speciální techniku. Musí být pouze dobře seřízen výsev, na malou, předem určenou výsevnou dávku.



Sléz je intenzivní plodina a proto dobře zúročí dobrou výživu rostlin. Proto je třeba, zvl. na chudších půdách, zajistit vydatnější hnojení. K tomuto účelu je zvl. vhodné organické hnojení, včetně kejdy. Na hlubokých humozních půdách není hnojení organické nezbytně nutné, sléz lze přihnojit v případě potřeby pouze průmyslovými hnojivy.

Sklizeň krmného slézu pro účely fytoenergetiky se provádí při jeho plném dozrání, kdy je celá nadzemní hmota již dostatečně vyschlá. Takto vyžralý porost slézu se sklízí běžným obilním kombajnem. Sklizené zrno lze využít též ke krmení, nebo pro následný výsev. Slámu lze pak sebrat a slisovat do obřích balíků, obdobně jako při sklizni slámy. Pro přímé spalování lze využívat též celé rostliny slézu, včetně semene. V tomto případě je nutné jej sklízet před plným dozráním, aby se semena zbytečně nevydrolila, avšak pokud možno při suchém počasí, aby nebylo nutné takto sklizenou hmotu nákladně dosušet. Průměrné výnosy suché hmoty krmného slézu se pohybují od **cca 8 do 12 t/ha**.

Pěstování slézu k energetickým účelům nevyžaduje žádnou zvláštní technologii ani speciální mechanizaci. Lze proto jeho pěstování k těmto účelům plně doporučit a to na většině oblastí v celé ČR, neboť sléz nemá nijaké zvláštní požadavky na podnebí, daří se mu dobře i ve vyšších polohách.

3.7 Hořčice sareptská - syn. Brukev sítinovitá (*Brassica juncea* L.)

Hořčice sareptská se pěstuje jen zřídka a to převážně pro potravinářské účely, hlavně pro výrobu kremžské hořčice. Z pěstitelského hlediska je velmi podobná jarním brukvovitým olejninám, např. řepce jarní. Protože tato hořčice má velmi drobná semena, vyžaduje dobře připravenou půdu k setí. Seje se na jaře do řádků 15 – 30 cm širokých (k energetickým účelům jsou lepší užší řádky), do hloubky cca 2 cm, s výsevem 5 – 6 kg/ha. Nemá zvláštní nároky na podnebí, ani na půdu a dobře snáší i jarní mrazíky. Nesvědčí ji však půdy vyložené písčité či kyselé, zamokřené. V teplých polohách však bývá někdy napadána různými škůdci (i chorobami), především mšicemi apod.

U nás se pěstuje odrůda **Vitasso** uznaná od r. 1982.

Hořčice sarepská má mohutný vzrůst, dosahuje výšky až 1,8 – 2 m, má statnou rozvětvenou lodyhu. Pro tento vysoký vzrůst ji lze považovat za vhodnou plodinu i pro energetické účely, k přímému spalování. K tomu je vhodná zejména sláma, po vymláčení zrna, avšak bylo by možné používat i celou nadzemní hmotu, včetně zrna. V tom případě je nutné zajistit sklizeň před plným dozráním, aby se nevysemenila. Toto nebezpečí není tak



velké, jako např. u řepky, neboť šešule této hořčice jsou pevnější a jsou relativně odolné proti pukání.

Sklizeň se provádí běžnou mechanizací. Pokud se pěstuje též pro zrna, sklízí se kombajnem a slámu lze slisovat, obdobně jako slámu obilovin. Při sklizni celých rostlin k energetickým účelům, lze také sklídit porost před plným dozráním a to např. silážní řezačkou a vytvořit tak určitý druh palivové „štěpky“. Není-li tato hmota dostatečně vyschlá, je nutné ji dosušet, v seníku, nebo v jiném vhodném prostoru. Pokud je tato řezanka vlhčí, s obsahem vody více než 20%, je nutné ji dosušet provětráváním, např. v halovém seníku na roštích. Nebo lze slámu po posečení sebrat a slisovat jako „slaměné“ balíky. Výnosy zrna se pohybují od cca 1,8 do 2 t/ha. Výnosy nadzemní hmoty, tj. slámy, jsou závislé především na půdní úrodnosti a intenzitě hnojení. Zpravidla lze počítat s výnosy **slámy cca 6 – 8 t/ha**, což

spolu s výnosy zrna může dát celkový výnos nadzemní hmoty **až kolem 10 t/ha**. Takovýto výnos už může být z hlediska fytoenergetiky zajímavý a pěstování této hořčice účelné, zvl. v případech, kdy je třeba využít pozemek pro jarní, někdy náhradní setí za příp. špatné přezimování plodiny ozimé, např. řepky.

3.8 Sláma olejin

Olejniny se u nás pěstují pro získávání olejnatých semen. Řada z nich se vyznačuje poměrně statným vzrůstem, takže pak po vymláčení zbývá zpravidla velký podíl nadzemní hmoty, tj. slámy. Sláma olejin není však většinou vhodná pro krmení ani stlaní, takže se stává dokonce i určitým druhem odpadu. S velkým úspěchem ji proto lze využívat pro energetické účely, pro přímé spalování.

3.8.1 Řepka olejka (*Brassica napus* L. var. *napus*)

Pěstování řepky je u nás velmi dobře propracované a pro zemědělce důvěrně známé. Proto je zbytečné zde uvádět podrobné údaje o jejím pěstování.

Řepka se pěstuje pro semena, z nichž se vyrábí kvalitní olej. V posledním období se však řepka využívá ve velké míře pro výrobu bionafy.

Řepka se u nás pěstuje ve 30 odrůdách, z nichž je 7 jarních a zbývajících 23 je řepka ozimá. Jedná se vesměs o nové moderní odrůdy, uznané v období let 1990 až 1998.

Pro energetické účely je vhodná veškerá řepková sláma. Samozřejmě je vždy vítané větší množství. Ozimá řepka vytváří větší celkovou nadzemní hmotu, než řepka jarní, proto je pro fytoenergetiku výhodnější. Rozsah využití řepkové slámy pro přímé spalování je ale třeba posoudit vždy podle konkrétních podmínek v dané lokalitě a to zejména z hlediska dopravní vzdálenosti od produkční plochy k příslušné biokotelně.

Výnosy řepkové slámy se pohybují od **cca 2,8 až do 4,5 t/ha**. Tyto výnosy nedosahují sice celkových výnosů požadovaných při záměrném pěstování energetických rostlin (cca 10t/ha), avšak zde je nutné zdůraznit, že se jedná o využití pouze vedlejšího produktu – slámy. Efekt pěstování řepky spočívá především ve výnosech olejnatých semen. Množství sklizené slámy je závislé též na odrůdě, úrovni výživy a na kvalitě pěstitelského stanoviště. Do bilance fytopaliv je proto třeba řepkovou slámu započítat vždy podle místních podmínek v konkrétní lokalitě. Pokud se využívá řepková sláma jako fytopalivo, volí se při sklizni kombajnem nižší strniště a vypojuje se řezací a rozptylovací zařízení, aby se zmenšily ztráty celkové slámy, která se sbírá a slisuje do balíků.

3.8.2 Krambe habešská – Kartán habešský (*Crambe abyssinica* (L.) Hochst.)

Krambe je jarní olejnína, u nás ne příliš známá. Před časem se u nás začínala pěstovat, ale její osevní plochy nedosáhly většího významu.



Krambe má poměrně velmi krátkou vegetační dobu a proto jej lze využívat v případě potřeby jako náhradu za porosty olejnin, které špatně přezimovaly či byly jinak poškozeny a musely být z jara zaorány. Krambe se dobře daří v lehčích až středních půdách s neutrálním pH a snáší i sušší polohy. Velmi dobře zúročí vyšší intenzitu dusíkatého hnojení.

U nás není v současné době zaregistrována žádná uznaná odrůda, a proto lze krambe pěstovat jen jako plodinu v rámci druhové registrace. Seje se brzy z jara, nejpozději do 1/2 dubna, s výsevem 20 až 30 kg /ha, do hloubky cca 2 – 3 cm.

Sklizeň krambe lze provádět běžným kombajnem, slámu po sběru z řádků lze pak slisovat do balíků, obdobně jako slámu obilovin. Vzhledem ke krátké vegetační době není krambe zvláště výkonná plodina. Výnosy zrna se pohybují od 1,2 do 2,4 t/ha a slámy od cca 1,4 do 3,2 t/ha. Celková nadzemní suchá hmotu dosahuje tudíž v dobrých podmínkách jen **cca 4,5 – 5,3 t / ha**, což není pro fytoenergetické účely mnoho. Pěstování krambe proto nelze

pro výhradní uplatnění ve fytoenergetice doporučit. Avšak jeho slámu lze úspěšně využívat, podle místních podmínek, jak bylo uvedeno.

3.8.3 Světlíce barvířská – Saflor (*Carthamus tinctorius L. (partim)*)

Tato složnokvětá maloobjemová olejnina má pro fytoenergetiku podobný význam jako krambe. Pro přímé spalování se doporučuje využívat slámu a to v návaznosti na pěstitelské plochy zaměřené na produkci semene. Tyto plochy se většinou nachází na jižní Moravě, neboť saflor je plodina teplomilná. U nás je nyní – od r. 1997- povolena odrůda **Sabina**.



Saflor se pěstuje obdobně jako slunečnice, hodí se i do sušších oblastí a má poměrně dlouhou vegetační dobu. Vysévá se na jaře s výsevem od 15 do 30 kg /ha. Pokud není pole dobře odplevelené, je vhodné zaset saflor do užších řádků (např. 15 cm).

Sklizeň zralých rostlin se provádí zpravidla až v září, normálním obilním kombajnem. Pro spalování slámy je vhodné ji sebrat a sbalíkovat, nebo rozřezat na hrubou řezanku, neboť saflor má tuhou poměrně tvrdou lodyhu a tato řezanka má pak do určité míry podobu štěpky. To je poměrně běžná forma fytopaliva, získávaná u nás tradičně štěpkováním dřeva. Průměrné výnosy saflorové slámy se pohybují kolem **4 – 5 t/ha**. Tato sláma má poměrně vysoké spalné teplo (cca 17,8 MJ/kg) a proto ji lze ke spalování plně doporučit, především tam, kde je to pro místní podmínky vhodné, zvl. z hlediska dopravních vzdáleností.

3.8.4 Len setý – olejný (*Linum usitatissimum L.*)

Len olejný má pro přímé spalování význam rovněž jen jako vedlejší produkt, tj. při využívání slámy, po oddělení olejnatých semen. Sláma obsahující též určitá množství vlákniny (i když pro přadné účely nejsou z olejného lnu kvalitní), je poměrně energeticky bohatá a proto ji lze k energetickým účelům plně doporučit. Limitující zde budou rovněž konkrétní místní podmínky, zejména dopravní vzdálenosti.

Len olejný se u nás pěstuje ve dvou povolených odrůdách : **Atalante** (1997) a **Flanders** (1996).

Technologie pěstování lnu se při jeho event. využívání pro energii nebude nijak měnit, je tradičně známá a proto ji zde není třeba popisovat.

3.8.5 Lnička setá (*Camelina sativa* L. Crantz).

Pro úplnost je třeba se zmínit též o lničce, i když pro fytoenergetiku má jen okrajový význam. Jedná se o maloobjemou rostlinu, u nás dříve v hojné míře pěstovanou, která je zajímavá svým olejnatým semenem, obsahujícím značný obsah kyseliny linoleové, důležité pro lidskou výživu. Pro přímé spalování lze ze lničky využívat hlavně slámu. Lnička je však rostlina poměrně subtilní, takže výnosy nadzemní hmoty nejsou velké.

Lnička je skromná plodina s velmi krátkou vegetační dobou. Z odrůd je u nás registrována odrůda **Hoga** (od r. 1998) a ve státních zkouškách je odrůda **Svalöf**, obě jsou původem z Dánska. Jedná se o odrůdy lničky jarní, avšak v Dánsku se šlechtí též odrůdy ozimé. U nás však nejsou dosud k dispozici. Lnička ozimá by mohla mít pro fytoenergetiku poněkud větší význam, než lnička jarní, neboť je robustnějšího vzrůstu a má tudíž i vyšší výnos celkové nadzemní hmoty, tj. slámy, kterou lze jako vedlejší produkt pro přímé spalování využívat.

Jarní lnička se seje co nejdříve z jara, s výsevem 8–12 kg/ha, do hloubky 1–2 cm. Má velmi drobná semena, proto vyžaduje pečlivou seťovou přípravu. Seje se zpravidla do úzkých (obilních) řádků, i když dříve byly doporučovány i řádky širší.

V důsledku krátké vegetační doby lnička dozrává většinou dříve než ozimá řepka, tj. zhruba po 3,5 měsíční vegetaci. Sklízí se tedy již začátkem července (nebo i koncem června) a to běžným obilním kombajnem. Sklizené semeno je třeba včas dosušit, aby se nezneškodilo zplsnivěním. Slámu, pokud se využívá pro spalování v kotelnách, lze sebrat z pole a slisovat do balíků, obdobně jako slámu obilní. Výnosy této slámy jsou však relativně nízké, pouze cca **2,5 – 3,5 t/ha**. Proto lze slámu lničky využívat pro přímé spalování jen omezeně a to pouze tam, kde je pěstitelská plocha poblíž biokotelny a kde pro tuto slámu není jiné vhodnější využití.

3.8.6 Slunečnice

Slunečnice je rovněž významná, u nás běžně známá olejníka. 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 zrna – 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 dobu dřevní štěpky. Před spálením se doporučuje řezanku slunečnice uložit ve větraném skladu.

4. Rostliny víceleté a vytrvalé

Pro účely fytoenergetiky mají největší význam rostliny vytrvalé a víceleté, které vytváří dostatečné množství celkové nadzemní fytomasy (cca od 10 t/ha suché hmoty). Produkce víceletých a zejména vytrvalých rostlin je pro fytoenergetické účely podstatně efektivnější, neboť zde není nutná každoroční opakovaná kultivace, jako při pěstování rostlin jednoletých..

Rovněž vytrvalé rostliny lze pro energetické účely využívat buď částečně, jako vedlejší produkt, nebo celou jejich nadzemní hmotu. Tyto rostliny pak nemají další jiné využití, ale výhradně energetické.

Při zakládání víceletých nebo vytrvalých rostlin je třeba upozornit na to, že v prvním roce zpravidla nejsou tyto porosty ještě produkční, většinou musí náležitě zakořenit a vytvořit zapojený porost. Teprve následující rok lze považovat za produkční a tudíž za první rok sklizňový.

4.1 Pupalka dvouletá (*Oenothera biennis* L.)

Pro energetické účely je vhodné využívat pouze vedlejší produkt, t.j. slámu.. U nás se v poslední době začíná pěstovat jako významná léčivá rostlina. Její olejnatá semena obsahují



řadu vynikajících přírodních látek, které ochotně zpracovává farmaceutický průmysl. Tato rostlina je u nás známá jako planě rostoucí, původem ze severní Ameriky.

Pupalka se seje od května do srpna na utuženou půdu. V roce výsevu pouze zakoření a pak přezimuje. Teprve na jaře druhého roku vytvoří statnou, poměrně vysokou, často se větvící lodyhu, která nese četné plody, postupně dozrávající. Po výmlatu semen (která jsou mimochodem dobře finančně ceněna) zbývá značné množství slámy, kterou lze výhodně využívat pro přímé spalování. Tuto slámu lze rovněž sbírat a slisovávat, jako slámu obilní a využívat ji ke spalování tam, kde jsou k tomu vhodné podmínky.

Zkušenosti s využíváním slámy pupalky nejsou dosud u nás dostačující, ale vzhledem k předpokládané perspektivě této vynikající léčivky, je účelné na ni upozornit i z hlediska možností jejího využívání ve fytoenergetice. Výnosy pupalkové slámy, využitelné pro přímé

spalování se odhadují cca na 4 až 5 t/ha.

4.2. Komonice bílá (*Melilotus alba* Medikus)

Komonice je u nás známa jako jetelovina, která se pěstuje v současné době ve dvou odrůdách: **Adéla** z r. 1997 je jednoletá a **Krajová** z r. 1950 jako víceletá.



Pro energetické účely má význam především odrůda Krajová, která vydrží na svém stanovišti několik let – 7 až 8, příp. i více. Komonice - Adéla je však rovněž vhodná, neboť dobře obrůstá i v následných letech a také bývá doplňována ze samovýsevu z dozrálých semen, které se při sklizni obvykle částečně vydrolí.

Pro krmivářské účely není komonice příliš oblíbena pro svůj značný obsah kumarinu, který zpravidla zhoršuje chuť této píce, takže ji dobytek často odmítá. Pro energetické využití se jeví komonice jako velice perspektivní pro svůj vysoký vzrůst a silnou, hustě se větvící lodyhu. V příznivých podmínkách dosahuje výšky i přes 2,5 m.

Zakládání porostů komonice se provádí na jaře, přímým setím do připravené půdy, bez krycí plodiny, případně i do řídké obiloviny, která zde poslouží jako plodina krycí. Komonici se daří lépe v půdách neutrálních až alkalických, snáší i výsušná stanoviště. K výsevu se doporučuje cca 14 až 25 kg osiva na 1 ha.

Komonice se pro přímé spalování sklízí pouze jednou do roka a to v době dozrávajících semen, kdy je nadzemní hmota většinou nejsušší. Může se sklízet kombajnem s následným sběrem „slámy“ a jejím slisováním do balíků, nebo ji lze sklízet silážní řezačkou a vytvořit tak určitý druh štěpky tj. hrubou řezanku. I tato forma „fytopaliva“ se dá dobře použít při spalování v biokotelnách. Plný výnos nadzemní hmoty poskytuje komonice od druhého roku, kdy docílí výnosů **cca 12 až 15 t** suché hmoty z 1 ha.

4.3 Jestřabina východní (*Galega officinalis* L.)

Jestřabina má podobný charakter jako komonice. Je u nás známa také jako jetelovina (nebo i léčivka), ale pro svůj značný obsah hořkého alkaloidu – galeginu- je hodnota její píce podřadná. Pro energetické účely ji však lze s úspěchem využívat.



V současné době není u nás registrovaná žádná odrůda jestřabiny, je možno ji zde pěstovat pouze v rámci druhového zastoupení (Listina doporučených plodin). Porosty se zakládají podobně jako komonice, do krycí plodiny, nebo jako přímý výsev, cca 15 až 25 kg /ha. Daří se jí dobře v teplejších oblastech a ve vlhčích půdách.

Sklízí se před plným dozráním, kdy se ještě semena nevydrolují, ale když jsou lodyhy již značně zdřevnatělé. To je pro fytopalivo výhodné, neboť je tato celková nadzemní hmota již dostatečně vyschlá. Jestřabina poskytuje každoročně (počínaje druhým rokem po založení porostu) **kolem 10 tun suché hmoty z 1 ha**, což je pro ekonomiku přímého spalování přijatelné.

4.4 Topinambur hlíznatý (*Helianthus tuberosus* L.)

Topinambur je známý především pro pěstování hlíz. Ty se u nás nejčastěji používají ke krmení lesní zvěře, nebo je lze využívat v potravinářském průmyslu, zejména pro obsah fruktózy, glukózy a inulinu.

Topinambur je rostlina vytrvalá, složnokvětá, která vytváří četné nepravidelné hlízy, ale rovněž velké množství nadzemní hmoty. Dorůstá výšky až 2,5 m. Lodyhy jsou pevné, přímé, v horních částech se větví. Právě tato nadzemní hmota je pro energetické účely nejvýznamnější, neboť může být velmi dobrou surovinou pro fytopaliva.

Povolené odrůdy topinamburu pochází z dřívějšího období. Např. odrůda **Běloslupké** byla u nás registrována již v roce 1959.

Požadavky na stanoviště nemá topinambur velké. Je to rostlina skromná, daří se jí téměř na všech půdách, včetně půd deficitních, které mnohdy nelze jinak zemědělsky využívat. Vyhovuje mu chladnější a vlhčí klima, ale snáší i sušší polohy. Vytrvalost topinamburu je dána bohatě se tvořícími podzemními hlízami, které, i když se sklízí, zůstávají vždy v určitém množství v půdě a zajistí tak spolehlivé obrůstání porostů v následujícím roce. Z tohoto důvodu se topinambur pěstuje přednostně na okrajových a jinak problematičtěji využitelných pozemcích, neboť pro následnou, druhově odlišnou plodinu bývají nezdědky zdrojem zaplevelení. Není snadné pozemek po kultuře topinamburu důsledně vyčistit, protože nelze zpravidla odstranit veškeré vegetativní hlízy, schopné rychlého obrůstání.

Kultura topinamburu se zakládá na jaře, nejčastěji v dubnu a to výsadbou hlíz o hmotnosti 40–60 g. Na 1 ha by mělo být vysázeno cca 50 až 55 tis. těchto hlíz. Sází se sazečem na brambory, do hloubky 6 – 12 cm. Následná agrotechnika je obdobná jako u brambor, pouze se nevytvářejí hrůbky, nebo jen velmi nízké, aby nevadily při sklizni nadzemní hmoty.

Sklizeň je u nás zaměřena zatím hlavně na hlízy, které se využívají v potravinářském průmyslu a ke krmení. Vyžadují včasné následné ošetření, neboť rychle vysychají. Avšak to není problém využívání topinamburu pro přímé spalování, proto není třeba se těmito otázkami podrobně zabývat. Pro úplnost je třeba pouze dodat, že je výhodnější sklízet hlízy až na jaře (nezmrznou tak jako brambory), neboť jsou lépe odděleny od ornice a lépe se vyorávají, než v podzimním období.

Nadzemní hmota se může normálně sklízet na zelené krmení, ale v době, kdy jsou rostliny mladé a šťavnaté, a to cca 2 x do roka. Pro účely fytoenergetiky je nejdůležitější tato nadzemní hmota, avšak sklízí se pouze 1 x za rok a je třeba ji ponechat naopak až do podzimu, kdy lodyhy zestárnou a jsou již značně vyschlé, což je pro fytopaliva vždy velmi vítané. Výnosy celkové suché hmoty nadzemních partií topinamburu nejsou sice dosud dostatečně ověřeny, ale spolehlivě lze odhadnout, že mohou dosáhnout **8 - 10 t/ha**. Sklizeň se provádí sklízecí řezačkou a řezanku je pak třeba dobře provětrávat.

Pěstování topinamburu pro energetické účely se jeví jako výhodné a to nejen pro poměrně vysoké výnosy suché hmoty, ale též proto, že se jedná o rostlinu vytrvalou, jejíž kultura se snadno udržuje a nevyžaduje žádné speciální ošetřování. Z tohoto důvodu lze záměrné pěstování topinamburu pro energetické účely doporučit. Tento efekt je navíc zdůrazněn tím, že nadzemní hmota topinamburu má nejnižší nároky na spotřebu energie při jejím zpracování na fytopalivo, tj. řezání, rozmělnění a briketování.

4.5. Šťovík krmný (*Rumex tianshanicus* x *rumex patientia*).

Krmný šťovík je druh kulturní plodiny, vyšlechtěné v Rusku, křížením šťovíku t'janšanského a šťovíku zahradního. U nás jsme pokusně začali pěstovat odrůdu s názvem **Uteuša** (autor je prof. Uteuš). Šťovík krmný je vytrvalá plodina, neboť může vydržet na svém stanovišti až 18 let, což je z hlediska fytoenergetiky bezpochyby velmi výhodné. Šťovík je statná, vysoká rostlina, která od 2. roku po založení kultury dosahuje zpravidla kolem 2 m



vysoké rozvětvené lodyhy.

Šťovík krmný je odolný vůči vymrzání a nemá žádné vyhraněné nároky na stanoviště. Daří se mu dobře v nížinách i ve vyšších polohách. Protože je to vysoce vzrůstná plodina, potřebuje ke svému růstu a vývoji dostatek živin v půdě. Zúročí tudíž velmi dobře úrodné půdy. V chudších půdách je vhodné vydatnější hnojení, včetně hnojení organického. Pro založení kultury šťovíku je třeba zajistit pokud možno nezaplevelenou půdu. V 1. roce po vysetí jsou rostliny slabší a jsou-li příliš utlačovány plevelem, nejsou hned od 2. roku v plné plodnosti. V dalších letech, pokud je porost šťovíku již plně zapojen, je však již velice odolný vůči plevelům, neboť svými širokými listy dokonale kryje povrch půdy a udržuje tak jeho zcela bezplevelný stav.

Zakládání kultury šťovíku se provádí zpravidla na jaře, ale lze jej rovněž set i v pozdním létě či brzy na podzim. Semena šťovíku často nevyklíčí vždy najednou, neboť mají určitý stupeň

dormance. Proto mohou semena zasetá na podzim vzejít až na jaře. Takovýto porost je pak zpravidla dobře zapojen a tím do určité míry odolává i zaplevelení. Doporučený výsev na 1 ha se pohybuje od cca 5 až do 8 kg /ha, v závislosti na půdní úrodnosti. Doporučuje se setí do řádků širokých 50 cm, avšak při provozním ověřování byly získány dobré výsledky i při setí do úzkých řádků, obdobně jako obilí. V tomto případě je však velmi důležité správné nastavení výsevné dávky osiva.

Krmný šťovík byl vyšlechtěn původně pro účely pícninářské. Má velmi vysokou krmivářskou hodnotu a to jak zelené hmoty, tak zrna. Velmi dobře se proto hodí do siláže. Šťovík lze sklízet na zeleno až 3 - 5x do roka a využívat jej pro krmení, ale i ve fytoenergetice, neboť v tomto zeleném stavu je velmi vhodný jako surovina pro výrobu bioplynu. Výnosy zelené hmoty se údajně pohybují od 180 až do 250 t /ha (ústní informace z Ruska). Je velmi ranný, již na konci dubna nebo začátkem května vytváří hustý porost z přízemní růžice listů, které lze sklízet jako první zelené krmení. Z této 1. seče může dát až 35 –40 t/ha zelené hmoty.

Rovněž při plném dozrání je šťovík velmi perspektivní a významná plodina. Zralé plody – nažky mají velmi dobrou krmnou hodnotu a lze je proto s úspěchem zkrmovat jako jaderná krmiva. Zásadní význam pro fytoenergetické účely, k přímému spalování, má šťovík krmný

rovněž při plné zralosti. V tomto případě je lodyha již dostatečně vyschlá, což je z hlediska získání kvalitního fytopaliva vždy velmi důležité. Pro přímé spalování lze šťovík sklízet jako celou nadzemní hmotu, včetně plodů. Pokud je účelné získat sklizeň plodů, lze šťovík vymlátit a semena využít buď ke krmení, nebo jako osivo. Zbývající nadzemní hmotu lze pak s úspěchem využít ke spalování. V tomto případě se šťovík sklízí při plné zralosti, aby se plody dobře oddělily od slámy. Šťovík dozrává poměrně brzy, většinou již do konce července. Není-li třeba využívat plody zvlášť, lze sklízet šťovík těsně před plným dozráním, aby byly co nejnižší ztráty plodů, neboť významně obohacují energetický obsah sklizeného šťovíku. Při sklizni celkové nadzemní hmoty dosahuje krmný šťovík při dozrání vysokých výnosů, od cca **15 až do 25 t/ha** suché hmoty.

Krmný šťovík se vyznačuje intenzivním obrůstáním a to jak brzy na jaře, tak na podzim, po sklizni nadzemní hmoty v plné zralosti. Šťovík lze proto v průběhu 1 roku sklízet kombinovaně, jak na zeleno, tak na dozrání. V případě ranné jarní sklizně se sklídí pouze přízemní růžice listů, před tím, než šťovík začne vytvářet lodyhu s bohatým plodným květenstvím. Druhou sklizeň na zeleno lze zajistit na podzim, při opakovaném intenzivním obrůstání přízemními listy. Tento kombinovaný způsob sklizně lze doporučit tam, kde se všechny tyto 3 sklizně plně využijí, tj. tam, kde je zelená hmota potřebná ke zkrmování, nebo jako zdroj fytohmoty pro výrobu bioplynu. Pokud se pěstuje krmný šťovík výhradně pro přímé spalování, je vhodnější zajistit pouze 1 sklizeň v roce a to při dostatečně vyzrálém porostu.

Šťovík se sklízí buď kombajnem, pokud je třeba sklídit zvlášť plody, nebo silážní řezačkou. Při dostatečně vyschlém porostu lze celkovou nadzemní hmotu šťovíku rozřezat přímo silážní řezačkou, čímž vznikne určitá obdoba hrubé štěpky. Po kombajnové sklizni se zbylá nadzemní hmota – velmi hrubá sláma - může sebrat sběracím vozem, nebo slisovat do obřích balíků, jako sláma obilnin. Další možnost je rozřezání slámy a vytvoření štěpky, v tomto případě ochuzené o oddělená semena.

Suchá fytohmota šťovíku krmného má značný energetický obsah. Měřením spalného tepla byly stanoveny hodnoty kolem 17,5 až 18 MJ/kg suché hmoty. Krmný šťovík je tudíž i z hlediska energetického obsahu perspektivní rostlinou, jako obnovitelný zdroj energie. Jeho porosty nejsou u nás zatím běžně rozšířeny, avšak vzhledem k jeho všestranné perspektivě je účelné se jeho pěstováním u nás intenzivně zabývat, zejména z hlediska jeho využívání pro přímé spalování k získávání tepelné energie.

4.6 Mužák prorostlý (*Silphium perfoliatum* L.)

Mužák je složnokvětá žlutě kvetoucí vysoká rostlina, dosahující často 1,8 až 2,5 m výšky. Má statnou rozvětvlující se lodyhu a vyznačuje se proto vysokou tvorbou nadzemní hmoty. U nás se jen zřídka pěstuje jako rostlina okrasná.

Pro svůj robustní vzrůst se může mužák uplatnit jako rostlina energetická, neboť dosahuje poměrně vysokých výnosů, cca 12 – 15 t/ha suché hmoty. Pevná statná lodyha má široké sytě zelené listy, což však působí pro energetické využití celé nadzemní hmoty mužáku určité problémy. Svě listy má mužák sytě zelené i při dozrávání, což zhoršuje sklizeň semene, pokud je jeho oddělení sklizeň žádoucí. Rostliny k energetickým účelům by měly být co nejsušší, aby bylo získáno fytopalivo s co nejmenšími náklady, bez dosoušení. Pro energetické využití k přímému spalování by proto bylo vhodné sklízet mužák až po zaschnutí a to celé rostliny bez cíleného získávání osiva.

Mužák je rostlina víceletá, což je pro energetické účely výhodné. Daří se mu lépe v teplejších oblastech, i když dobře snáší i polohy střední. Dobře zúročí úrodnou půdu, pokud je půda chudší, uplatní se zde vydatnější přihnojení. Seje se zpravidla na jaře, v dubnu s výsevem 12 – 15 kg/ha, do hloubky cca 3 cm. Mužák dozrává koncem července nebo v srpnu. Pro využití celých rostlin k energetickým účelům se sklízí nejlépe až po částečném

vyschnutí, od srpna až do konce září, též podle stavu počasí v konkrétní lokalitě. Celou nadzemní hmotu lze sklízet obdobně jako kukuřici silážní rezačkou. Tím vznikne určitý druh hrubé štěpky, kterou lze pak spalovat. Musí však být dostatečně vyschlá, nebo je nutné ji dosoušet a to nejlépe průvanem na roštích.



Pěstování mužáku pro cílené získání fytopaliva lze doporučit hlavně tam, kde se podaří zajistit sklizeň celých, relativně suchých rostlin. Jeho pěstování k těmto účelům je však třeba ještě dále ověřovat.

4.7 Bělotrn kulatohlavý (*Echinops sphaerocephalus* L.)



Bělotrn je složnokvětá vytrvalá rostlina, která u nás roste v některých, zejména sušších lokalitách planě. Jen zřídka se pěstuje jako medonosná nebo okrasná rostlina. Pro energetické účely se jeví bělotrn vhodný pro svou vysokou pevnou lodyhu, snadno a dobře vysychavou. Tyto vlastnosti bělotrnu zajišťují poměrně vysoký energetický obsah, neboť při stanovení spalného tepla byly zjištěny vysoké hodnoty a to až 19,6 MJ/kg suché hmoty.

Zakládání porostu bělotrnu není nijak složité. Vysévá se zpravidla na jaře s výsevem 18 – 20 kg/ha, do širších řádků, cca 25- 30 cm.

Jako zdroj fytopaliva se bělotrn doporučuje sklízet koncem léta a to celou nadzemní hmotu. V provozních podmínkách lze ke sklizni doporučit běžnou silážní rezačku, čímž se vytvoří hrubá řezanka, kterou lze pak spalovat jako štěpku. Z dosavadních výsledků s pěstováním bělotrnu vyplývá, že dosahuje poměrně vysokých výnosů nadzemní suché hmoty a to **cca 14 – 16 t/ha**, což je pro fytoenergetické účely příznivé.

Bělotrn je podle dosavadních zkušeností perspektivní energetická rostlina, avšak pro široké uplatnění je třeba jeho pěstování ještě propracovat a předem ověřit v provozních podmínkách.

4.8 Boryt barvířský (*Isatis tinctoria* L.)

Boryt patří mezi rostliny brukvovité. Je středního vzrůstu, dosahuje výšky cca 1,2 – 1,5. Má poměrně statnou, bohatě se větvící lodyhu, která má zpravidla hustě nasazené květenství jasně žlutých květů a následně se vytvářejících plodů. Boryt se kdysi pěstoval pro získávání přírodního barviva. Pro energetické účely byl vytypován jako jeden z vhodných druhů a vyzkoušen v pokusných podmínkách.



Boryt lze v kultuře udržet jako víceletý. Seje se na jaře, v dubnu až květnu, s výsevem 10 – 12 kg/ha, do hloubky cca 3 cm. Dobře se mu daří v teplejších polohách a úrodnějších půdách. Semena dozrávají zpravidla již během července, zvl. v nižších teplejších polohách. K účelům fytoenergetickým lze využívat celkovou nadzemní hmotu a proto je vhodné jeho sklizeň zajistit před plným dozráním, aby byla co nejmenší ztráta semen. Sklízet lze boryt posekáním celé nadzemní hmoty, kterou lze pak sebrat sběracím lisem a vytvořit tak standardní balíky, obdobně jako balíky slámy.

Dosavadní výsledky s pěstováním borytu pro fytoenergetiku svědčí o tom, že jej lze jako energetickou rostlinu doporučit, neboť lze získat ještě přijatelný výnos, a to kolem 10 t/ha suché hmoty. Tento výnos **kolem 10 t/ha** je sice pro cílené pěstování energetických rostlin více méně na dolní hranici, avšak přesto lze jeho pěstování považovat za užitečné i když neposkytuje „rekordní“ výnosy. Zavedení tohoto netradičního druhu do systému pěstování rostlin, tak posílí druhovou pestrost, což je vždy nesporně výhodné pro biodiversitu kulturní krajiny. Provozní pěstování borytu k energetickým účelům si však vyžádá ještě doplňující zkušenosti a ověřování ve více lokalitách s různými stanovištními podmínkami.

4.9 Topolovka růžová (*Alce rosea* L.)

Topolovka je slézovitá rostlina, která je u nás známá též jako tzv. „čínská růže“, neboť se často pěstuje v tradičních zahrádkách jako ozdobná rostlina. Mimo to se pěstuje také jako rostlina léčivá a to pro sběr květů. Pro tyto účely je u nás dokonce uznaná odrůda topolovky růžové a to odrůda :**Černá krajová**.

Topolovka je vysoká statná rostlina, která vydrží na stanovišti spolehlivě řadu let. Pro tyto její vlastnosti byla topolovka vybrána k vyzkoušení pro účely fytoenergetiky. Pro založení porostu topolovky se semena vysévají do volné půdy od jara až do června (případně lze provádět i podzimní výsev) a to s výsevem cca 5 kg/ha. Topolovka vytváří velmi mohutnou lodyhu vyžadující dostatek prostoru, proto je vhodné ji vysévat do širších řádků, alespoň 25 – 30 cm širokých. Příliš hustý porost topolovky není vhodný též proto, že občas trpí napadením rzí, což se v příliš zahuštěném porostu projeví vždy ještě intenzivnějším výskytem. V prvním roce po vysetí tvoří přízemní růžici listů a tudíž ji ještě nelze sklízet pro účely energetiky. Od druhého roku, po přezimování, pak ale každoročně spolehlivě obrůstá a vytváří tak dostatek nadzemní, energeticky využitelné hmoty.



Topolovka dorůstá průměrné výšky až 2 m, v některých případech je i vyšší. Má poměrně dlouhou vegetační dobu, neboť období kvetení probíhá zpravidla celé léto. Pro energetické účely je třeba sklízet energetické rostliny vždy pokud možno suché, proto je pro topolovku vhodnější pozdní termín sklizně, nejdříve v září. V té době již začínají též usychat listy, které vytváří zpravidla poměrně velkou plochu, což v čerstvém zeleném stavu nepřispívá k vysychání nadzemní hmoty topolovky. Po zaschnutí a částečném opadu listů je topolovka vhodnější ke sklizni nadzemní hmoty, využitelné pro přímé spalování. Takto sklizená hmota poskytuje výnosy **cca od 13 až 16 t/ha** suché hmoty, což je příznivý výsledek a to zejména proto, že se jedná o rostlinu vytrvalou, jejíž porost není třeba každoročně znovu zakládat. Sklizeň na provozních plochách lze zajistit běžnou zemědělskou mechanizací, jako např. silážní řezačkou. Posečením a rozřezáním lodyh, silných zpravidla jako stébla kukuřice či lodyhy slunečnice, tak vznikne hrubá řezanka, kterou lze pak využít ke spalování v kotlích na biomasu, obdobně jako dřevní štěpku. Důležitá je pouze vlhkost takto sklizeného materiálu. V případě nedostatečného vysušení je třeba zajistit dosoušení.

Využití topolovky ke spalování tj. k výrobě tepla lze považovat za vhodné nejen z výše uvedených důvodů, ale rovněž z hlediska estetiky krajiny. Topolovka vytváří velmi hezké porosty, které ve větších plochách mohou příjemně oživit krajinu. Tento estetický důvod je příznivě hodnocen zejména v západní Evropě. Pro rozšíření topolovky na větší pěstební plochy bude však třeba její pěstování ještě ověřit na více stanovištích.

4.10 Ozdobnice čínská (*Miscanthus sinensis* Anderss.), tzv. „slonní tráva“

Miscanthus je vysoká robustní tráva, dosahující až 4 m výšky, která připomíná rákos. Je údajně vytrvalá, tzn. že má vydržet na svém stanovišti až 20 let. Údaje ze zahraničí uvádí velmi vysoké výnosy této plodiny a to **kolem 20 t/ha** (rekordně až 30 t!!!) suché nadzemní hmoty. Pro tyto vlastnosti byla celou řadu let (a dosud často je) doporučována v západní Evropě k energetickému využití pro přímé spalování. V těchto státech je v podstatě jediným reprezentantem energetických rostlin nedřevního typu, tedy bylinného charakteru. Pochází z jihovýchodní Asie a proto se *Miscanthu* dobře daří zejména v teplejších oblastech. Zakládání plantáží této plodiny bylo značně podporováno EU, v rámci výzkumných i ověřovacích grantů, zvl. na začátku devadesátých let. Velmi dobře zúročí vydatnější srážky, rovnoměrně rozložené během vegetace. Ideální podmínky pro *Miscanthus* jsou proto např. v severozápadním Španělsku (v Galicii), kde velmi často prší a kde jsou mírné zimy. To je rovněž důležitá podmínka pro úspěch jeho pěstování, neboť trpí holomrazy a vymrzáním.



Miscanthu se dobře daří též v Německu, zvl. v Bavorsku. Na základě doporučení z této oblasti Německa jsme zahájili odzkoušení jeho pěstování také u nás (v r. 1990). Dovezené sazenice jsme použili pro založení pokusné plantáže v Chomutově. Výsledek však nebyl uspokojivý, neboť většina rostlin vymrzla a plantáž se nepodařilo založit. Později bylo pěstování *Miscanthu* ověřováno v dalších lokalitách, jak uvádí Stražil 1999. Zde byly výsledky příznivější, zejména v teplejších oblastech u Prahy či u Brna (s průměrným výnosem : **Ruzyně - 18,05 t/ha, Troubsko – 14,47 t/ha suché hmoty**). V oblasti **Vysočiny**, (v Lukavci u Pacova) byl průměrný výnos *Miscanthu* jen **6,16 t/ha**. Výsledky s pěstováním této energetické rostliny nejsou tudíž u nás jednoznačné a navíc se jedná o výsledky pouze z pokusných ploch. V provozních podmínkách zatím *Miscanthus* u nás nebyl ověřován. Brání tomu také vysoké náklady na zakládání této plantáže, neboť se zakládá vysazováním sazenic. Nejlepší jsou dle zkušeností z Německa sazenice z odkopků, nebo vypěstované in vitro, které první zimu již přečkaly venku v terénu. Taková sazenice z tkáňových kultur se v Německu prodává v ceně od 0,6 do 1,5 DEM/kus. Vzhledem k počtu doporučovaných rostlin na 1 ha (10 000 až 20 000 kusů) se jedná o náklady velmi značné, které budou zřejmě hlavní překážkou širšího rozvoje pěstování *Miscanthu* u nás a to i v oblastech, kde se mu poměrně dobře daří. Výrazného zlevnění nákladů na zakládání porostů *Miscanthu* by bylo možné docílit výsadbou odkopků z vlastní plantáže, respektive z určitého typu „matečnice“, pokud se

podarilo takovýto porost alespoň na malé ploše dobře založit. V tomto případě lze pěstování *Miscanthu* pro vybrané oblasti doporučit i u nás.

Vzhledem k tomu, že se v západní Evropě již dlouhodobě zabývají pěstováním *Miscanthu*, je jeho způsob pěstování, sklizně a využívání dobře propracován. Proto jsou hlavní zásady pěstování uvedeny ve stručnosti i v tomto souboru informací a to i přes některé výše uvedené problémy, které se u nás vyskytují.

Jak bylo již uvedeno, *Miscanthu* se dobře daří v teplejších oblastech s většími srážkami. Vhodné jsou půdy lehčí, strukturní s pH od 5,5 do 6,5, nad pH 7 může docházet k depresi výnosů. Při zakládání vyžaduje půdu čistou, odplevelenou. Přesto, že je plodinou typu C4 což svědčí o dobrém využívání vláhy, má značné požadavky na vodu a to zejména při velmi vysokých výnosech. U nás nemáme povolené odrůdy, avšak v zahraničí lze uvést např. odrůdy: **Gigantheus, Goliath, Silberfeder, Sirene aj.** Většinou jsou sterilní. Pokud přece jen některé odrůdy vytvoří semena, nejsou zpravidla dostatečně vyžralá (hlavně v našich podmínkách) a proto nejsou klíčivá. Množí se proto vegetativně, což značně prodražuje zakládání těchto porostů. Vysázená plantáž by měla mít trvanlivost minimálně 10 až 15 let.. Hnojení je třeba zajistit podle úrodnosti půdy, ale obvykle se doporučuje při zakládání alespoň 50kg dusíku na 1 ha, v dalších produkčních letech pak 50 – 100 kg N/ha + K + P. S úspěchem lze využít též kejdu hospodářských zvířat v dávce cca 30 t/ha. Výsadba se provádí do vyhřáté půdy (cca na 10°C), t.j. od poloviny května do poloviny července, do sponu např. 1 x 1 m. V prvním roce je třeba hubit plevel, např. meziřádkovým plečkováním. Během 1. zimy se někdy doporučuje porost chránit zakrytím mulčem či pod., avšak to nebývá vždy jednoduché. V dalším roce, kdy sazenice bohatě odnožují, není již ochrana proti plevelům zpravidla potřeba.

V roce výsadby se *Miscanthus* nesklízí. Ve druhém roce po výsadbě poskytuje zpravidla cca 10 t/ha suché hmoty, ve třetím roce je již v plné plodnosti, kdy u našich západních sousedů dosahuje obvykle **20 až 25 t/ha** suché hmoty. Sklizeň se provádí většinou až po přemrznutí (od listopadu až do března), kdy jsou robustní stébla *Miscanthu* již dostatečně vyschlá. Po přemrznutí je však třeba počítat se sklizňovými ztrátami a to cca 30 až 40 %. Takovýto materiál není pak třeba vůbec dosoušet, což je velmi důležité. Pro energetické účely se sklizeň provádí obvykle samojízdnou silážní rezačkou, čímž vzniká hrubá řezanka. Ta se může spalovat buďto přímo, jako štěpka, nebo z ní lze lisovat palivové pelety. Rovněž lze ze slámy vytvářet obří balíky. Pokud by měla být stébla *Miscanthu* použita jako stavební materiál, sklízí se sláma celá.

Závěrem informací o energetickém *Miscanthu* je užitečné uvést některé praktické zkušenosti s jeho provozním pěstováním v Německu. Při zakládání plantáží *Miscanthu* se všeobecně předpokládala vytrvalost porostů kolem 20ti let. Ne všechny porosty však tohoto období dosáhly. Na některých plochách začaly rostliny prosychat a řidnout již cca po 15 letech, čemuž odpovídaly i nižší výnosy (cca 12 – 15 t/ha). Tyto zkušenosti naznačují, že jednoznačný úspěch pěstování *Miscanthu*, tj. zajištění vysokých výnosů po dobu celých 20ti let, nemusí být na všech plochách vždy zaručeno. *Miscanthus* je beze sporu zajímavá rostlina, avšak rozhodování o jeho provozním pěstování je třeba pro naše podmínky řádně uvážit a rozhodnout vždy v každém konkrétním případě o jeho výhodách či nevýhodách.

5. Planě rostoucí druhy rostlin

5.1. Názvy některých planých rostlin

Vedle výše uvedených, většinou již odzkoušených rostlin, existuje potenciální možnost využívání různých dalších vytrvalých, též planě rostoucích rostlin, nebo i rostlin okrasných. Z nich lze jmenovat např. **vratič obecný**, **zlatobýl (celík) obrovský**, **diviznu velkokvětou**, **pelyněk černobýl** aj.

5.2 Křídlatka (*Reynoutria*, Syn. *Pleuropterus* Turzc., Syn. *Polygonum*)

Ze skupiny planě rostoucích druhů použitelných ve fytoenergetice si zasloužila největší pozornost **křídlatka**. Ta je však specifickým případem, neboť se jedná o expanzivní druh. Vytváří však rekordně vysoké „výnosy“ nadzemní hmoty s vysokým energetickým obsahem, a proto se jeví jako velmi výhodná pro fytoenergetické využití. Z hlediska její expanzity je však problematické její záměrné pěstování jednoznačně doporučit, i když by bylo možné rozlišovat do určité míry tyto vlastnosti křídlatky podle druhů: např. **Křídlatka sachalinská (*Polygonum sachalinense*)** nevykazuje tak silnou expanzitu, jako ostatní druhy, např. **Křídlatka hrotolísá (*P.cuspidatus*)**, která je u nás nyní nejrozšířenější. Nebezpečí této expanzity je však třeba dbát, ale to neznamená, že by nemohla být křídlatka pro energetické účely vůbec využívána. K těmto účelům lze využívat spontánně zapojené porosty, které se u nás v současné vyskytují na poměrně značných plochách. Podmínkou však je jejich spolehlivý přístup pro mechanizovanou sklizeň. Sklízí se zpravidla po opadu listů, na podzim nebo i začátkem zimy, avšak dříve, než křehké lodyhy začnou poléhat. V těchto případech nelze proti využívání křídlatky nic namítat, neboť touto „sklízni“, tj. odstraňováním narostlé nadzemní fytomasy by se spontánní porosty mohly postupně, do určité míry zeslabovat, což by mohlo dokonce přispět ke způsobu její likvidace, v současné době velmi propagované. Energetické využití křídlatky je tudíž značně omezené, avšak ne zcela vyloučené, jak je výše uvedeno. Její soustavné využívání ve fytoenergetice by si však vyžádalo ještě další ověřování a získávání nových zkušeností. Rekordně vysoké výnosy – **až 30 t/ha** suché hmoty (dosud často zjišťované) by si tuto pozornost nepochybně zasloužily.

6 Energetické trávy

Využití travních druhů pro fytoenergetiku má řadu výhod. Především proto, že lze vybrat trávy vytrvalé, nevyžadující každoroční zakládání porostů. Výhodou je rovněž možnost volby sklizně tak, aby byla travní stébla co nejvíce suchá a nemusela se dodatečně dosušet. V tomto případě nevadí, že budou stébla hrubá, která nemají dobrou krmnou hodnotu, což se běžně vyžaduje při sklizni travních porostů na seno. Naopak, čím jsou stébla pevnější, starší, tím jsou pro přímé spalování vhodnější. Mladé porosty jemných trav požadované pro krmení hospodářských zvířat jsou pro přímé spalování nevhodné, neboť mají zpravidla vyšší obsah živin, zvláště dusíku, což je nežádoucí z hlediska vzniku emisí při spalování. Obecně lze proto k těmto účelům využívat traviny plně vyztřelé, vyschlé, kdy jsou živiny z nadzemních částí rostlin již většinou zataženy do kořenového systému. S tím souvisí i způsob pěstování těchto „energetických“ trav. V zásadě lze použít pěstitelskou technologii určenou pro pěstování trav na semeno. Tato technologie je u nás dobře propracovaná, liší se pouze částečně, podle některých druhů. V tomto případě lze pěstováním energetických trav získat dvojí užitek: travní semeno a suchou nadzemní hmotu – slámu - k přímému spalování, obdobnou slámě obilní.

Nezanedbatelný význam mají energetické trávy též z ekologického hlediska, neboť rozšíření ploch zatravněním se považuje za spolehlivou ochranu protierozní a má nesporný význam pro celkovou stabilitu ekosystémů v krajině. Systematické pěstování trav pro energii může přispět rovněž ke zlepšení nynějšího, bohužel často neutěšeného stavu lučních porostů. Jedná se především o plochy mnohdy nevhodně rekultivovaných luk, bezúčelným odvodňováním, či nesprávně provedenou drenáží, což způsobilo nemalé problémy. Takovéto plochy by tak mohly být úspěšně využívány právě k produkci energetických trav.

Výběru vhodných travních druhů pro energetické účely se proto začala věnovat všeobecná pozornost, jak v zahraničí, tak i u nás. Například ve Švédsku se zaměřili na šlechtění travních druhů, speciálně pro přímé spalování. Trávy pro průmyslové, či energetické využití se šlechtí tak, aby měly větší podíl stébel oproti listům, s nízkým obsahem popele a některých prvků, jako je křemík, draslík a chlor, což je výhodné pro fytomasu určenou k přímému spalování.

U nás se tomuto úseku věnují na Výzkumné stanici travinářské v Zubří (oblast Beskyd), kde vybírají z existujících travních druhů takové, které jsou vysoko vzrůstné, robustní a poskytují vysoké výnosy nadzemní suché hmoty. Velmi zajímavé jsou sveřepy, jejichž šlechtění se věnují ve Šlechtitelské stanici – TAGRO Červený Dvůr u Tábora. Pro energetické účely lze využívat také další druhy trav, vyšlechtěné pro krmivářské potřeby, pokud jsou dostatečně výnosné, tzn. takové, které vytváří každoročně kolem 10 t suché hmoty z 1 ha. Příklady takovýchto energetických trav jsou proto rovněž zahrnuty do následujícího popisu.

6.1 Chrastice (Lesknice) rákosovitá (*Phalaroides arundinacea* (L.) Rauschert)

Chrastice rákosovitá je přirozeně rozšířená po celé Evropě. Daří se jí dobře i u nás, zvláště na stanovištích s dostatečným zajištěním půdní vláhy. Je to vysoká vytrvalá tráva, dosahuje výšky až 2 m. Poskytuje vysoké výnosy a proto je náročná též na živiny, avšak na agrotechniku je nenáročná. Lesknice vytváří dlouhé podzemní výběžky, což je mimo jiné též zárukou její dlouhodobé vytrvalosti. Je značně přizpůsobivá vůči vnějším vlivům, neboť ji neuškodí ani delší období sucha, ani jarní mrazíky. Naopak snáší dobře krátkodobé zavodnění nebo zastínění.

U nás není v současné době registrována žádná odrůda chrastice, pěstuje se však běžně jako druh. Za standardní odrůdu pro mírné pásmo se v EU považuje odrůda **Palaton** (původem z USA). Zakládání porostů chrastice pro energetické účely není složité. Seje se zpravidla časně z jara, jako přímý výsev, nebo do krycí plodiny, případně i na podzim (nejpozději do 25.8.). Výsevek na 1 ha se pohybuje od 8 do 10 kg, seje se do užších řádků, cca 12,5 cm (až 30) cm širokých. Při zakládání porostů je vhodné zajistit dostatečnou výživu. V prvním roce se proto doporučuje hnojení dusíkem v dávce 70 až 100 kg/ha a v dalších letech cca 50 – 80 kg/ha, podle půdní úrodnosti. V průběhu vegetace v 1. roce není třeba zvláštní ošetřování, pokud je chrastice zasetá do nezapleveleného pozemku. Pokud se vyskytují širokolisté dvouděložné plevely, lze použít herbicidy běžné pro ošetření jarních obilnin.

Sklizeň chrastice pro energetické účely se provádí v období, kdy jsou stébla co nejsušší, což bývá koncem léta, po plném dozrání semene. V té době jsou již také většinou translokovány živiny z nadzemních částí rostlin do kořenů, což je rovněž příznivé pro fytoenergetické využití. Sklizeň se provádí běžnou zemědělskou mechanizací tak, že se poseká na řádky a pak se sbírá sběracím lisem. Vytváří se pak standardní balíky, jako ze slámy obilnin. Pro přímé spalování lze využívat přímo takto vzniklé balíky, nebo se mohou z této „slámy“ dále lisovat brikety, či pelety. Výnosově lze chrastici považovat za vhodnou pro fytoenergii, neboť docílí zpravidla výnosu kolem **9 – 10 t/ha** suché hmoty. Pokud má příznivé podmínky, dosáhne i **13 – 15 t/ha** suché hmoty. Výnos je obzvláště závislý na

intenzitě výživy rostlin. K tomuto účelu lze s výhodou využívat i některé hnojivé kaly, včetně kalů z čistíren odpadních vod, a také samozřejmě kejdu hospodářských zvířat. Dávky tohoto organického hnojení musí však být voleny tak, aby se příliš neprodloužilo vegetační období chrastice (maxim. 30 t/ha), neboť je žádoucí včasné zasychání stébel. Při použití příliš velkých dávek hnojiv jsou stébla dlouho do pozdního podzimu zelená, s relativně vysokým obsahem vody i živin, což není vodné jako surovina pro fytopalivo.

Využití chrastice – lesknice pro fytoenergetické účely se jeví jako velmi perspektivní a to i proto, že zakládání těchto porostů je poměrně levné. Zakládání porostů se provádí setím, což je vždy levnější než výsadbou a ke sklizni lze využít běžnou zemědělskou mechanizaci, dostupnou v každém zemědělském podniku.

6.2 Kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea* (L) Schreb.)

Tato tráva je rovněž perspektivní pro energetické využívání, neboť je statná, dosahující výšky 1,2 až 1,5 m, s vysokým výnosovým potenciálem. Vyznačuje se spolehlivou vytrvalostí a mrazuvzdorností, v našich podmínkách se jí dobře daří. Příznivě zhodnotí vlhké stanoviště, takže lze k jejímu pěstování využít i vlhké, jinak problematicky využitelné louky, avšak dobře snáší i sucho. Rovněž na půdu je nenáročná. Vytváří statné trsy a dlouhé podzemní výběžky, což je vhodná vlastnost pro zajištění dlouhodobé vytrvalosti porostů. Kořenový systém je bohatý, silně rozvinutý, dosahuje do hloubky až 150 cm, což umožňuje dobrou sorpci živin i vláhy.

Odrůdy: **Kora** – 1989. Tato odrůda má výrazně ozimý charakter, takže nemetá v roce výsevu, ani po první seči příštího roku.

Pro energetické účely se však kostřava rákosovitá nesklízí na zeleno, takže vymetá a lze tak získat určitou energetickou sklizeň již v prvním užitkovém roce.

Zakládání porostu kostřavy rákosovité se provádí jarním výsevem do krycí plodiny. Pokud je zcela bezplevelný pozemek, lze ji zaset i přímo, bez krycí plodiny. Největším nebezpečím je zaplevelenost pýrem a proto musí být z pozemku odstraněn. Pro získání čistého osiva je třeba vyloučit jako předplodinu srhu, neboť její osivo lze velmi nesnadno od osiva kostřavy vyčistit. Kostřava se seje zpravidla do řádků širokých 25 cm (případně i užších), velmi mělce (do hloubky pouze 1 cm), s výsevkem jen **15 – 16 kg /ha**, neboť má drobná semena. Před setím se doporučuje přihnojení dusíkem a fosforem v dávce cca 40 kg/ha a draslíkem v dávce 70 – 80 kg/ha. V následných letech se pak přihnojuje zpravidla dusíkem, v dávce 40 – 60 kg/ha.

Sklizeň na semeno se provádí při plné zralosti, což nejčastěji odpovídá i termínu sklizně pro energetické účely. Sklízí se kombajnem, s mírně přitaženým mláticím ústrojím. Sláma se pak slisuje do balíků a lze ji spalovat, jako slámu obilní. Pokud není žádoucí získat osivo, lze sklízet kostřavu k energetickým účelům včetně semene, avšak je třeba, aby v době sklizně byla celá tato nadzemní hmota dostatečně vyschlá. Výnosy celkové nadzemní hmoty kostřavy rákosovité jsou z hlediska fytoenergetiky uspokojivé, neboť dosahuje **cca 8 – 14 t** suché hmoty z 1 ha.

6.3 Psineček veliký -bílý (*Agrostis gigantea* Roth.)

Psineček bílý je víceletá tráva ozimého charakteru, vytvářející krátké podzemní výběžky. Pro účely fytoenergetiky se jeví jako perspektivní pro hrubší stéblo, středně vzrůstné, dosahující výšky cca 80 – 100 cm. V našich podmínkách se mu dobře daří, neboť se jedná o travu vyskytující se v našich přírodních podmínkách. Nemá vyhraněné požadavky na stanoviště, daří se mu dobře i na extenzivních loukách, zvl. na těžších a vlhčích stanovištích.

Odrůdy: **Rožnovský** – od r. 1940

Pěstování psinečku pro energetické účely je vhodné zajistit technologií jeho pěstování na semeno, neboť i v tomto případě je výhodná sklizeň dostatečně suché hmoty, což při semenářských kulturách je nezbytné. Setí se provádí na jaře do vhodné krycí plodiny, čemuž odpovídá jarní pšenice se sníženým výsevem (o cca 20 – 40 %), aby psineček netrpěl přílišným zastíněním. Seje se co nejdříve z jara, optimálně do konce dubna, do řádků 20 –25 cm širokých, do hloubky jen 1 cm a s výsevem 10 –12 kg /ha. Hnojí se hlavně dusíkem, zpravidla 80-100 kg /ha v prvních 2 letech a P a K podle zásobenosti půdy.

Semeno psinečku dozrává nejčastěji ke konci srpna a to má již také dostatečně vyschlá stébla, která se pak mohou využívat ve fytoenergetice. Tuto slámu je vhodné slisovat do hranatých balíků a v této formě využívat ke spalování v biokotelnách. Výnos semene se pohybuje od cca 0,3 – 0,5 t/ha. Množství celkové suché nadzemní hmoty, což je důležité zejména pro energetické použití, se odhaduje na **cca 7 –8 t/ha**. Tyto údaje bude však třeba ještě ověřit ve více lokalitách, s rozdílnými půdně-klimatickými podmínkami.

6.4 Ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius* (L.) Beauv.ex J.et C.Presl)

Tato poměrně vysoká víceletá tráva může být rovněž využívána pro přímé spalování. Má hrubší stéblo, dosahující cca 80 –130cm. Jedná se o domácí travu, proto se jí v našich podmínkách dobře daří. Ovsík je tráva jarního charakteru. Nehodí se do drsných podmínek, avšak snáší i přísušek, takže je vhodný do sušších stanovišť.

Odrůdy : **Rožnovský** – od r. 1940

Zakládání porostu ovsíku vyvýšeného pro fytoenergetické účely je rovněž shodné s technologií jeho pěstování na semeno, proto jsou zde uvedeny pouze údaje o semenářské kultuře. Setí se provádí na jaře do krycí plodiny – zpravidla jarní pšenice se sníženým výsevem a to co nejdříve z jara, maxim. do konce dubna. Protože ovsík má poměrně dlouhé osiny, je k setí třeba použít secí stroj s kartáčovým výsevným ústrojím, aby osivo rovnoměrně vypadávalo ze secího stroje. Seje se do řádků 20 –25 cm a do hloubky cca 3 –4 cm, s výsevkem **27 - 30 kg/ha**. Při zakládání porostu a v dalším roce se hnojí hlavně dusíkem, v dávce cca 80 – 100 kg/ha, P a K podle zásoby v půdě.

Ovsík pěstovaný na semeno dozrává zpravidla již začátkem července a v té době je vhodné jej sklízet i pro využití ve fytoenergetice. Po výmlatu semene lze suchou slámu slisovat do hranatých balíků a použít jako otop v biokotelně. Výnos osiva se pohybuje cca od **0,3 až do 0,6 (1) t/ha**. Celková nadzemní suchá hmota dosahuje výnosů kolem **7 –9 t/ha**. 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.

6.5 Sveřepy (*Bromus*)

Sveřepy tvoří skupinu cca 150 druhů. Naše domácí druhy nejsou zpravidla krmivářsky hodnotné, proto nebyly středem pozornosti šlechtitelů. Některé druhy importované, nebo i zavlečené, jsou však zajímavé jako kvalitní pícniny. V posledních letech se proto pozornost zaměřila na šlechtění sveřepů a to na šlechtitelské stanici TAGRO Červený Dvůr u Tábora.

Konkrétní výsledky této šlechtitelské práce jsou nové odrůdy, z nichž odrůda Tacit byla registrována v ČR v r.1998 a odrůda Tribun prochází již posledním obdobím státního zkoušení, s předpokladem brzké registrace.

6.5.1 Sveřep samužníkovitý (*Bromus catharticus*)

V rámci tohoto druhu byla vyšlechtěna odrůda **Tacit**. Je to vytrvalá, intenzivně rostoucí, kvalitní tráva. Má vzpřímené trsy, dosahuje výšky 80 –100 cm, s velkým výnosovým potenciálem. Tyto vlastnosti sveřepu samužníkovitého jej proto předurčují též pro úspěšné využívání k energetickým účelům. Rovněž semenářskou kulturu lze snadno a úspěšně založit. Při plném dozrání semene je statné stéblo sveřepu již dostatečně vyschlé, což je dalším dobrým předpokladem jeho využití pro přímé spalování.



Sveřep – Tacit je odrůda tolerantní na stanoviště, neboť se mu dobře daří od nížin až po podhůří. Snáší nižší pH, přísušky i tuhé zimy. Vhodné jsou půdy sušší, dostatečně provzdušněné, lehčí, neslévavé a nezamokřené. Pro energetické využití lze kulturu tohoto sveřepu založit obdobně, jako kulturu semenářskou, neboť není třeba dbát na stárnutí porostu, jako v případě sklizně kvalitních píceň. Vysévá se brzy z jara, s výsevem jako pro semenářskou kulturu - cca 20-35 kg/ha (na píci je plný výsev: 30-40kg/ha) do řídce seté krycí plodiny (např. do jarní pšenice se snížením výsevu o 20-25 %). Tento sveřep začíná růst z jara dříve než ostatní sveřepy, má i dobrou konkurenční schopnost vůči plevelům. Sveřep Tacit dobře obrůstá a vytváří plodná stébla i ve druhé seči, ale je třeba dbát na vyšší strniště. Při nízké seči (pod 5 cm) by zůstalo ve strništi málo zelených listů, čímž by se následné obrůstání zpomalilo. Tvorba semene je standardně dobrá, dosahuje pravidelně kolem **1,5 –2 t/ha kvalitního osiva**. Celkový výnos nadzemní suché hmoty se pohybuje **od 10 do cca 15 t/ha**. Sklizeň sveřepu pěstovaného do plného dozrání se provádí tradičním kombajnovým výmlatem. Následná sklizeň slámy – pro energetické účely, se provádí sběracím lisem, který tvoří velké hranaté balíky. V takovéto formě je pak lze použít pro přímé spalování v biokotelnách.

6.5.2 Sveřep bezbranný (*Bromus inermis*)

Z tohoto druhu sveřepu pochází novošlechtělec s názvem **Tribun**. Tato tráva je vysoce vzrůstná, vytváří hustou síť podzemních výběžků, což ji zajišťuje spolehlivou vytrvalost a velký význam při protierozní ochraně. Tento sveřep metá pouze v 1. seči, má významný, téměř výlučný ozimý charakter. Sveřep – Tribun má růstové schopnosti obdobné žitu, což je zárukou tvorby vysokých výnosů nadzemní hmoty i statného, robustního stébla. Tyto jeho vlastnosti jsou nespornou výhodou pro jeho potenciální využívání ve fytoenergetice.

K tomuto účelu je vhodné jej pěstovat rovněž obdobně, jako semenářskou kulturu. Z hlediska energetického využití je určitou výhodou tohoto sveřepu „rychlejší“ stárnutí, čímž se snáze docílí dostatečné vysychání.

Požadavky na stanoviště má sveřep – Tribun podobné jako sveřep Tacit. Rovněž semenářství je snadné a spolehlivé. Výsev se provádí z jara do krycí plodiny se sníženým výsevem, ale lze jej vysévat i na podzim, případně koncem léta, jako přímý výsev. Podzimní výsev však zaručuje plný výnos v podstatě až ve 3. roce po výsevu. Setí je zcela bezproblémové, neboť má osivo hladké, bez osin. Plný výsevek je obdobný, jako v případě odrůdy Tacit. Sklizeň plně vyzrálého sveřepu je rovněž shodná se sklizní sveřepu Tacit, t.zn. kombajnová sklizeň, následný sběr „slámy“ a její slisování do hranatých balíků. Celkový výnos nadzemní suché hmoty sveřepu – odrůdy Tribun se pohybuje kolem **12 – 15 t/ha**.

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 sklídit 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.

Z dalších druhů trav, potenciálně vhodných pro energetické využití mohou být rovněž některé trávy planě rostoucí. Největší perspektivu má např. **rákos obecný (*Phragmites australis* (Cav.) Trin.ex Steud)**. Je to velmi statná vytrvalá rostlina, jejíž pevná stébla dosahují výšky 1 až 4 m! U nás roste běžně na březích vodních toků a na bažinatých stanovištích. V průměru dosahuje **cca 10-15 t/ha** suché hmoty (rekordní výnos byl až kolem 40 t/ha). K jeho záměrnému pěstování by bylo vhodné využít zamokřené pozemky, často takové, kde je nefunkční drenáž, která dříve udržovala pozemek v dobrém stavu pro běžné obhospodařování. Technologii záměrného pěstování rákosu pro energetické účely je však třeba vyzkoušet a ověřit, zejména z hlediska spolehlivého způsobu sklizně i stanovení jejich termínů. Důležitým omezujícím hlediskem zde bude vlhkost půdy a proto je třeba stanovit takové podmínky, aby zde bylo možné zajistit bezpečnou mechanizovanou sklizeň, což bývá zpravidla až během zimy, po zámrazu terénu.

7. Osiva energetických rostlin

V současné době není ještě soustředěno množení osiv jednotlivých energetických rostlin na jednom specializovaném pracovišti. Osiva lze získat především v podnicích zabývajících se pěstováním těchto rostlin, jak je v textu průběžně uvedeno, nebo i na šlechtitelských stanicích a výzkumných pracovištích rostlinné výroby, včetně pracovišť produkujících některá objemná krmiva (např. Troubsko u Brna apod.).

8. Zpracování rostlin na fytopalivo

Produkce rostlinné hmoty pro přímé spalování je jen jednou částí důležitou pro fytoenergetiku. Na ní pak navazuje další nezbytný úsek a to úprava a zpracování rostlinné hmoty do formy vhodné pro spalování. Tato důležitá kapitola se však vymyká rozsahu této publikace, ani není jejím předmětem. Proto jsou zde uvedeny pouze stručné zmínky nezbytné pro informace navazující zpravidla na sklizeň jednotlivých rostlin. Podrobné znalosti jsou však v tomto směru nutné, proto odkazují čtenáře na specialisty z Výzkumného ústavu zemědělské techniky v Praze, kteří se touto problematikou již dlouhodobě zabývají a mají v tomto směru řadu praktických zkušeností.

Pro kvalitu fytopaliva je významné získání informací o energetické charakteristice jednotlivých druhů rostlin. Jako příklad jsou zde uvedeny některé druhy rostlin, u nichž bylo stanoveno spalné teplo a na základě průměrných výnosů byl pak stanoven energetický obsah, vyjádřený v GJ/ha. Tento přehled je uveden v Tab. 2

Tab. 2. Energetická charakteristika fytomasy

druh rostliny	spalné teplo (s popelovinami) MJ/kg	průměrný výnos suché hmoty, t/ha	energetický obsah GJ/h
Řepka -sláma	17,484	4,5	78,68
Lnička	18,840	3	56,52
Čirok Hyso	17,657	16	282,51
Konopí seté	18,06	12	216,62
Komonice bílá	19,892	13,5	298,54
Šťovík krmný	17,751	20	355,02
Mužák prorostlý	17,941	13,5	242,20
Bělotrn kulatohlavý	19,610	15	294,15
Boryt barvířský	18,500	10	185,00
Topolovka růžová	17,581	14,5	254,92
Křídlatka	19,444	30	583,32

Příklady uvedené v tab.2 svědčí jednoznačně pro využívání takových rostlin, které vytváří vysoký výnos. Při využívání slámy je nutné počítat se získáním nízkého energetického obsahu z 1 ha. Jedná se však o využití vedlejšího produktu, proto i tuto rostlinnou hmotu lze k přímému spalování doporučit, zvláště, pokud je produkční plocha poblíž biokotelný.

9. Souhrn a závěry

Výčet uvedených rostlin vhodných pro energetické použití odpovídá dosavadním zkušenostem a stupni rozpracovanosti jejich pěstitelské technologie. U řady plodin jsou již podrobnosti jejich pěstování dostatečně známy, u mnohých je třeba ještě dále zkušenosti ověřovat a znalosti doplňovat. Nejvýznamnější jsou bezesporu rostliny víceleté či vytrvalé, včetně travních druhů. Zajímavé jsou rovněž některé rostliny u nás běžně planě rostoucí, jejichž technologii využívání pro energii, spočívající zejména ve způsobu sklizně, je třeba rovněž dále doplňovat..

Údaje shromážděné v této publikaci nemohou tudíž být zcela vyčerpávající, neboť obor „fytoenergetika“ je obor zcela nový a bude se nutně dále rozvíjet. Jeho rozvoj je však velice perspektivní a žádoucí, neboť zajištění energie z obnovitelných zdrojů, především z biomasy, je nezbytným předpokladem pro další energetické potřeby početné populace i pro zajištění trvale udržitelného života na Zemi.

10. Použité literární citace

- Agritec Šumperk** : Odrůdy konopí zastupované v ČR firmou Agritec
- El Bassam, N.** Energy Plant Species, London, 1998
- Čapek, J. – Amler P. a kol.** Stručná charakteristika ozimého žita a ozimého tritikále vyšlechtěných v a.s.Selgen 1998
- Frydrych, J.** :Energetické trávy. Ústní sdělení, 1999
- Hofbauer, J.** : Pícniny a netradiční rostliny pro energii. Ústní konzultace, Troubsko, 1999
- Jarošová, J.-Michalová, A.-Vavreinová, S.-Moudrý, J.** : Pěstování a využití Amarantu. Metodiky pro zemědělskou praxi. Praha, 1999
- Kára, J.** : Využití biomasy a zemědělských odpadů. Z-AD 1092/2, VÚZT Praha, 1992
- Kára, J.**.. Zdroje biomasy a její energetické využití. Seminář :Biomasa v teplárnách, Dešná, 1998
- Kuhn, V.** Speciální pěstování rostlin. SZN, 1960
- Míka, V. a kol.** Pícninářsky zajímavé sveřepy. Sborník konference české zemědělské university, Praha, září 1999.
- Míka, V. a kol.** Uplatnění sveřepů ve vyšších polohách. Agroregion '99 , Č. Budějovice, 1999
- Moudrý, J.–Stražil, Z.** Energetické plodiny v ekologickém zemědělství. Hradec Králové, 1998
- Oseva Pro s.r.o.** Informační leták o druzích a odrůdách: Psineček veliký - Rožnovský, Ovsík vyvýšený – Rožnovský.
- Petříková, V. a kol.** Pěstování a využití technických a energetických plodin na rekultivovaných pozemcích. Metodiky pro zemědělskou praxi, 1996.
- Petříková, V. a kol.** Pěstování technických a energetických plodin na devastovaných půdách a posouzení jejich kvality. Závěrečná zpráva , V.Ú. rostlinné výroby, Praha – Ruzyně, 1995
- Petříková, V. a kol.** Present and future possibilities of energy crops production. Mezinárodní konference, Bratislava 1995
- Petříková, V. – Roth, J.** Výsledky pěstování technických a energetických plodin na důlních výsypkách a složitých popelů. Seminář „Biomasa – alternativní zdroj energie“. Most, 1994
- Petříková, V.** Energie z biomasy u nás a v zahraničí. Seminář : Biomasa – obnovitelný zdroj energie. České Budějovice, 1995
- Petříková, V.** Pěstování rostlin pro nepotravinářské využití při rekultivacích. Seminář : Revitalizace krajiny, Ústí n.L. 1997
- Petříková, V.** Využití pícnin a krmných plodin pro získávání energie. Konference:Zamyšlení nad rostlinnou výrobou. Praha ČZU, 1997
- Petříková, V.** Zkušenosti s rozvojem fytoenergetiky v Evropě. Konference: Biomasa pro energii, Praha, 1998
- Petříková, V.** Využívání rostlinných materiálů jako zdroj energie. Mezinárodní konference: Obnovitelné zdroje energie, Kroměříž, 1998
- Petříková, V.** Význam fytoenergetiky ve státech EU a v ČR. Seminář: Energetické a průmyslové rostliny. Chomutov, 1999.
- Seznam odrůd pro ČR**, 1998
- Sladký, V.** Využití fytomasy k vytápění zemědělských objektů. Studijní informace I (Sláma a stébelniny), ÚVTIZ, Ř. Zemědělská technika a stavby , č.2, 51, 1992
- Sladký, V.** Dálkové vytápění biomasou na venkově. Studijní informace ÚZPI, Ř. Zeměd. technika a stavby, č.4, 1994
- Sladký, V.** Příprava paliva u biomasy. Stud.inf., Ř. Zeměd. technika a stavby, č.3 ,1995
- Sladký, V.** Novinky ve zpracování a spalování biopaliv. Stud.inf., Ř. Zeměd. tech. a stavby, č.3.1998

- Sladký,V.** Zpracování a spalování slámy a stébelnin k energetickým účelům. Seminář : Energetické rostliny, Chomutov, 1997.
- Sladký,V.** Biomasa – alternativní zdroj energie. Seminář : Energetické a průmyslové rostliny, Chomutov, 1998
- Sladký,V.** Technika potřebná pro využívání biomasy pro energii. Seminář :Biomasa v teplárnách, Dešná, 1998
- Strašil,Z.** Pěstování a možnosti využití netradičních olejnin. Seminář: Energetické rostliny, Chomutov, 1997
- Strašil,Z.** Topinambur hlíznatý – netradiční alternativní plodina pro průmyslové a energetické využití. Energetické a průmyslové rostliny, Chomutov, 1998
- Strašil,Z.** Pěstování a možnosti využití některých energetických plodin. Konference: Technologie pro spalování biomasy. Pragaagro 99', Praha, 1999.
- Šlechtitelská stanice** Hladké Životice: Informační leták – Kostřava rákosovitá - KORA
- Špaldoň,E. a kol.** Rostlinná výroba, Příroda, 1982.
- Ust'ak,S.** Netradiční energetické rostliny perspektivní pro pěstování v podmínkách mírného klimatického pásma. Seminář: Energetické rostliny,Chomutov,1997
- Ust'ak,S.** Netradiční energetické rostliny perspektivní pro pěstování v podmínkách České republiky. Seminář: Energetické a průmyslové rostliny. Chomutov, 1998
- Váňa,J.** Význam biomasy pro energii. Seminář: Biomasa v teplárnách, Dešná, 1998