

**Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta**

**PĚSTOVÁNÍ ROSTLIN PRO NEPOTRAVINÁŘSKÉ ÚČELY
SPECIÁLNÍ ČÁST**

**Tomáš Středa
Zdeněk Stražil**

**Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta**

**PĚSTOVÁNÍ ROSTLIN PRO NEPOTRAVINÁŘSKÉ ÚČELY
SPECIÁLNÍ ČÁST**

**Ing. Tomáš Středa, Ph.D.
Ing. Zdeněk Stražil, CSc.**

Brno, 2014



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Tato publikace je spolufinancována z Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky.

Byla vydána za podpory projektu OP VK CZ.1.07/2.2.00/28.0302 Inovace studijních programů AF a ZF MENDELU směřující k vytvoření mezioborové integrace.

© Tomáš Středa, Zdeněk Stražil, 2014

ISBN 978-80-7509-005-8

Obsah

PŘEDMLUVA	5
1. CUKERNATÉ PLODINY	6
1. 1 Čirok (<i>Sorghum vulgare</i> Adams)	6
1. 2 Topinambur hlíznatý (<i>Helianthus tuberosus</i> L.)	11
2. OLEJNATÉ PLODINY	15
2. 1 Olejníčka (<i>Lallemantia</i> sp.).....	16
2. 2 Lnička setá (<i>Camelina sativa</i> (L.) Crantz)	19
2. 3 Krambe habešská, syn. katrán habešský (<i>Crambe abyssinica</i> Hochst.).....	22
2. 4 Světlice barvířská, syn. saflor (<i>Carthamus tinctorius</i> L.)	25
3. SPECIÁLNÍ ROSTLINY POSKYTUJÍCÍ SUROVINU PRO SPALOVÁNÍ NEBO VÝROBU BIOPLYNU	31
3. 1 Jednoleté druhy.....	33
3. 1. 1 Konopí seté (<i>Cannabis sativa</i> L.).....	33
3. 1. 2 Hořčice sareptská, syn. brukev sítinovitá (<i>Brassica juncea</i> L. Czern. et Coss.)....	39
3. 1. 3 Laskavec (<i>Amaranthus</i> sp.)	41
3. 1. 4 Sléz krmný (<i>Malva verticillata</i> L.).....	43
3. 1. 5 Žito trsnaté, syn. žito lesní, syn. křibice, syn. žito svatojanské (<i>Secale cereale</i> var. <i>multicaule</i> Metzg. ex Alef.).....	45
4. VÍCELETÉ NEBO VYTRVALÉ DRUHY	47
4. 1 Mužák prorostlý (<i>Silphium perfoliatum</i> L.)	47
4. 2 Topolovka růžová (<i>Alcea rosea</i> L., syn. <i>Althaea rosea</i> L. Cav.).....	52
4. 3 Komonice bílá (<i>Melilotus albus</i> L., syn. <i>Melilotus alba</i> Medik.)	53
4. 4 Ozdobnice (<i>Miscanthus</i> sp.)	56
4. 5 Šťovík (<i>Rumex patientia</i> L. × <i>Rumex tianshanicus</i> A. Los.)	63
4. 6 Křídlatka (<i>Reynoutria</i> sp.).....	66
5. VÝKONNÉ DRUHY TRAV	71
5. 1 Pěstování trav – obecné zásady	72
5. 2 Využití travní fytoasy ve fytoenergetice	75
6. VÝZNAMNÉ DRUHY ENERGETICKÝCH TRAV	76
6. 1 Lesknice rákosovitá syn. chrastice rákosovitá (<i>Phalaris arundinacea</i> L.)	76
6. 2 Sveřep bezbranný (<i>Bromus inermis</i> Leyss.).....	79

6. 3 Srha laločnatá, syn. srha říznačka (<i>Dactylis glomerata</i> L.).....	80
6. 4 Ovsík vyvýšený (<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P. Beauv. ex J. Presl et C. Pres.).....	81
6. 5 Kostřava rákosovitá (<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.)	82
7. ENERGETICKÉ BILANCE ROSTLINNÉ PRODUKCE	83
7. 1 Tok a transformace energie v rostlinné produkci	83
8. DOPORUČENÁ STUDIJNÍ LITERATURA	86
9. OBRAZOVÁ PŘÍLOHA	88

PŘEDMLUVA

Předmět „Pěstování rostlin pro nepotravinářské účely“ je na Agronomické fakultě Mendelovy univerzity v Brně vyučován relativně krátkou dobu (od akademického roku 2008/2009). Skripta „Pěstování rostlin pro nepotravinářské účely – speciální část“ jsou jednou ze studijních opor předmětu pro studenty Mendelovy univerzity napříč fakultami.

Akcentován je v nich segment fytoenergetiky, zaměřený zejména na produkci fytomasy k termickému využití (spalování).

Skripta poskytují informace o:

- spektru a základní biologické charakteristice rostlinných druhů využívaných v ČR pro termické využití,
- agroekologických nárocích hlavních druhů poskytujících energetickou fytomasu,
- optimální agrotechnice perspektivních rostlinných druhů pro termické využití,
- kvantitativních a kvalitativních parametrech fytomasy pro termické využití.

Studenti také získají informace o maximalizaci výnosů a kvality produkce pro dané využití při respektování zásad správné zemědělské praxe.

1. CUKERNATÉ PLODINY

1.1 Čirok (*Sorghum vulgare* Adams)

Čiroky vytvářejí velmi mnoho forem, které se pěstují ve všech světadílech. Využití čiroku je všestranné. V Asii a Africe převládá jeho použití jako potraviny, v Evropě a Americe jako krmné plodiny. Čirok lze zařadit k perspektivním zdrojům energie z fyto­masy (bioplyn, spalování, etanol).

Biologická charakteristika

Čirok je v našich podmínkách jednoletá statná rostlina z čeledi lipnicovité (*Poaceae*), habitem vzdáleně připomínající rostlinu kukuřice. Stébla vysoká 1 až 3 m (i více) jsou vyplněna dřeví obsahující sladkou šťávu. Jsou rozdělena kolénky na články. Listová čepel může být 40 – 100 cm dlouhá, 4 – 10 cm široká a je pokryta slabou vrstvou vosku. Kořenový systém je bohatě rozvětvený, hluboko kořenící. Květenstvím je lata různého tvaru, velikosti a hustoty s jednokvětými klásky.

Dozrávání semen probíhá postupně a k plnému dozrání je třeba poměrně dlouhá doba, dána teplotností čiroku. HTS je rozmanitá, podle odrůd kolísá od 10 nad 30 g. Obilka je kulovitá nebo vejcovitá, buď úplně pluchatá nebo částečně obnažená, případně zcela nahá. Čiroky se vyznačují pomalým počátečním růstem.

Požadavky na půdně – klimatické podmínky

Čiroky jsou značně náročné na teplo. Semena začínají klíčit při teplotě 10 až 12 °C. I nejméně náročné druhy čiroku, pokud se pěstují na zrno, vyžadují sumu teplot okolo 2500 °C. Při pěstování na hmotu mohou být sumy teplot i nižší.

Na půdu jsou čiroky poměrně nenáročné, přesto vysoké výnosy poskytují jen na strukturních půdách. Nejlépe se jim daří na středních, záhřevných půdách s dostatkem humusu a živin. Nedaří se jim na půdách kyselých. Snáší i vyšší koncentraci solí, lze je tak pěstovat i na mírně zasolených půdách. Čiroky jsou odolné vůči suchu. Mají nízký koeficient transpirace – některé poddruhy jen 200 litrů na 1 kg sušiny a schopnost asimilovat i při vysokých teplotách (C4 rostlina). Čirok může jako plodina náročnější na teplo, odolnější proti suchu a méně náročná na půdu nahradit kukuřici na extrémních stanovištích.

Systematikou tohoto rodu se zabývala řada autorů, ale není dosud uspokojivě vyřešena. Dnes se nejčastěji používá klasifikace, která uvádí pouze jeden polymorf­ní druh se

dvěma poddruhy, několika varietami a řadou forem. V zemědělské praxi se však využívá klasifikace, která čirok dělí na čtyři variety podle praktického využití.

a) Čirok obecný, který se pěstuje hlavně na zrno s vysokým obsahem bílkovin a škrobu. Většinou jde o formy s nižším vzrůstem.

b) Čirok technický má silně vyvinutou latu, která bývá surovinou pro výrobu košťat a kartáčů. Zrno je vedlejším produktem.

c) Čirok cukrový má šťavnatou dřev stébla i v biologické zralosti zrna. Používá se jako krmná, zejména silážní rostlina. Někdy se lisuje ze stébel šťáva, ze které se vyrábí líh, sirup apod.

d) Čirok súdanský má tenká stébla, bohaté olistění a vytváří velké množství hmoty. Je kvalitní pícninou. Je vhodný pro případné energetické využití (spalování, bioplyn).

Čiroky mají velmi podobnou agrotechniku proto níže uvedené informace platí obecně pro všechny formy čiroku.

Agrotechnika čiroku

Čirok je v rámci střídání plodin řazen podobně jako kukuřice. V systémech s nízkou intenzitou hnojení se čirok zařazuje po dobrých předplodinách. Lze jej zařadit po obilninách, zejména po ozimé pšenici. Při intenzivnějším hnojení a používání herbicidů může být pěstován i více let po sobě. Po čiroku pěstovaném pro energetické využití a sklizeném do konce zimy lze pěstovat pouze jařiny. Po čiroku pěstovaném na píci nebo na výrobu etanolu se pěstují především obilniny. Čirok je sám špatnou předplodinou z důvodu značného odčerpávání vláhy a živin vysokou produkcí fytomasy.

Vzhledem k nízkému počátečnímu a dlouhotrvajícímu odběru živin se doporučuje používat hnojiva s pomalým a uvolňováním živin. Hnojení je obdobné jako u kukuřice. Lze používat zelené hnojení, hnojení chlévským hnojem nebo kejdou. Doporučované dávky jsou 30 až 50 t.ha⁻¹ chlévského hnoje. Dávky živin v minerálních hnojivech závisí na půdně – ekologických podmínkách. Jsou doporučovány dávky 100 – 150 kg N, 30 – 70 kg P a 60 – 150 kg K na hektar. Dynamika odběru živin odpovídá dynamice růstu s maximem v červenci a srpnu.

Základní příprava půdy vychází z použité předplodiny. Při pěstování čiroku jako hlavní plodiny se oře na podzim. Organická hnojiva nebo rostlinné zbytky je třeba zapracovat kvalitně a dostatečně hluboko. K tomu je třeba minimálně střední orby. Časně na jaře, jakmile to umožní počasí, se půda urovná a prokypří, ideálně kombinátorem.

Optimální doba setí je dána požadavky na teplotu půdy pro vyklíčení. Setí se provádí zpravidla koncem dubna nebo začátkem května, když je půda prohřátá alespoň na 12 °C. Při pěstování na zeleno se porost zakládá do užších řádků (15 – 40 cm) s výsevkem 30 až 50 kg.ha⁻¹ (20 – 30 rostlin.m⁻²). Názory na vhodnou šířku řádků pro čirok jsou rozdílné. Vlastní volbu šířky řádků volíme podle odrůdy, její vzrůstnosti, délky vegetační doby apod. Hloubka setí se v závislosti na podmínkách pohybuje okolo 3 – 5 cm. Po setí se doporučuje pozemek uválet.

Důležité je zajistit bezplevelný stav porostu zejména v prvních 40 – 50 dnech po vzejití. Z chorob napadají čiroky nejvíce sněti. Ochrana spočívá v moření osiva. Na mladých porostech škodí drátovci a housenky osenice polní. Později v období vegetace se mohou vyskytovat listové mšice. V období dozrávání působí škody na zrnu ptáci.

Sklizeň závisí na užitkovém směru pěstování. Čirok na zrno je sklizen sklízecí mlátičkou upravenou na vysoký řez. Čiroky zrají od špičky lat velmi nerovnoměrně. Zrnové čiroky se sklízí, když se zrna vybarvila a jsou lesklá. K výtoku dochází pouze v omezené míře, proto je možné sklízet v plné zralosti semene. Vymláčené zrno je třeba vyčistit a dosušit na vlhkost 15 %.

Na zelenou fytomasu se čirok sklízí řezačkami před metáním, na siláž na začátku metání. Obvykle dává dvě seče, první podle průběhu počasí koncem června až do poloviny července, druhou od poloviny do konce září.

Na hmotu pro spalování je nejlépe čirok sklízet sklízecími řezačkami na podzim nebo koncem zimy (únor), kdy mráz rostliny částečně vysuší. Čiroky sklizené na podzim mají vysoký obsah vody, který ještě koncem listopadu dosahuje více než 50 % a nejsou tedy vhodné pro okamžité spalování v běžných kotlích. Zimní termín sklizně má však také určité nevýhody. Čiroky mají křehká stébla, která se přes zimní období vlivem nepříznivých podmínek velmi často lámou. Porosty snadno poléhají, což znesnadňuje následnou sklizeň. Ztráty fytomasy přes zimní období dosahují až 50 % v porovnání s podzimními termíny sklizně. S použitím běžné agrotechniky je v teplejších oblastech možné dosáhnout na podzim výnosu 20 tun sušiny z hektaru (Tabulka 1 a 2). V předjarních termínech sklizně je nutné počítat s polovičním výnosem, tedy 10 t.ha⁻¹ sušiny. Pro některé druhy čiroku jsou ve světě uváděny výnosy až 75 t.ha⁻¹ zelené hmoty.

Na výnos fytomasy má vliv také výsevek. Na většině testovaných stanovišť bylo v průměru dosaženo vyšších výnosů fytomasy při vyšším výsevku 60 klíčivých semen na 1 m².

Tabulka 1: Průměrné výnosy sušiny fytomasy čiroku (t.ha⁻¹) podle variant při podzimním termínu sklizně na sledovaných stanovištích za dvanáctileté období

Stanoviště/Varianta	Ruzyně	Troubsko	Lukavec	Chomutov	Průměr
Průměr N0	10,535	26,131	2,291	10,008	12,241
Průměr N1	11,705	27,156	6,073	11,545	14,120
Průměr N2	12,210	27,893	7,045	11,846	14,749
Průměr V1	10,940	26,970	4,353	12,183	13,611
Průměr V2	12,027	27,150	5,920	10,083	13,795
Průměr variant	11,483	27,060	5,136	11,133	13,703

Hnojení dusíkem v minerálních hnojivech: N0 = 0, N1 = 60, N2 = 120 kg.ha⁻¹, Počet vysetých klíčivých semen na metr čtverečný: V1 = 40, V2 = 60

Tabulka 2: Průměrné výnosy sušiny fytomasy (t.ha⁻¹) forem čiroku v průběhu dvanáctiletého období

Stanoviště/Odrůda	Súdánská	„Hyso“	Čirok zrnový	Čirok
Ruzyně	9,388	11,928	12,360	8,731
Troubsko	26,660	27,173	31,240	9,327
Lukavec	-	-	21,875	3,293
Chomutov	-	12,776	5,347	7,444
Průměr	18,024	17,292	17,705	7,199

S ohledem na energetické využití byl sledován vliv termínu sklizně na výnosy, obsah vody ve fytomase, obsah prvků a obsah energie. Při podzimním termínu sklizně je u čiroku obsah vody vysoký a dosahuje hodnot v průměru 52 %. Zde je třeba počítat s dosoušením sklizené fytomasy. V tomto termínu sklizně již není možné počítat s přirozeným dosoušením na poli, ale pouze s umělým dosoušením studeným nebo temperovaným vzduchem.

Proto je u většiny plodin určených pro energetické využití výhodnější z hlediska obsahu vody zimní nebo spíše jarní termín sklizně, kdy přes zimu mráz rostliny vysuší. Tento závěr však neplatí pro čirok. Dlouholeté výsledky ukazují, že vhodné sušiny pro spalování (pod 80 %) nebylo dosaženo u čiroku ani při jarním termínu sklizně (Tabulka 3). Posunutí termínu sklizně sice vede nejen k určitému snížení obsahu vody v rostlinách (v průměru 42 %), ale dochází také z důvodu stavby rostlin a vysoké hmotnosti lat k polehnutí porostu (tím se vytvářejí obtížnější podmínky pro sklizeň a polehlý porost navíc plesniví) a nárůstu ztrát fytomasy způsobeném opadem listů apod. Čirok je z těchto důvodů méně vhodný pro

spalování. Vlhkou biomasu nelze přímo spalovat, skladovat nebo z ní vyrábět pelety nebo brikety.

Tabulka 3: Výnosy čerstvé hmoty (Č.H.) v t.ha⁻¹, sušiny fytohmoty (t.ha⁻¹) a vlhkost při sklizni (%) čiroku v různých termínech sklizně (šestiletý průměr)

I odběr			II odběr			III odběr		
Výnos		Vlhkost	Výnos		Vlhkost	Výnos		Vlhkost
Č.H.	Sušina		Č.H.	Sušina		Č.H.	Sušina	
44,38	15,00	66,2	27,14	13,00	52,1	16,21	9,40	42,0

I. odběr v době největšího nárůstu fytohmoty, II. odběr na podzim, III. odběr brzy na jaře

Z víceletých výsledků je zřejmé, že se pro přímé spalování nejlépe hodí čirok „Hyso“ nebo čirok zrnový. Nejméně vhodný je čirok cukrový, jehož některé genotypy v našich podmínkách nedosahují takových výnosů, a který má i vysoký obsah vody v rostlinách i po zimním období.

Čirok cukrový je ale naopak nejvhodnější z čiroků pro výrobu bioetanolu (biolihu). Obsahuje ve stéble směs mono a disacharidů a je testován jako zdroj sacharidů, připadající do úvahy pro pěstování v teplejších oblastech Střední Evropy. Mimo zrna (výtěžnost etanolu v průměru okolo 1200 l.ha⁻¹) se dá získávat z čiroku cukrového také etanol z celé rostliny.

Nepotravinářské využití produkce

Obsah prvků v rostlinách je jedním z důležitých faktorů jednak pro stanovení odběru živin výnosy, jednak z hlediska spalování fytohmoty. Obecně se dá konstatovat, že obsah dusíku v rostlinách klesá se stářím rostliny a termínem sklizně. S oddálením termínu sklizně obecně také klesá i obsah dalších sledovaných prvků ve fytohmotě, což je výhodné pro samotný proces spalování a kvalitu emisí. S pozdějším termínem sklizně roste také obsah celulózy a u čiroku cukrového obsah fermentovatelných cukrů.

Pro zjištění výtěžnosti energie z plochy a pro potřeby energetických bilancí je významný také energetický obsah čiroku. Průměrné spalné teplo sušiny nadzemní fytohmoty je u fytohmoty sklizené na podzim 18,18 GJ.t⁻¹, fytohmoty sklizené na jaře 17,66 GJ.t⁻¹. Průměrná hodnota energie spalného tepla dle dlouhodobých experimentů v ČR pro sušinu nadzemní fytohmoty čiroku 17,91 GJ.t⁻¹.

Snížený energetický obsah fytohmoty sklizené na jaře lze částečně přičíst vyluhování energeticky bohatších látek a rozkladnému procesu, který způsobují houby a bakterie.

Energetické rozdíly ovlivněné termínem sklizně nejsou v porovnání se ztrátami fytomasy přes zimní období tak vysoké. Produkce energie z jednotky plochy je samozřejmě také závislá na výnosu sušiny vyprodukované fytomasy. Z uvedených výsledků je patrné, že energetický obsah 1 kg sušiny fytomasy čiroku je ekvivalentní 1 kg hnědého uhlí, které se běžně u nás používá v kotelnách jako převažující energetický zdroj.

Výhodou kříženců čiroku zrnového a súdánské trávy je obvykle vyšší produkce jakostní zelené hmoty, která v pozdějších růstových fázích nedřevnatí, a proto je vhodnější pro silážování a následnou produkci bioplynu. Bez ohledu na nižší výtěžnost bioplynu lze z 1 ha čiroku, ve srovnání s kukuřicí, získat stejné množství nebo i více bioplynu a to díky vyšším průměrným výnosům sušiny biomasy.

1. 2 Topinambur hlíznatý (*Helianthus tuberosus* L.)

Topinambur je jednou z plodin, která může do budoucna najít důležité místo jako alternativní plodina pro píceinářství (siláž, zelené krmení, zkrmování hlíz), v potravinářském průmyslu jako vhodná doplňková potravina pro diabetiky a surovina pro racionální výživu, stejně jako alternativní zdroj pro výrobu bioetanolu, bioplynu nebo pro spalování.

Biologická charakteristika

Na přesný původ topinamburu není jednotný názor. Někteří autoři se domnívají, že pochází z oblasti severní Ameriky a Kanady. Jiní předpokládají místo původu v Mexiku, Andách nebo v Brazílii. V Americe sloužil topinambur pro výživu lidí nebo jako léčivá rostlina. Do střední Evropy se topinambur dostal přes Anglii a Francii. Na rozdíl od brambor se zde nedočkal velkého rozšíření. Topinambur se pěstuje po celém světě, ale v porovnání s hlavními plodinami pouze v malém rozsahu. V Evropě je větším pěstitelem Francie. V České republice se záměrně pěstuje velmi sporadicky. Běžný je ale jeho planý výskyt.

Topinambur je plodina s delší vegetační dobou (v průměru 180 dnů), nenáročná na půdu, pěstovaná převážně pro hlízy, které mají vysoký obsah polysacharidu inulinu. Řazen je do čeledi hvězdicovité (*Asteraceae*). Habitem připomíná slunečnici s malými úbory. Je to rostlina s hlízovitým oddenkem, přímou lodyhou, lysou nebo drsně chlupatou, nahoře větvenou. Listy většinou vstřícné, vejčité, hrubě pilovité, zašpičatělé, na líci drsné, na rubu bělavě pýřité, horní o něco menší. Žluto – hnědé úbory na konci větví jsou velké 4 – 8 cm. Nažky jsou 5 – 6 mm dlouhé, lysé nebo chlupaté s 1 – 4 brvitými štětinkami. Výška rostliny je 50 – 250 cm. Hlízy jsou většinou nepravidelné s bílou nebo červenou slupkou. Obsahují 13 – 20 % inulinu, fruktózy a glukózy, 7 % dusíkatých látek a 1 % vlákniny.

Požadavky na půdně – klimatické podmínky

Topinambur často zplaňuje, roste prakticky na všech půdách, včetně půd lesních nebo rumišť. Lze jej pěstovat na pozemcích, které není možné z různých důvodů běžně zemědělsky využívat. Nároky na teplotu a vláhu jsou nízké, preferuje však klima středních poloh. Hlízy topinamburu se vyznačují vysokou odolností vůči mrazu až do $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Agrotechnika topinamburu

Topinambur se pěstuje na jeden rok nebo na více let. Nevýhodou jednoletého pěstování je to, že sklizeň hlíz musí být zpravidla provedena po ukončení vegetace ještě na podzim, aby mohl být pozemek připraven pro pěstování následné plodiny. Sklizeň hlíz na podzim je obtížnější a pracnější než na jaře, protože hlízy a kořeny většinou vytvářejí s půdou kompaktní bal, který sklizňová mechanizace (bramborové kombajny) špatně sklízí.

Další nevýhodou je zaplevelení následných plodin topinamburem. Proto se po topinamburu doporučuje pěstovat brzy sklizené jarní směsky, aby bylo možné likvidovat rostliny a hlízy, které obvykle přezimují. Další možností je nechat hlízy zbylé po sklizni v půdě vyklíčit a poté aplikovat neselektivní herbicid.

K topinamburu lze aplikovat organická hnojiva, nejčastěji chlévský hnůj v dávce kolem $35\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ nebo kejdu skotu v dávce $80 - 90\text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$, případně kejdu prasat v dávce $90 - 120\text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$. Je možné používat i stabilizované kalý z čistíren odpadních vod v dávce do $70\text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$. Minerální P, K hnojiva se aplikují před zimní hlubokou orbou v závislosti na zásobě půdních živin, předplodině apod. Dusíkatá hnojiva se aplikují na jaře po urovnání povrchu půdy. Porosty pěstované na zelenou hmotu se doporučují hnojit v dávkách až 140 kg N , 22 kg P , 125 kg K , při pěstování na hlízy v dávce $70 - 80\text{ kg N}$, 40 kg P , $50 - 100\text{ kg K}$ na hektar. Po první sklizni na zelenou hmotu se doporučuje přihnojit dusíkem v dávce $30\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Technologický postup jednoletého pěstování

Na podzim po sklizni předplodiny se provede podmítka a její ošetření. Aplikují se organická hnojiva. Těsně před zimní hlubokou orbou se aplikují také fosforečná a draselná hnojiva. Provede se zimní orba na plnou hloubku ornice. Prvním zásahem na jaře je urovnání povrchu. Poté následuje aplikace minerálního dusíku. Kypření je účelné v bramborařských oblastech s dostatkem vláhy provádět opakovaně. Prvním kypření do hloubky $8 - 12\text{ cm}$, druhé do hloubky $16 - 22\text{ cm}$. Druhé kypření je nejlepší provést těsně před sázením. Topinambur se sází zpravidla v dubnu sazeči brambor do hloubky $6 - 12\text{ cm}$ do sponu $62,5 -$

75 cm × 24 – 40 cm. Pro sadbu se využívají hlízy o hmotnosti 40 – 60 g, přičemž na hektar by mělo být vysazeno 50 000 až 55 000 hlíz.

Po výsadbě je vhodné porost topinamburu ošetřovat podle zásad plné mechanizace kultivace brambor (nejsou registrovány herbicidy). To znamená, že asi 7 až 10 dní po sázení se provede vláčení síťovými branami a poté proorávka naslepo. Podle konkrétních stanovištních podmínek se jak vláčení tak proorávka naslepo mohou opakovat.

Po vzejití rostlin se provede plečkování a vláčení síťovými branami s tím, že na rozdíl od brambor je třeba dbát maximální opatrnosti, neboť vzcházející rostlinky topinamburu jsou v tomto období mnohem citlivější na poškození než brambor. Tyto operace lze podle konkrétních podmínek opakovat ve vhodných časových intervalech. Jako poslední kultivační zásah se provede nahrnování hrobkovacími tělesy na hloubku 4 – 6 cm s nahrnutím asi 3 – 6 cm půdy ke stonkům topinamburu. Uvedené zásahy zabezpečují při optimálních podmínkách růstu a vývoje porost bez plevelů. Druhotné zaplevelení je zcela potlačeno vysokým porostem topinamburu v druhé části vegetace.

Během vegetace se neprovádí žádné další zásahy ani aplikace hnojiv nebo pesticidů. Před sklizní na podzim, pokud nebyla nadzemní část využita přímo jako objemové krmivo nebo na siláž, je třeba nat' odstranit posekáním řezačkou a zbylé strniště rozbít ve výšce stonků 5 – 10 rozbíječem natě. Sklizeň hlíz může být podzimní nebo jarní. Nat' lze také posekat, odvézt z pole, dosušit a využít k energetickým účelům.

Technologický postup při víceletém pěstování

Založení porostu se v prvním roce pěstování neodlišuje od jednoletého pěstování. Sklizeň hlíz je však výhodnější provést na jaře. Výhodou víceletého pěstování je, že odpadají náklady na nákup sadby a náklady na její výsadbu, protože porost je schopen samoobnovy z hlíz, které zůstaly na pozemku po sklizni. Z tohoto důvodu se část produkce hlíz záměrně nechává při víceletém pěstování na poli. Další výhodou je, že se hlízy dají sklízet na jaře, kdy je mechanizovaná sklizeň snadnější. Po jarní sklizni se pozemek přihnojí minerálními hnojivy (nejlépe ve formě NPK) v dávce dusíku 100 – 120 kg.ha⁻¹ a nahrůbkuje. Při dobré zásobě P, K v půdě se aplikuje pouze dusík. Dále se provádí kultivační zásahy jako v prvním roce. Hlízy narůstají nejvíce ke konci září a v říjnu.

Topinambur minimálně podléhá chorobám nebo škůdcům. Uvedené agrotechnické zásahy zabezpečují při optimálních podmínkách růstu a vývoje porost bez plevelů. Proti plevelům lze bojovat především mechanicky. Vzhledem k velké konkurenční schopnosti stačí při pěstování v hrůbcích v boji proti plevelům jen dvojitá plečkování. První při vzcházení a

druhé při výšce porostu 0,3 – 0,6 m. Při víceletém pěstování na těžkých půdách jsou hlízy napadány houbou hlízenkou obecnou.

Sklizeň zelené nadzemní hmoty pro krmení nebo silážování se provádí jednou až dvakrát do roka a to první počátkem července a druhá v říjnu. Sklizeň dvakrát do roka je možná, neboť topinambur vyniká vysokou regenerační schopností. Výnosy nadzemní fytomasy se mohou pohybovat okolo 35 – 100 t.ha⁻¹ zelené hmoty.

Sklizeň hlíz se provádí stroji obdobně jako u brambor. Nejlépe však vyorávačem s převážně ručním sběrem hlíz, které jsou křehké a snadno se poškozují. Podzimní termín sklizně se z hlediska nejistoty výskytu vhodného počasí a možnosti využití mechanizace příliš nedoporučuje. Technologicky výhodnější je jarní termín sklizně. Sklízet však lze i v jiných termínech, v závislosti na užitkovém směru pěstování. Nejvyšší obsah inulinu s příznivým poměrem fruktózy a glukózy je při sklizni koncem listopadu. Při pěstování hlíz na obsah inulinu se nedoporučuje kombinovaná sklizeň natě a hlíz. Pro podmínky ČR se udávají běžné výnosy hlíz topinamburu 25,0 – 37,0 t.ha⁻¹.

Při skladování hlízy topinamburu snadno vysychají a bez optimálních skladovacích podmínek se nedoporučuje jejich dlouhodobé skladování. Z důvodů špatné skladovatelnosti se také doporučuje sklízet sadbové hlízy až na jaře. Hlízy by, vzhledem k evaporaci, měly být skladovány při relativní vlhkosti blízké 100 %. Aby nedošlo k prorůstání pupenů je doporučována skladovací teplota 2 °C.

Poměr biomasy hlíz k biomase nadzemní části je u topinamburu přibližně 0,8. V pokusech zaměřených také na produkci stonků pro energetické využití (spalování) reagoval topinambur příznivě (podobně jako čirok nebo konopí apod.) na stupňované dávky dusíku. Výnosy stonků rostly s rostoucími dávkami N. Dávka 60 kg.ha⁻¹ N zvyšovala v průměru výnosy stonků o 27 %, dávka 120 kg.ha⁻¹ o 32,4 % v porovnání s nehnojenou variantou. Průměrný čtyřletý výnos sušiny stonků byl na stanovišti na Českomoravské vrchovině 9,6 t.ha⁻¹ (s maximem 17,2 t.ha⁻¹ v roce 2004 ve variantě s 60 kg N na hektar).

Topinambur má, podobně jako čirok, vysoké ztráty fytomasy přes zimní období způsobené opadem a odrolem listů apod., které představují v průměru 46 %. Na rozdíl od čiroku mají stonky topinamburu sklizené na jaře nízký obsah vody (šestiletý průměr 19 % oproti 57 % na podzim) a jsou zpravidla použitelné pro okamžité spalování. Stonky topinamburu, na rozdíl od čiroku, přes zimní období tolik nepoléhají, ani se nelámou.

Nepotravinářské využití produkce

Pro fytomasy spalování je obecně výhodný nízký obsah N (tvoří se méně N_{ox}), nízký obsah S a Cl (snižuje se možnost koroze spalovacího zařízení) a nízký obsah K, Mg, Si apod. (vliv na teplotu tavení popele). Pro zjištění výtěžnosti energie z plochy a pro potřeby energetických bilancí byl stanoven energetický obsah nadzemní fytomasy topinamburu. Spalné teplo sušiny nadzemní fytomasy zjištěné u vzorků sklizených na podzim bylo v průměru $18,15 \text{ GJ.t}^{-1}$, vzorků sklizených na jaře $17,71 \text{ GJ.t}^{-1}$. Snížený energetický obsah fytomasy sklizené na jaře lze přičíst uložení části zásobních látek do hlíz před zimním obdobím, vyluhování energeticky bohatších látek a rozkladnému procesu, který způsobují houby a bakterie.

Spalné teplo sušiny hlíz topinamburu je $16,34 \text{ GJ.t}^{-1}$. Z hlíz topinamburu lze vyrábět také bioetanol. Před výrobou je nutná kyselá hydrolyza nebo enzymové zpracování (enzymem inulináza, který je v určitých vegetativních stádiích přítomen v hlízách) inulinu na jednoduché cukry, které jsou zkvasitelné kvasinkami. Při zpracování na bioetanol je možné využít stávající zařízení lihovarů. Běžná výtěžnost etanolu je $1500 - 3000 \text{ l.ha}^{-1}$. Některé evropské prameny udávají výtěžnost etanolu vyšší a to v rozmezí až $3000 - 6000 \text{ l.ha}^{-1}$.

2. OLEJNATÉ PLODINY

Olejninu poskytují suroviny pro potravinářský i chemický průmysl. Z důvodu redukce exploatace fosilních zdrojů nacházejí v posledních desetiletích také uplatnění ve fytoenergetice. Rostlinné oleje a jejich deriváty jsou obnovitelné, biologicky snadno odbouratelné zdroje, použitelné pro řadu technických aplikací.

Hlavní složkou olejů jsou triglyceridy mastných kyselin, které tvoří 95 – 98 % lipidů a nejvíce ovlivňují jejich vlastnosti. Dlouhé řetězce molekul mastných kyselin nabízejí svou rozdílnou délkou a zastoupením funkčních reaktivních skupin (nenasycené dvojně vazby, hydroxylové skupiny, oxíranové skupiny apod.) velký počet chemických přeměn.

Ve světě je získáván olej z přibližně 100 rostlinných druhů – jednoletých, víceletých i vytrvalých. Tyto druhy se odlišují různou intenzitou produkce oleje, kvalitou oleje – tj. zejména převažující mastnou kyselinou i odlišnou vhodností pěstování v různých agroekologických podmínkách. V podmínkách ČR se pěstují jako hlavní olejinu řepka olejná, slunečnice roční, len setý, hořčice, mák setý, světlíce barvířská a tykev olejná. Z olejin běžně pěstovaných ve střední Evropě má v současné době největší význam nepotravinářské využití řepky olejně.

K netradičním olejninám, které se dají pěstovat v našich podmínkách, a o kterých se dá uvažovat jako možném zdroji nacházejícím uplatnění v potravinářství nebo poskytující suroviny pro průmysl, olejníčka, lnička, krambe a další druhy. Tyto nově ověřované rostliny musejí splňovat určité požadavky oleochemického průmyslu, aby jejich zpracování bylo rentabilní. Jejich semena musí buď obsahovat dostatečné množství oleje, nebo musí mít zajímavé spektrum mastných kyselin, nebo vysoký obsah jedné mastné kyseliny, případně oleje a tuky s funkčními skupinami pro chemické aplikace apod.

2. 1 Olejníčka (*Lallemantia* sp.)

Druhy z rodu *Lallemantia* zahrnují druhy s velmi krátkou vegetační dobou, nenáročné na půdu. Ve střední Evropě se první pěstování olejničky datuje na konec 19. století, avšak intenzivní výzkum následoval až ve 40. až 50. letech 20. století. U nás byla olejnička pokusně ověřována například profesorem Fábrym v Uhříněvsi v letech 1954 – 1955. V současné době začíná pozvolná renesance této plodiny zvláště v SRN. Je to způsobeno zájmem chemického průmyslu o nové suroviny, splňující moderní požadavky tohoto průmyslu, které jsou navíc ekologicky vhodnější než současné synteticky vyráběné výrobky (často se hovoří o tzv. „green chemistry“).

Biologická charakteristika

Rod *Lallemantia* je přirozeně rozšířen převážně v mírných oblastech Asie. Zahrnuje jednoleté, dvouleté nebo vytrvalé lysé nebo bíle chlupaté byliny. Botanicky se řadí do čeledi hluchavkovité (*Lamiaceae*). Podle renomovaných taxonomických databází zahrnuje rod celkem 4 druhy.

V našich klimatických podmínkách je to jednoletá, silně se větvící bylina, vysoká průměrně až 60 cm. Kořen je mělký, křivý. Lodyha je čtyřhranná, uvnitř dutá, chlupatá a hustě olistěná. Lísty podlouhlé, celokrajové. Kvítky tvoří nepravý přeslen, ve kterém je po 4 – 8 kvítcích bílé, růžové nebo modré barvy. Plodem je tvrdka, rozpadající se na 4 podlouhlá tmavohnědá až fialově černá semena s charakteristickou bílou špičkou. Nejdříve dozrávají semena spodního patra a potom postupně další směrem k vrcholu rostlin.

Požadavky na půdně – klimatické podmínky

Olejnička se vyznačuje výrazně krátkou vegetační dobou, která podle klimatických podmínek kolísá od 65 do 140 dnů. Některé literární prameny, zvláště z teplejších oblastí, uvádí běžnou vegetační dobu 75 – 100 dní. V aktuálních polních pokusech realizovaných v

ČR kolísala délka vegetační doby (od zasetí do sklizně) od 104 dní do 142 dní, v průměru 120 dní.

Na teplo není olejnička náročná. Suma průměrných teplot vzduchu za vegetační období se pohybuje okolo 1700 °C. Studené a vlhké počasí během vegetace však značně prodlužuje vegetační dobu. Olejnička je odolná proti nízkým teplotám. Minimální teplota pro klíčení semene je 2 – 3 °C.

Olejnička nemá příliš vyhraněné nároky na půdu. Vyhovují jí i lehké, dobře provzdušněné půdy. Vysoké výnosy dává také na černozemích a dobře vyhnojených hlinitopísčitých půdách. Daří se jí i ve vlhkých půdách. Nemůže být pěstována ve stínu. Nedaří se jí na těžkých jílovitých půdách a na chudých půdách. Má zvýšené požadavky na čistotu pole, na zaplevelených polích značně trpí.

Agrotechnika olejničky

Olejnička nemá zvláštní nároky ani na předplodinu. Vhodnou předplodinou jsou obilniny, výbornou předplodinou jsou také pozdní okopaniny, které nechávají půdu kyrou a nezaplevelenou. Dobré výnosy dává po hrachu nebo luskvinoobilních směskách. Po olejničce mohou být pěstovány prakticky všechny plodiny. Díky časně sklizni (opouští pole převážně do poloviny srpna) je možno pěstovat i meziplodiny. Je dobrou předplodinou pro řepku olejku a pro ozimé i jarní obilniny.

Základní příprava půdy je závislá na předplodině. V případě obilní předplodiny je nezbytné podmínka strniště a její správné ošetření. Při větším výskytu vytrvalých plevelů je třeba ošetřit strniště některým z totálních herbicidů. Na strniště je vhodné aplikovat zásobní hnojení P a K podle úrodnosti půdy. Při podzimní střední orbě je vhodné hrubé urovnění povrchu půdy nejlépe pomocí drobnějšího zařízení za pluhem. Na jaře je nutno začít s přípravou půdy hned, jakmile to její stav dovolí. Půdu je nutno ošetřit lehkými bránami. Zde se projeví výhoda podzimního hrubého urovnění půdy, protože pro přípravu půdy k setí stačí minimum pracovních operací a půda je připravena rovnoměrně. Krátce před setím se připraví seťové lůžko na hloubku 3 – 4 cm nejlépe stroji s aktivními pracovními orgány (vířivé kypřiče). Touto operací se zničí také do jara vzešlé plevele. Při předseťové přípravě se aplikují dusíkatá minerální hnojiva.

Olejnička se seje současně s ranými jařinami od poloviny března. Pro zajištění jistoty tvorby a dozrání semen je třeba olejničku zasít nejpozději do poloviny dubna. Pozdější výsevy také snižují obsah oleje v semeni a snižují hmotnost tisíce semen (HTS). Vysévat je možno do úzkých i širších řádků, převažuje však setí do standardních obilních řádků (12,5 cm). Setí do

úzkých řádků napomáhá rychlejšímu ukončení vegetace, setí do širších řádků umožňuje mechanické ošetření. Norma výsevu je $15 - 20 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, což by mělo zajistit počet 300 až 350 rostlin na m^2 . Olejníčku lze sít běžnými secími stroji do hloubky 2 – 3 cm.

Olejníčka příznivě reaguje na hnojení minerálními hnojivy. Vzhledem ke krátké vegetační době postačí, je-li hnojena pouze před setím. Reaguje příznivě i na hnojení chlévským hnojem, aplikovaném nejlépe k předplodině. Dávky P, K, případně Mg je nutné upravit podle výsledků agrochemických rozborů půdy. Vzhledem ke krátké vegetační době stačí na lepších půdách předset'ové přihnojení N v dávce $20 - 40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Vyšší dávky N než 40 kg na lepších půdách již nezvyšují výnos semene. Na horších půdách lze použít hnojení N z ekonomického hlediska do výše $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

V polních pokusech realizovaných v ČR byla olejníčka, mimo velmi teplých a suchých let, napadena plísní šedou (*Botrytis cinerea* Pers.). Silnější výskyt plísně šedé byl zaznamenán zvláště v letech s déle trvajícím deštivým počasím v době od kvetení do sklizně. V současné době nejsou oficiálně povoleny žádné herbicidy použitelné při pěstování olejníčky. Doporučené prostředky na ochranu rostlin lze nalézt v metodice pěstování olejníčky, uvedené v doporučené literatuře. Olejníčka se sklízí, když semena většiny rostlin zfialoví ve dvou až třech spodních přeslenech na hlavní ose. V této etapě jsou semena z horních pater zbarvena hnědě, sláma je většinou ještě relativně zelená. Nedoporučuje se čekat na dozrání všech semen, protože při přezrání semena olejníčky intenzivně vypadávají, zvláště za vlhkého počasí. Proto je třeba sklízet za suchého počasí, čímž se také minimalizuje znečištění příměsemi (kalichy, ulámanými zbytky stonku apod.). Sklízí se standardní sklízecí mlátičkou zpravidla na začátku srpna. Výšku žací lišty je třeba nastavit co nejnižší z důvodu nasazení semen olejníčky, které začíná většinou jen cca 10 cm nad povrchem půdy. Seřízení mlátičky by mělo být podobné jako při sklizni jetele nebo kmínu. Semeno je třeba po sklizni dosušet na vlhkost 8 – 9 %.

V poloprovozních pokusech s olejníčkou iberskou bylo v různých podmínkách ČR dosaženo výnosů $0,8 - 2,3 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ semen, přepočteno na sušinu.

Nepotravinářské využití produkce

Olejníčka je pěstována hlavně pro produkci semen, která obsahují 23 – 38 % (v ČR 26,4 %) oleje zlatožluté barvy. Olej má značný podíl nenasycených mastných kyselin, vyznačuje se tak vysokým jodovým číslem a tím rychlou vysychavostí na vzduchu. Lze jej využít při výrobě laků a barev, ale také při výrobě linolea, tiskařských inkoustů, mýdla a jiných výrobků.

Z Rumunska je udáván obsah oleje v semenech olejnice iberské v rozmezí 26,9 až 28,3 % , v SRN mezi 28 až 37 %. Obsah mastných kyselin v oleji: palmitová 7,6 %, stearová 1,9 %, olejová 10,6 %, linolová 16,4 %, linolenová 62,4 %. Semena dále obsahují 21 – 28 % bílkovin, 15 – 22 % BNLV (bezdušíkatých látek výtažkových), 16 – 20 % vlákniny. Pokrutiny získané po vylisování semen lze zkrmovat. Stonky je možné spalovat (spalné teplo přepočtené na sušinu: semene 24,34 GJ.t⁻¹, slámy 17,97 GJ.t⁻¹).

2. 2 Lnička setá (*Camelina sativa* (L.) Crantz)

Lnička setá je velmi skromná plodina. Nemá velké nároky na stanoviště, hodí se téměř pro všechny výrobní oblasti. Je značně odolná proti chorobám a škůdcům, má velmi jednoduchou a nenáročnou agrotechniku. Patří ke starým kulturním rostlinám, které byly v celé Evropě v minulosti pěstovány na relativně velkých plochách. Na našem území jsou zaznamenány nálezy lničky drobnoplodé z keltských hradišť. Velkoplošné pěstování lničky se v ČR rozšířilo hlavně po druhé světové válce a to jako náhradní plodiny za zaoranou řepku olejnou. Např. v roce 1954 se lnička pěstovala na cca 7000 ha. Později byla lnička vytlačena nově zavedenými výnosnějšími a pro potravinářské využití kvalitnějšími olejninami. Větší osevní plochy lničky se udržely v Rusku a v Polsku.

Biologická charakteristika

Uváděno je několik míst původu lničky (jihovýchodní Evropa, přední Asie, severozápadní Afrika). Za základ kulturního druhu lničky seté je považována lnička drobnoplodá, která se vyskytovala jako plevelný druh v porostech lnu.

Lnička setá je jednoletá, ozimá i jarní bylina, patří do čeledi brukvovité (*Brassicaceae*), vysoká 60 – 120 cm s řídko hroznovitým květenstvím. Větvení je závislé na hustotě porostu. Při velmi řídkém porostu začínají jedinci větvit na spodu lodyhy, při hustém výsevu větví ve výšce 2/3 lodyhy. Kořen je silný, křivkový. Lodyhy přímé, bohatě větvené, zaobleně hranaté, řídko až hustě chlupaté. Dolní lodyžní listy jsou dlouze řapíkaté. Střední děložní listy jsou přisedlé, celokrajné, střelovité, vyšší listy přisedlé, úzce obkopynaté, s okrajem velmi mělce zvlněným. Všechny listy jsou na okraji hustě, na ploše čepelí řídko chlupaté.

Květenství je řídký hrozen, květy jsou na dlouhých, šikmo odstálých stopkách, kališní lístky podlouhlé, úzce bíle lemované. Drobná, oranžově žlutá až světle kávově hnědá semena s HTS 1,0 – 1,4 g jsou uložena v široce obvejcovitých až hruškovitých nepukavých šešulích ve dvou řadách. Druh je hmyzosubný (pyl přenášejí hlavně včely).

Rod *Camelina* zahrnuje pět druhů, z nichž jen *Camelina sativa* byla intenzivněji šlechtěna. U tohoto druhu se rozlišují čtyři poddruhy – microcarpa (maloplodá), pilosa (ozimá), sativa (setá, nejčastěji pěstovaná) a olentata (velkoplodá).

Požadavky na půdně – klimatické podmínky

Lničce nejlépe vyhovují chudší lehké, hlinité a hlinitopísčité půdy. Snáší i půdy skeletovité. Nedaří se jí na těžkých, kyselých a zamokřených stanovištích. Na velmi úrodných půdách někdy poléhá. Kromě počáteční potřeby vláhy je velmi odolná vůči suchu. V počátečních fázích růstu dobře snáší i nízké teploty (až -15 °C). Patří k nejranějším plodinám. Má krátkou vegetační dobu v průměru asi 3,5 měsíce. Dá se pěstovat jako hlavní plodina nebo meziplodina.

Agrotechnika lničky

Lničce se daří téměř po všech předplodinách, vyjma plodin z čeledi brukvovité. Nejlepší předplodinou jsou luskoviny a luskovinoobilní směsky. Dobrymi předplodinami jsou také cukrovka, brambory, kukuřice na siláž, mák. U každé předplodiny je třeba zohledňovat, jaké herbicidy byly použity při pěstování, protože lnička je citlivá na rezidua herbicidů. Špatně vzchází, pokud byly k předplodině použity herbicidy s dlouhou dobou působení. Pro ozimou formu lničky je základním požadavkem, aby předplodina umožnila včasný podzimní výsev. V minulosti se jarní lnička pěstovala po zaorané ozimé řepce. Lnička je dobrou předplodinou pro obilniny.

Základní příprava půdy závisí především na předplodině. U ozimých forem lničky je třeba, aby předplodina byla sklizena brzy, pro včasnou podmítku a střední orbu. Podmítku je třeba provést okamžitě po úklidu pozemku po předplodině do hloubky 10 cm. Na pozemcích, kde jsou vytrvalé plevele a kamení, je třeba použít podmítací pluhy, jinak lze volit talířové nebo radličkové kypřiče. Podmítku je vhodné ošetřit válením.

Před orbou se aplikují podle zásoby v půdě fosforečná a draselná minerální hnojiva. Těsně před orbou je pro jarní odrůdy možné také hnojit hnojem. Lepší variantou je však použití hnoje k předplodině. Orbu je třeba provést na hloubku 0,15 – 0,25 m. Příprava půdy před setím je obdobná jako pro všechny drobnosemenné plodiny. Kvalita předset'ové přípravy ovlivňuje úspěšnost a rovnoměrnost vzcházení. Předset'ová příprava se provádí zpravidla kombinátorem nebo, na podzim urovnaném povrchu, vláčením do hloubky 3 cm. Přípravu je třeba provést tak, aby nedošlo k tvorbě půdního škraloupu. U jarních forem lničky je třeba provést předset'ovou přípravu co nejdříve, jak to jen půdní podmínky dovolí.

Ozimé formy lničky se vysévají později než řepka olejná a to podle výrobních oblastí od začátku do konce září. Při raných výsevech v druhé polovině srpna hrozí při teplém a vlhkém podzimu a pozdním nástupu zimy přechod lničky z fáze listové růžice do fáze prodlužování lodyhy. To často vede k tomu, že během zimního období porost částečně nebo úplně vymrzá.

Jarní forma lničky vyžaduje pro dosažení vysokých výnosů semene co nejranější setí (konec března, začátek dubna). Seje se obvykle do obilních řádků s roztečí 12,5 cm. Norma výsevu je 9 – 12 kg.ha⁻¹ (max. 400 rostlin na m²). Hloubka setí 1 – 2 cm. Po zasetí je obvyklé válení rýhovanými válci, zejména v období sucha. Časový odstup pěstování lničky na stejném pozemku by měl být minimálně 4 roky.

Vzhledem k velmi krátké vegetační době postačí hnojení dusíkatými hnojivými před setím. Dávky dusíku ke lničce se pohybují v rozmezí 20 – 60 kg.ha⁻¹. Podle našich výsledků z polních pokusů lze konstatovat, že na úrodných půdách dochází již při dávkách N 80 kg.ha⁻¹ k poléhání lničky, zvláště u ozimých odrůd, jejichž rostliny jsou vyšší v porovnání s jarními odrůdami. Minerální fosforečná a draselná hnojiva se aplikují na podzim i k předplodině. Obvykle postačí dávky 30 – 40 kg.ha⁻¹ P a 40 – 60 kg.ha⁻¹ K.

Škůdci napadají lničku po celou vegetaci. Po zasetí to jsou dřepčící, krytonosec, osenice polní apod. Během vegetace škodí na stoncích krytonosec, generativní orgány napadají blýskáček, krytonosec, bejломorka. Při větším napadení lničky je třeba provést chemické ošetření přípravky, které se používají do řepky. Z chorob se na lničce nejvíce vyskytuje plíseň šedá, fomové černání stonku, padlí. I zde lze použít vhodné fungicidy, které se používají do porostů řepky. Lničku je třeba vysévat na nezaplevelené pozemky. Před setím je třeba používat vhodných agrotechnických opatření: podmítka, použití vhodných mechanismů na orbu a předset'ovou přípravu půdy. Ve většině případů je třeba proti plevelům v porostech lničky aplikovat herbicidy. V SRN doporučují do lničky herbicidy, které se používají do řepky.

Ve srovnání s ozimou řepkou je sklizeň u lničky méně problematická, protože lnička není náchylná k pukání šesulí a výdrolu. Tato její přednost dává možnost počkat se sklizní až dozrají všechna semena a jejich vlhkost dosáhne 8 %, která je potřebná k jejich skladování. Nebezpečí větších ztrát je pouze při déletrvajícím deštivém počasí těsně před sklizní, protože semena vylučují za vlhka sliz, což vede k jejich ztíženému čištění. Brzy zasetá lnička se sklízí před ozimou řepkou v plné zralosti. Později zaseté jarní formy lničky dozrávají přibližně ve stejné době jako řepka olejná.

Lnička se sklízí obilními sklízecími mlátičkami bez adaptéru nebo přídavného zařízení. V běžných výrobních podmínkách se výnosy semene lničky pohybují okolo 1,5 až 2,0 t.ha⁻¹. Z východní oblasti Rakouska jsou uváděny výnosy semene lničky i nad 2,8 t.ha⁻¹. V SRN činí průměrný výnos semene lničky 2,05 t.ha⁻¹. Slámu lničky lze zaorat nebo sklídit pro energetické účely (spalování). Slámu lze sklídit běžnými lisy na obilnou slámu.

Nepotravinářské využití produkce

Obsah oleje je v semenech lničky relativně vysoký (33 – 42 %). Obsah mastných kyselin v oleji lničky je uveden v Tabulce 4. Semeno lničky dále obsahuje v průměru 8 % vody, 23 % dusíkatých látek, 22 % bezdusíkatých výtažkových látek, 9 % vlákniny, 7 % popelovin. Semeno lze využívat v potravinářském průmyslu, v kosmetice (mýdla a další produkty), v chemickém průmyslu (výroba barev, laků, fermeží, bionafta).

Tabulka 4: Procentický obsah hlavních mastných kyselin ve lničkovém oleji

Palmitová	Stearová	Olejová	Linolová	Linolenov	Eikosenová	Eruková
4,5 – 6,0	2,0 – 3,0	9,0 – 24,0	12,1 – 19,1	33,0 – 38,0	12,0 – 18,0	2,2 – 4,5

Při ověřování kvalitativních parametrů metylesteru oleje vyrobeného ze semen lničky bylo konstatováno, že má obdobné vlastnosti jako metylester řepkový. Lze jej tedy přidávat do nafty jako biosložku, podobně jako MEŘO. Má pouze vyšší jodové číslo. Řešením může být směs lničkového oleje např. s řepkovým olejem.

Ze slámy lničky se dříve vyráběly kartáče a košťata. Slámu lze také spalovat (spalné teplo sušiny slámy je 18,84 GJ.t⁻¹, semene 26,36 GJ.t⁻¹) nebo z ní vyrábět buničinu.

2. 3 Krambe habešská, syn. katrán habešský (*Crambe abyssinica* Hochst.)

Krambe habešská je jednoletá plodina s krátkou vegetační dobou, středně náročná na půdu a živiny. Patří ke starým kulturním rostlinám. Jako olejnina zdomácnělo a bylo velkoplošně poprvé pěstováno ve 30. letech 20. století v dřívějším Sovětském svazu. Po druhé světové válce byly pěstitelské pokusy s krambe prováděny také v dalších zemích.

U nás první pokusy s krambe probíhaly v padesátých letech 20. století na pokusných pozemcích v Uhřetěvsi. Ve větším rozsahu byla tato plodina u nás ověřována v zemědělských podnicích v letech šedesátých. Nyní je např. pěstováno na Ukrajině a v evropské části Ruska, ale také v severní části kukuřičného pásu v USA a v Kanadě. Šlechtění je zaměřeno na

zvýšení výnosu semene, zvýšení obsahu oleje v semenech, zvýšení obsahu kyseliny erukové v oleji, zvýšení odolnosti vůči chorobám a snížení obsahu glukosinulátů v semenech.

Biologická charakteristika

Krambe habešská pochází z náhorních planin severovýchodní Etiopie. Nyní přirozeně roste v Etiopii, ve východní tropické Africe a středozápadní tropické Africe. Podle taxonomických databází zahrnuje rod krambe celkem 35 druhů. Z těchto druhů má jako olejnina určitý hospodářský význam krambe habešská a jako zelenina krambe přímořské (*Crambe maritima* L.).

Krambe je asi 40 – 140 cm vysoká bylina z čeledi brukvovité (*Brassicaceae*). Kořen je kulovitý, do půdy proniká mělce, má velmi mnoho postranních jemných kořenů, které se rozbíhají daleko do stran. Rostlina je vzpřímená, poměrně mohutná, silně se větví. Plody jsou kulaté jednosemenné šešule s krátkou stopkou. Plod je dvoudílný. Dolní, krátká část široká asi 1 mm zůstává sterilní, horní se vyvíjí v kulovitou jednosemennou šešuli, velkou asi 3 – 3,5 mm v průměru. Semena jsou drobná, kulovitá, žlutá, olivově zelená až světle hnědá s HTS od 4 do 12 g.

Požadavky na půdně – klimatické podmínky

Krambe není extenzivní plodinou a vysoké výnosy semene poskytuje pouze při pěstování na úrodných, vláhou dobře zásobených, nezaplevelených pozemcích s poměrně intenzivním N hnojením. Klimaticky je vhodnou jarní olejninou pro teplejší oblasti ČR. Původně rostlo divoce na vápenitých a kamenitých svazích. Proto má nejraději půdy s neutrálním pH. Nejvhodnější jsou pro krambe lehké a středně těžké půdy. Nevhodné jsou těžké půdy náchylné k vytváření škraloupu, suché písčité nebo naopak zamokřené půdy a také půdy zasolené. Krambe je dosti odolné proti suchu, přesto dává největší výnosy ve vlhčích oblastech. Největší nároky na vodu má v době květu, naopak v době dozrávání jsou vhodné sušší podmínky.

Agrotechnika krambe

Vhodnou předplodinou jsou chlévským hnojem hnojené okopaniny, luskoviny, luskovinoobilní směsky. Na úrodných strukturních půdách lze krambe pěstovat i po obilninách a kukuřici. Nevhodnými předplodinami jsou všechny brukvovité druhy.

Bezprostředně po úklidu slámy předplodiny je vhodná podmínka do hloubky 0,1 m. Na pozemcích, kde jsou vytrvalé plevele, je třeba použít podmítací pluhy, jinak lze volit talířové

nebo radličkové kypřiče. Podmítku je vhodné ošetřit válením. Před podmítkou nebo na podmítku se aplikují P, K minerální hnojiva. Podzimní orba by měla být provedena podle předplodiny, hloubky půdního profilu a fyzikálních vlastností půdy nebo potřeby zaorání organických zbytků do hloubky 0,20 až 0,25 m (po kukuřici hlouběji – až 0,30 m).

Jarní zpracování půdy by mělo začínat ihned po oschnutí půdního povrchu. Na urovnaný povrch lze aplikovat dusíkatá minerální hnojiva. Krátce před setím se připravuje osivové lůžko na hloubku 3 – 4 cm nejlépe stroji s aktivními pracovními orgány. Touto operací se také zničí vzešlé plevely. Včasné a dobře provedené jarní zpracování půdy umožní dosáhnout jednotného a rovnoměrného vzcházení rostlin a jejich rychlého růstu v prvních fázích. To vede k zvýšení konkurenční schopnosti rostlin proti plevelům a dobré vyrovnanosti porostu.

Krambe se seje až po jarních obilninách, kdy průměrné denní teploty dosahují cca 8 – 9 °C (druhá polovina dubna), protože ve studené půdě semena klíčí pomaleji a růst bývá pomalý. Teplotní vegetační konstanta se u krambe pohybuje kolem 1500 – 1600 °C. K významnému snížení výnosů zrna i obsahu oleje dochází při pozdějších výsevích koncem května nebo později. Je třeba stanovit a zohlednit při setí klíčivost osiva, protože krambe je citlivé na způsob sklizně a nevhodné skladování semene.

Norma výsevu se řídí podle klíčivosti a činí 20 – 30 kg.ha⁻¹. Porosty se zakládají do řádků 0,15 m, většinou 0,20 – 0,30 m širokých. Hloubka setí je 2 – 3 cm. Doporučené dávky živin pro krambe jsou 60 – 90 kg.ha⁻¹ N, 30 – 40 kg.ha⁻¹ P, 60 – 100 kg.ha⁻¹ K a také je vhodné přihnojení 15 – 25 kg.ha⁻¹ Mg. Pokud je v půdě malá zásoba síry, doporučuje se přihnojení v dávce 20 – 30 kg.ha⁻¹. Poloviční dávka N se aplikuje před setím. Druhou polovinu je možno použít na list v době prvního páru pravých listů.

V současné době nejsou u nás oficiálně povoleny žádné prostředky na ochranu rostlin do krambe. V literatuře se doporučují přípravky, které jsou povolené do ostatních jarních brukvovitých. Fungicidní ochranu je třeba zpravidla realizovat proti plísni šedé, hlízence obecné a alternariové skvrnitosti. K nejnebezpečnějším škůdcům krambe patří blýskáček řepkový. Dospělci ožirají květní poupata, která následně předčasně opadávají. Ze škůdců krambe dále napadají v raných fázích růstu dřepčící, kteří poškozují okusem mladé listy. Na šešulích krambe může škodit krytonosec šešulový, krytonosec čtyřzubý, krytonosec zelný, bejlmorka kapustová a pilatka řepková. Krambe je při vzcházení citlivé na některá rezidua herbicidů, proto není vhodné ho pěstovat na pozemcích, kde byly k předplodině aplikovány herbicidy s dlouhodobou působností.

Krambe se sklízí ve fázi, kdy listy žloutnou a opadávají a šešule a horní větve získávají barvu slámy. Pokud je porost při zrání nevyrovnaný, sklízí se v době, kdy semena z některých zralejších rostlin začínají opadávat. Při nerovnoměrném dozrávání, ale hlavně při větším zaplevelení porostu, je nutno použít desikant. Sklizňové ztráty se sníží při sklizni za vysoké vzdušné vlhkosti. Krambe se sklízí běžnými sklízecími mlátičkami. Slámu lze sklídit běžnými lisami používanými při sklizni obilnin.

Sklizená semena, zvláště při výskytu zbytků zelených částí plevelů, je třeba čistit. Po sklizni je třeba dosušet semeno pod 10 % nebo lépe 8 % vlhkosti studeným nebo ohřátým vzduchem. Při vyšší vlhkosti je při skladování ohrožena klíčivost osiva.

V našich polních pokusech s krambe bylo na území ČR v průměru dosaženo výnosů semene přepočtených na sušinu od 0,84 t.ha⁻¹ na pozemcích nehnojených dusíkem až do 2,47 t.ha⁻¹ na variantách hnojených 80 kg.ha⁻¹ N. V průměru za všechna stanoviště bylo v dlouhodobém pokusu dosaženo výnosu okolo 1,45 t.ha⁻¹ semene. Výnosy semene jsou podobné výnosům z USA (1,4 t.ha⁻¹), kde se krambe pěstuje na ploše několika tisíc hektarů.

Nepotravinářské využití produkce

Olej (složení uvedeno v Tabulce 5), deriváty z oleje nebo deriváty kyseliny erukové se používají převážně k technickým účelům. Produkty ze semen se využívají v automobilovém průmyslu (vosky), farmaceutickém průmyslu, kosmetice, obuvnickém průmyslu. Slouží při výrobě barev, nátěrů, vysokoteplotních hydraulických kapalin, dielektrických kapalin, flotačních činitelů, inhibitorů koroze, lepidel.

Slámu (stonky) lze využít v energetickém průmyslu. Spalné teplo sušiny slámy krambe je v průměru 17,52 GJ.t⁻¹, semene 24,68 GJ.t⁻¹.

Tabulka 5: Procentický obsah hlavních mastných kyselin v oleji krambe

Palmitová	Stearová	Olejová	Linolová	Linolenová	Eruková
1,6 – 9,7	0,5 – 1,0	16,7 – 18,7	6,9 – 12,7	4,0 – 6,9	47,4 – 58,6

2. 4 Světlice barviřská, syn. saflor (*Carthamus tinctorius* L.)

Saflor je rostlina s dlouhou vegetační dobou, značně spořící s vláhou, středními nároky na půdu a minimální potřebou pesticidů, s vysokým podílem nenasycených mastných kyselin v semeni. Ve světě je saflor pěstován na ploše asi 1,3 mil. ha s průměrným výnosem nažek kolem 0,8 t.ha⁻¹. Největší producent safloru ve světě je Indie (podle FAO 710 tis. ha), USA (87 tis. ha, při průměrném výnosu nažek 1,79 t.ha⁻¹), Čína (35 tis. ha). Největšími producenty

v Evropě jsou Španělsko a Portugalsko. V ČR se saflor dříve pěstoval na relativně velkých plochách. Později bylo od jeho pěstování ustoupeno. Důvodem ústupu od pěstování safloru (ale i dalších „malých“ olejnin) byl nezáměr monopolního tukového průmyslu. V současné době se saflor u nás pěstuje převážně na jižní Moravě na ploše cca 1500 ha.

Biologická charakteristika

Saflor pochází ze stepních nebo polostepních oblastí jihu Egejské oblasti a zemí Blízkého východu, Afganistánu nebo Egypta. Patří do čeledi hvězdnicovitých (*Asteraceae*). Rod má 13 druhů a nižší taxony. Větší praktický význam ze všech 13 druhů má jen *Carthamus tinctorius*. Je to jednoletá bylina s pevnou až přes 1 m vysokou lodyhou, listy podlouhle kopinatými nebo zakončenými ostny. Křulovitý kořen zakořeňuje dosti hluboko, takže může získávat vodu z hlubších vrstev půdy (až 3,5 m). Rostlina habitem připomíná bodlák. Kvítky jsou drobné mají trubkovitý tvar, barvy bílé, žluté nebo oranžově červené tvořící květenství úbor. Úborů je na rostlině 15 – 60, v průměru velikých 1,5 až 3 cm. Úbor nejdříve rozkvétá na vrcholových větvích a postupně rozkvétají i vedlejší větve. Doba kvetení je dlouhá 3 – 4 týdny. Plodem je bílá nažka s tvrdým osemením a s HTS 25 – 70 g. Saflor je cizosprašný, hmyzosnubný.

Požadavky na půdně – klimatické podmínky

Saflor snáší dobře sucho i mrazíky. Je odolný vůči jarním mrazíkům až do -6 °C. Klíčí při 5 – 6 °C. Na půdu není příliš náročný. Lze jej pěstovat na celé plejádě nejrůznějších půdních typů při rozpětí pH od 5,0 do 8,0. Upřednostňuje však půdy hluboké a výživné s neutrální půdní reakcí. Safloru svědčí i suché a vápenité půdy. Nesvědčí mu půdy kyselé a zamokřené.

Délka vegetační doby je závislá na povětrnostních podmínkách, podmínkách pěstování a odrůdě. Od vzejití do sklizně trvá 100 – 170 dní. Saflor lze pěstovat v oblastech teplých a suchých, kde se nedaří slunečnici. Vhodnou výrobní oblastí je kukuřičná s nadmořskou výškou do 250 m, ročními srážkami okolo 500 mm a průměrnou roční teplotou 9 – 10 °C a dále řepařská výrobní oblast s nadmořskou výškou 300 až 350 m, s průměrnou roční teplotou 8 – 9 °C a úhrnem ročních srážek kolem 550 mm. Jestliže se po odkvětu střídají deště s parným sluncem, mohou se zaparřit květní lůžka, což má v kombinaci s napadením houbovými patogeny za následek, že vyvinutá semena úplně vyschnou.

Agrotechnika safloru

Saflor pěstovaný na semeno se v rámci střídání plodin obvykle zařazuje mezi dvě obilniny. Dobrou předplodinou je také kukuřice na zrno nebo na siláž. Méně vhodnými předplodinami je většina druhů zeleniny, řepka, cukrovka, vojtěška. Dozrává dosti pozdě, proto není vhodnou předplodinou pro ozimé obilniny. Ve větším měřítku se proto používá jako předplodina pro jarní obilniny.

Jako meziplodinu lze saflor pěstovat v sušších oblastech na zelenou píci nebo zelené hnojení. I při pozdějším výsevu (po sklizni obilnin) má značně rychlý nárůst hmoty. Z hlediska chutnosti je jako krmivo srovnáván s dobrým lučním senem.

Půda se připravuje obdobně jako k jarním obilninám nebo ke slunečnici. Při zpracování půdy je nutné dbát na hospodaření s vláhou. Na podzim se podle předplodiny provádí podmítka s případným ošetřením. Podzimní přípravu půdy lze spojit se zapravením zásobní dávky P a K hnojiv. K podmítce po obilnině lze použít lehké talířové podmítače. Po sklizni kukuřice je vhodné rozrušit její posklizňové zbytky těžkými talířovými branami, přičemž se doporučuje, aby traktor pojížděl v úhlu 45° k původním řádkům. Podzimní orba by měla být podle předplodiny, hloubky půdního profilu a fyzikálních vlastností půdy nebo potřeby zaorání organických zbytků do hloubky 0,2 až 0,25 m (po kukuřici hlouběji – až 0,3 m). Jarní zpracování půdy by mělo ihned po oschnutí půdního povrchu. Na urovnaný povrch lze dodat a zapravit předseťovou dávku minerálních hnojiv např. radličkovým kypřičem, který současně upraví seťové lůžko.

Termín setí závisí na podmínkách konkrétní lokality a momentálním průběhu počasí v období od poloviny března do poloviny dubna. Včasné setí se doporučuje hlavně kvůli využití půdní vláhy po zimě. V teplejších a sušších polohách se doporučuje výsev v březnu, ve studenějších a vlhčích polohách do začátku dubna. Norma výsevu je podle odrůdy, klíčivosti apod. 18 – 30 kg.ha⁻¹ (40 – 50 rostlin na m² u lehkých půd do 70 rostlin na m²) do hloubky 2 – 4 cm. Meziřádková vzdálenost je při chemické ochraně proti plevelům nejčastěji 25 cm nebo větší (30 – 40 cm) při mechanické ochraně plečkováním. Při setí nebo ihned po setí je možno aplikovat preemergentní herbicidy. Při výsevu do širokých řádků je možno plečkovat po vzejití a během raných stádií vegetace (širších výsevů se používalo hlavně v minulosti).

Jako meziplodinu lze světlici barvířskou pěstovat na zelenou píci nebo zelené hnojení s termínem setí od dubna do konce srpna, výsevkem 30 kg.ha⁻¹, řádkové rozteči 10 – 12,5 cm. Doporučované průměrné dávky minerálních hnojiv se pohybují, v závislosti na úrodnosti půdy a předplodině, v rozmezí 40 – 70 kg.ha⁻¹ N, 18 – 27 kg.ha⁻¹ P a 50 – 83 kg.ha⁻¹ K. Při podzimním zpracování půdy je třeba zapravit do půdy současně draselná a fosforečná hnojiva,

aby byly na jaře k dispozici ve formě přístupné mladým rostlinám. Organické hnojení ve formě chlévského hnoje je možné, ale vhodnější je organicky hnojit již k předplodině.

Dobře zapojený porost je schopen potlačit plevel, protože rostliny mají brzy husté olistění. Škůdci je saflor u nás málo poškozován, což se z části připisuje malému rozsahu pěstování. Z patogenů má značný význam za vlhkých podmínek výskyt některých houbových chorob (plíseň šedá, plíseň bělostná) a houby rodu *Colletotrichum*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Puccinia*.

Nažky se sklízí sklízecí mlátičkou bez desikace v plné zralosti (vlhkost pod 15 %), kdy jsou tvrdé a lesklé, což je koncem srpna nebo spíše v první polovině září. Nažky za plné zralosti při sklizni nevypadávají vzhledem k hustému sevření vnitřních lístků zákrovu. Dosahované výnosy nažek se v našich podmínkách pohybují okolo 1,1 t.ha⁻¹, při vyšší pěstelské intenzitě 2,4 – 2,5 t.ha⁻¹. Výnosy slámy dosahují 3,0 – 7,2 t.ha⁻¹ (přepočteno na sušinu).

Nepotravinářské využití produkce

Nažky obsahují v průměru 24 % oleje. Při průměrném výnosu nažek 2,3 t.ha⁻¹ a olejnatosti 24 % lze teoreticky z 1 hektaru získat 0,55 t oleje. Ten je, vzhledem k velmi vysokému obsahu kyseliny linolové (až okolo 80 % - Tabulka 6) využíván spíše k potravinářským účelům. Olej však lze využít i na výrobu fermeží, laků, barev, tiskařské černi, mýdla, alkydových pryskyřice, linolea, napouštěných pláten, kosmetických přípravků apod.

Tabulka 6: Procentický obsah hlavních mastných kyselin v oleji safloru (možný rozsah)

Palmitová	Stearová	Olejová	Linolová	Linolenová	Eruková
4,1 – 7,5	0,9 – 9,5	7,1 – 79,0	8,7 – 80,5	0,1	<0,2

Úbory se dříve používaly k barvení látek, přibarvování vín, k barvení potravin, jako nepravý šafrán. Hlavním pigmentem květů je kartamin. Oranžově červené květy obsahují kromě kartaminu i kartamon.

Ze slámy lze vyrábět kvalitní buničinu nebo ji lze využít ke spalování (spalné teplo sušiny slámy 17,78 GJ.t⁻¹, semene 24,93 GJ.t⁻¹).

V sušších oblastech je možno saflor použít jako zelenou píci (bezosté formy) nebo jako zelené hnojení s výsevkem 20 – 30 kg.ha⁻¹. Může se přidávat i do siláží. Některé odrůdy s výrazně barevnými okvětními lístky nacházejí uplatnění také v okrasném zahradnictví, kde

slouží jako komponenta suchých dekoračních vazeb. K sušení se saflor sklízí nejlépe krátce po odkvětu terminálního úboru, kdy začínají nakvétat úbory postranní.

2.5 Len setý (*Linum usitatissimum* L.)

Len setý je poměrně nenáročná plodina dlouhého dne (za krátkého dne vytváří stonek a teprve za dlouhého dne kvete a dozrává). Ve světové produkci převažuje pěstování olejné formy lnu, které se pěstuje kolem 75 % ploch. Podíl přadného lnu tvoří asi 25 % ploch. Nejvíce olejného lnu se pěstuje v Kanadě a Argentině, dále v Evropě ve Francii, Anglii a Maďarsku. V ČR se započalo s pěstováním lnu olejného v roce až 1988, kdežto přadná forma lnu je v ČR tradičně pěstovanou plodinou. Rozsahem pěstování se len řadí k maloobjemovým technickým plodinám. Hlavním produktem olejného lnu je semeno, které obsahuje až 44 % oleje.

Biologická charakteristika

Len pochází pravděpodobně z Jihovýchodní Asie. Je řazen do čeledi Inovité (*Linaceae*). Z hospodářského hlediska se len rozděluje na dva typy – len přadný a len olejný. Existuje i přechodná forma len olejopřadný. Len je jednoletá samosprašná bylina vysoká 60 – 85 cm. Ve srovnání s přadným lnem je u olejného lnu stonek silný a kratší, s bohatě větveným květenstvím. Kořen je kulový, listy jsou kopinaté přisedlé a spirálovitě rozmístěné na stonku. Květ je pětičetný, převážně samosprašný. Plodem je pětipouzdrá tobolka. Semena jsou leskle hnědá s HTS od 4 do 9 g.

Požadavky na půdně – klimatické podmínky

S ohledem na to, že se v posledních letech u nás přadný len v podstatě nepěstuje, bude dále akcentována technologie pro len olejný. Olejný len je vhodné pěstovat převážně v teplejších a sušších oblastech s nadmořskou výškou do 480 m s nižšími srážkami v druhé polovině vegetace.

Pro pěstování lnu olejného jsou vhodné půdy lehké a propustné, písčitohlinité, slabě kyselé až neutrální s pH 5,3 – 7. Nevhodné pro pěstování jsou vysychavé a štěrkovité půdy, půdy těžké s vysokou hladinou spodní vody. Len dává nejvyšší výnosy semene v oblastech s ročními atmosférickými srážkami 500 – 700 mm (z toho 100 mm v květnu až červnu), čemuž v našich podmínkách odpovídají okrajové oblasti řepařské a spíše bramborářská výrobní oblast. Největší nároky na vodu má len v prvních obdobích růstu (tj. až do nasazení poupat a do květu). Po odkvětu nadbytek vláhy škodí, neboť se prodlužuje doba zrání, po silných deštích snadno poléhá.

Agrotechnika lnu olejného

Vhodnou předplodinou je jetelotravní směska, dále ozimé obilniny, brambory. Méně vhodné nebo nevhodné předplodiny jsou jetele, jarní obilniny, rozorané louky, ozimá řepka (možný výskyt fusariózy), žito (napadení plísní sněžnou), kukuřice. Po sobě se může len pěstovat za 6 až 7 let. Vegetační doba se pohybuje kolem 150 – 170 dní.

V rámci přípravy půdy následuje po obilninách podmítka (do 10 cm), uvláčení pozemku (vzejití plevelů) a podzimní orba (jen tak hluboko, aby se nevyorala spodina). Při předseťové přípravě je nutné věnovat pozornost dokonalému urovnání pozemku (např. kombinátorem).

V oblastech do 300 m se olejný len vysévá od druhé poloviny března. Ve středních a vyšších polohách se termín setí postupně posouvá až do začátku druhé poloviny dubna. Hloubka setí je 2 – 3 cm. Meziřádková vzdálenost je nejčastěji od 105 do 125 mm, širší řádky nejsou vhodné. Norma výsevu osiva (při HTS okolo 6 g.) je 60 – 75 kg.ha⁻¹ (600 rostlin na m²).

Len olejný má relativně nízké nároky na hnojení oproti ostatním plodinám v ČR pěstovaným. Len olejný odebere do konce zelené zralosti podle výnosu celkové hmoty (semen a stonky) z jednoho hektaru 80 – 105 kg N, 43 – 50 P₂O₅, 90 – 110 K₂O. V porovnání s přadným lnem se doporučuje zvýšení dávky N a K. P a K hnojiva se doporučují aplikovat na podzim na strniště nebo podmítku. Většinou postačuje dávka N 30 – 40 kg.ha⁻¹ před setím. Hnojení lnu olejného během vegetace se nedoporučuje. Nedoporučuje se hnojení hnojem přímo ke lnu a také vápnění.

V intenzivních systémech hospodaření je standardně používáno mořené osivo. Není-li osivo mořeno, doporučuje se sít brzy (brzy vyseté rostliny mají tvrdá pletiva, pro dřepčíky nedostupná) nebo po vzejití lnu aplikovat insekticidy.

Pro usnadnění sklizně je možno porost desikovat. Sklízí se přímo sklízecími mlátičkami 7 – 10 dní po desikaci. Při pozdní sklizni dochází ke ztrátám semene vypadáváním. Sklizené semeno je nejlépe ihned přecistit a dosušet aktivní ventilací na roštech. Průměrné výnosy semene u lnu olejného v ČR kolísají okolo 2 – 2,5 t.ha⁻¹, u lnu přadného okolo 1 – 1,5 t.ha⁻¹.

Nepotravinářské využití produkce

Semeno lze využít v chemickém průmyslu (mýdla, laky, barvy, fermeže, linoleum, folie, těsnící hmoty, tmely, změkčovadla, alkydové pryskyřice, tiskařské barvy), farmaceutickém průmyslu nebo v kosmetice. Obsah oleje v semenech kolísá podle odrůd od

30 do 47 %. Z mastných kyselin převažuje kyselina linolenová (35 – 66 %), kyselina olejová (14 – 38 %) a kyselina linolová (7 – 19 %). Tzv. linola typ odrůd má změněný obsah hlavních mastných kyselin (kyselina linolenová do 3 %, kyselina linolová cca 74 %).

Stonky je možno spalovat (spalné teplo sušiny semene 25,86 GJ.t⁻¹, sušiny slámy 18,29 GJ.t⁻¹). Lze z nich také získávat podřadné vlákno (koudel), použitelné ve stavebním průmyslu – cementovláknité desky, příprava suché omítky pro strojní omítání, střešní krytina, lehké těsnicí desky, třískové desky, duté cihly apod., v papírenském průmyslu (výroba buničiny, papír odolný vůči trhání – bankovky), v automobilovém průmyslu (náhrada plastů) atd.

3. SPECIÁLNÍ ROSTLINY POSKYTUJÍCÍ SUROVINU PRO SPALOVÁNÍ NEBO VÝROBU BIOPLYNU

Pro energetické využití se používá fytomasa “odpadní” nebo fytomasa záměrně pěstovaná k tomuto účelu. Pro účely termického energetického využití (spalování) se ve světě ověřuje několik desítek jednoletých, víceletých nebo vytrvalých druhů. Pro naše podmínky je z tohoto širokého spektra nutné vybírat jen druhy agroekologicky vhodné. Dále je při selekci třeba zohledňovat dosahované výnosy fytomasy, ekonomické ukazatele pěstování, zpracování a realizace a v neposlední řadě možnosti pěstování a sklizně běžnou zemědělskou mechanizací.

Ověřované alternativní energetické plodiny jsou kulturní i nově využívané druhy (v tomto kontextu se místo plodin hovoří u neprošlechtěných druhů spíše o rostlinách), které nahrazují, rozšiřují a doplňují stávající sortiment plodin.

Nejjednodušší je využívat stávající zdroje fytomasy jako jsou odpady z lesní těžby, rostlinné zbytky ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny, nebo slámu některých zemědělských plodin. Sláma zemědělských kulturních plodin, zejména obilnin a řepky, může tvořit významný zdroj fytomasy pro energetické účely.

Vedle uvedených zdrojů, se po roce 2000 začaly v ČR cíleně pěstovat rostliny za účelem produkce fytomasy pro energetické využití, tzv. plantáže energetických rostlin. Jsou to jak rychle rostoucí dřeviny nebo také jednoleté, víceleté či vytrvalé byliny a travní druhy, splňující požadavky na energetické rostliny (Tabulka 7). Tyto druhy poskytují tzv. biopaliva II. generace.

Tabulka 7: Tradiční a méně známé druhy potenciálně energeticky využitelné a jejich přibližná produkce fytomasy

Výnos nadzemní hmoty (t.ha⁻¹ při 85% sušině) jednoletých a dvouletých druhů	
Laskavec	7
Konopí seté	8
Světlice barvířská – saflor	5
Slézy	5
Komonice bílá (jednoletá a dvouletá)	5
Pupalka dvouletá	5
Hořčice sarepská	5
Čirok	9
Ředkev olejná	5
Boryt barvířský	6
Výnos nadzemní hmoty (t.ha⁻¹ při 85% sušině) víceletých a vytrvalých druhů	
Mužák prorostlý	9
Jestřabina východní	6
Čičorka pestrá	5
Šťovík krmný	7
Sléz vytrvalý	6
Oman pravý	6
Bělotrn kulatohlavý	6
Topinambur	6
Výnos nadzemní hmoty (t.ha⁻¹ při 85% sušině) energetických trav	
Sveřep bezbranný	7
Sveřep horský (samužníkovitý)	5
Psineček veliký	5
Lesknice (chrastice) rákosovitá	5
Kostrava rákosovitá	7
Ovsík vyvýšený	5
Srha laločnatá	7
Třtina rákosovitá	10
Třtina křovištní	10
Proso vytrvalé	7
Ozdobnice čínská (sloní tráva)	15
Výnos slámy / celkové nadzemní hmoty (t.ha⁻¹ při 85% sušině) běžných plodin	
Řepka ozimá	3,6 / 5,6
Tritikale ozimé	3,9 / 8,2
Žito	3,3 / 6,8
Pšenice ozimá	3,8 / 8,5
Pšenice jarní	3,2 / 7,2
Ječmen ozimý	4,5 / 9,0
Ječmen jarní	2,3 / 6,1
Oves	4,5 / 8,0
Kukuřice na zrno	6,0 / 11,3
Slunečnice roční	5,0 / 7,0
Hořčice bílá	2,5 / 3,5
Len olejný	1,7 / 2,9

Zdroj: ČSÚ, MZe, VÚRV Praha

Obecně platí, že ekonomicky a energeticky efektivnější je pěstování plodin (rostlin) víceletých a vytrvalých než jednoletých. Pěstováním vytrvalých energetických druhů lze efektivně snížit celkové náklady na produkci jednotky biomasy a zásadně zvýšit poměr výstupu energie ke vstupu neboli "output : input" (podle některých zdrojů 4 až 10 ×).

Je to dáno tím, že nejvyšší náklady na pěstování (nejen) energetických druhů jsou v prvním roce – tj. při založení plantáže (tyto náklady mohou být dokonce mnohem vyšší než u tradičních plodin). V následujících letech celkové náklady na pěstování vytrvalých druhů prudce klesají, neboť odpadají náklady na zpracování půdy a setí, snižují se náklady na hnojení a chemickou ochranu apod.

Pro fytoenergetickou, stejně jako pro zemědělskou praxi obecněji, jsou významná především ekonomická kritéria. Vytrvalé druhy, v porovnání s pěstováním jednoletých, přinášejí zejména úspory práce a energie. Oproti tomu, jednoleté druhy je však možné každoročně zařadit do rotace plodin. Vytrvalé rostliny poskytují během vegetace nebo přes zimní období, pokud jsou až sklizeny na jaře, refugium velkým i malým obratlovcům a bezobratlým živočichům (včetně přirozených antagonistů škůdců). Pozitivní je i protierozní a estetický efekt víceletých druhů. Z introdukovaných rostlinných druhů je však třeba vybírat ty, které nemají invazivní charakter, aby nedošlo k ohrožení biodiverzity prostředí.

3. 1 Jednoleté druhy

3. 1. 1 Konopí seté (*Cannabis sativa* L.)

Konopí seté není ve světě ani v našich podmínkách novou plodinou. Od nejstarších dob se pěstovalo pro získání pevného a trvanlivého vlákna a semene. Z archeologického výzkumu na našem území je doloženo, že konopí bylo používáno již Kelty ve 4 století před naším letopočtem. Konopí se pěstovalo a využívalo ve světě bez omezení až do třicátých let 20. století. Zákaz pěstování konopí poprvé prosadila průmyslová lobby v USA, kdy byl v roce 1937 prosazen zákon, který změnil status konopí na plodinu zakázanou. Postupně potom zakazovaly pěstování konopí další země.

V současné době, díky farmaceutickému využití konopí, roste jeho význam ve většině zemí, kde bylo jeho pěstování dříve zakázáno. I když s určitými omezeními, je možno nyní pěstovat konopí pro technické účely ve většině zemí EU. K tomu jsou povoleny odrůdy, které splňují podmínku, že mají obsah THC (tetrahydrokanabinol) v jakékoli části rostliny pod 0,3 % (v některých zemích pod 0,2 %). Paralelně s tím je v některých zemích EU pěstováno i konopí pro farmaceutické účely s obsahem THC i nad 15 %.

V celosvětovém měřítku je současná produkce konopí relativně bezvýznamná. Celosvětová výměra konopí dosahuje řádově stovky tisíc ha, v Evropě se pěstuje především ve Francii. V USA je pěstování, bez ohledu na využití, přísně zakázáno.

V bývalém Československu bylo konopí pěstováno na větších plochách než v současné době. Např. v roce 1921 bylo konopí pěstováno na ploše přes 12 tisíc hektarů. Jeho plocha se v následujících letech zmenšovala, a například v roce 1979 dosahovala 2172 ha. Nyní se konopí v ČR pěstuje na ploše několika málo set hektarů.

Biologická charakteristika

Konopí pochází původně ze Střední Asie. Je to rostlina relativně náročná na vodu, půdu i agrotechniku, odolná vůči chorobám a škůdcům. Konopí je jednoletá dvoudomá nebo jednodomá rostlina z čeledi konopovité (*Cannabaceae*). Je-li odrůda dvoudomá, samčí rostliny jsou vyšší a štíhlejší, mají světlejší listy a šedozelený vrchol. Dozrávají o 4 – 6 týdnů dříve než samičí rostliny. Samičí rostliny bývají silnější, více olistěné a tmavší. Jednodomé konopí (současné odrůdy) má na jedné rostlině květy s odděleným pohlavím, samčí seskupené do lat, samičí jako hrozny ve vrcholové části rostliny.

Konopí má křovitý kořen sahající do hloubky 30 – 40 cm, na hlubokých půdách až do 2 metrů. Ve srovnání s jinými rostlinami má konopí v poměru k nadzemní části slabě vyvinutý kořenový systém. Proto je dosti náročné na vodu a živiny.

Stonek je přímý, dorůstá průměrně kolem 2 m výšky (ale i 4 m). V prvních fázích růstu je měkký, dužnatý, později odspodu dřevnatí. Obsahuje 13,5 – 19,5 % vláknů. Svou stavbou připomíná stonek lnu. Lýkové svazky u konopí nejsou uloženy v izolovaných skupinách jako u lnu, ale v téměř nepřetržitém kruhu. Mimo to, se současně s primárním kruhem lýkových svazků ve spodní části stonku tvoří i sekundární a někdy i terciální kruhy lýkových svazků. Stonek se v hustých porostech téměř nevětví. V řídkých porostech vytváří větve, někdy již v dolní polovině stonku. Listy jsou střídavé, dlanité, tři až třináctičetné. Plodem je vejčitá jednosemenná nažka s HTS od 8 do 26 g (v průměru 20 g). Semena brzy ztrácí klíčivost (třetím rokem o 30 – 40 %). Konopí je cizosprašné (větrosnubné).

Pro praktické využití se konopí dělí na tři druhy:

- 1) indické, kde všechny zelené části rostliny obsahují hašiš,
- 2) plané, je jednoletý plevel,
- 3) seté, je nejrozšířenější druh konopí, kde jsou rozlišovány tři formy:
 - a) severní: je nízká forma, v průměru 0,6 – 0,8 m vysoká. Je raná, dozrává za 60 – 70 dní. Dává malý výnos stonků i semen, která jsou drobná. U nás se nepěstuje.

b) jižní: je 3 – 4 m vysoká forma. Dozrává za 130 – 180 dní. Dává velký výnos vláken, malý výnos semen. Vlákna jsou dlouhá a jemná.

c) přechodný typ: je 170 – 250 cm vysoký. Má prostřední vlastnosti obou předchozích forem. Dozrává za 90 – 120 dní. Dává dobrý výnos vláken i semen.

Požadavky na půdně – klimatické podmínky

Konopí je rostlinou krátkého dne, to znamená, že vývojové fáze probíhají rychleji v oblastech s krátkým dnem. Na zkrácení délky dne reagují rostliny snížením délky.

Konopí je na mráz je citlivější než len, mladé rostliny však snášejí slabší mrazíky (do -5°C). Chladné počasí v prvních fázích vývoje zpomaluje růst a nepříznivě působí na celý další vývoj rostliny. V počátečních obdobích růstu a v době kvetení vyžaduje konopí vyšší množství vody, později je schopné odolávat přechodnému suchu.

Na půdu má vyšší nároky. Nejvhodnější jsou úrodné, hluboké, hlinité a písčitohlinité půdy s nízkou hladinou spodní vody, dobře vyhnojené a bohatě zásobené humusem. Nesnáší kyselé půdy a nejlépe se mu daří na půdách neutrálních až slabě zásaditých. Nevhodné jsou půdy mělké, kamenité, písčité, ulehlé, jílovité, vysychavé. Konopí se dá případně pěstovat při nižších výnosech i na horších půdách v chladnějších oblastech. Na lehkých půdách je vhodné konopí hnojit chlévským hnojem.

Není vhodné pěstovat jej na nechráněných polohách, kde se vyskytují silné větry, které vysušují půdu a zvyšují evapotranspiraci. Rostliny potom mají kratší stonky a hrubé vlákno. Konopí je náročné na vodu – na vytvoření jednotky sušiny potřebuje 1,5 až 2,0 × více vody než pšenice. Na živiny je konopí značně náročné, vyžaduje snadno přístupné formy živin.

Agrotechnika konopí

Konopí je málo náročné na zařazení do osevního postupu. Nejvhodnější předplodinou jsou plodiny, které zanechají půdu bez plevelů, kyprou, dobře zásobenou živinami, zvláště N. Jsou to okopaniny, kukuřice, luskoviny, jetel, vojtěška, jetelotravní směsky. Konopí se také běžně zařazuje mezi dvě obilniny. Snáší i pěstování po sobě. Je dobrou předplodinou i pro náročné následné plodiny, protože zanechává půdu čistou a v dobrém stavu.

V ČR bylo v minulosti konopí pěstováno na vlákno nebo na semeno. V posledních desetiletích (cca od roku 2001) se realizuje pěstováním na hmotu pro energetické účely. Od roku 2014 je také povoleno pěstování konopí pro farmaceutické účely. Podle směru využití se řídí i způsob pěstování.

Pro dosažení dobrých výnosů je jednou z podmínek důkladná příprava půdy. Význam pečlivé přípravy půdy přímo vyplývá z biologických a morfologických vlastností rostliny. Je třeba zabezpečit velké požadavky konopí na vodní, vzdušný a živinný režim a pamatovat na slabý počáteční rozvoj kořenové soustavy a citlivost na zaplevelení v počátku růstu. Po sklizni předplodiny by měla ihned následovat podmítka. Je-li možnost, následuje aplikace a zaorávka chlévského hnoje. Podzimní orba (do hloubky 25 – 30 cm) by měla být provedena co nejdříve. Dále se půda nechá v hrubé brázdě. Jarní příprava je v podstatě stejná jako pro ostatní jarní plodiny. Doporučuje se, jakmile to počasí dovolí, půdu urovnat. Podle potřeby a vláhových podmínek lze ještě jednou kypřit (odplevelovací účinek) a současně zapravit do půdy minerální hnojiva. Před setím je vhodné zkypřit povrch půdy jen do hloubky setí.

Seje se v druhé polovině dubna nebo začátkem května. Konopí pěstované pouze na vlákno (nebo na hmotu) do řádků 20 – 25 cm širokých, nebo i do užších řádků 12 – 15 cm. Porosty konopí pěstované pouze na semeno se doporučuje zakládat do řádků 40 – 60 cm širokých. Hloubka setí 2 – 3 cm. Při pěstování na vlákno výsevek $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, na vlákno i semeno asi $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, pouze na semeno 20 – 30 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Po zasetí je vhodné pozemek uválet pro lepší a rychlejší vzcházení. V širokých řádcích je možno během vegetace plečkovat. Při pěstování na semeno je třeba dbát na to, aby nebyly v okolí porosty s jinými odrůdami (nežádoucí sprášení).

Konopí vyžaduje velké množství živin. Sklízí 10 t stonků a 0,9 t semene z jednoho hektaru se z půdy odčerpá asi 114 kg N, 86 kg P, 123 kg K a 245 kg Ca. Půda by tak měla být dobře vyhnojena statkovými a minerálními hnojivy. Čím je odrůda vzrůstnější, tím je náročnější na živiny a vláhu. Při hnojení chlévským hnojem nebo kejdou lze aplikovat dávku $30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (i více). Dobře působí i zelené hnojení. Minerální P a K hnojiva se mohou zčásti zapravit již při orbě do větší hloubky, z části do menší hloubky před setím. Není-li dostatek Ca v půdě, je možné zaorat na podzim nebo již k předplodině vápenaté hnojivo. Konopí odčerpává značné množství vápníku a pro dobré výnosy vyžaduje neutrální až zásaditou půdní reakci. Je možná také aplikace ledku vápenatého v průběhu vegetace, dříve než rostliny dosáhnou výšky 10 – 15 cm. Důležité je i draselné hnojení, neboť má spolu s dusíkatým hnojením největší vliv na výnos stonků a jakost vláken. Konopí pěstované na vlákno nepotřebuje tolik fosforu jako konopí pěstované na semeno. Při hnojení minerálními hnojivy se na středních půdách doporučuje dávka $80 - 100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ N (při přípravě půdy), dále celkem kolem $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ P a $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ K.

Konopí nepoléhá a je poměrně odolné proti chorobám a škůdcům. Choroby konopí mají podstatně menší význam než u lnu. Není to však způsobeno odolností rostliny, ale tím,

že rostlina je velmi mohutná a listové choroby nejsou vzhledem k velké listové ploše tak nebezpečné. Z listových chorob je běžná septorióza konopí. U konopí mohou mít kritický efekt patogeny, které napadají stonky nebo kořeny, jako jsou např. plíseň šedá nebo fusariosa. Nejnebezpečnější chorobou je sklerociová hniloba, jejíž původcem je hlízenka obecná.

Konopí může škodit dřepčík chmelový, housenky můry gama, mšice konopná a zavíječ kukuřičný. Někdy porosty na semeno při dozrávání navštěvuje (a poškozují) ptactvo.

Při slabém výskytu plevelů není třeba používat chemické prostředky proti plevelům. Konopí roste po vzejití relativně rychle a dobře založený porost tak snižuje možnost výskytu plevelů. Konopí je také známo svým alleopatickým působením na plevele, takže v hustém a vysokém porostu konopí nemají plevele většinou prostor pro růst.

Běžná metoda sklizně konopí na semeno spočívala dříve v posekání rostlin ručně a naskládání do snopků, aby semena před vymlácením uzrála a zaschla. V současné době se provádí sklizeň sklízecími mlátičkami. Rostliny se sklízí v době, kdy jsou semena ve spodní polovině květenství samičích rostlin v plné zralosti a v horní polovině v mléčné zralosti. Semena nejprve uzrávají v nejnižších větvích a nejpozději na nejvyšších. Semena při plné zralosti vypadávají. Sklizení by se mělo provádět brzy ráno, nebo za vlhka, kdy je menší riziko sklizňových ztrát. Získané semeno se čistí a dosouší na vlhkost pod 9 %, aby se nezapařilo a neplesnivělo.

Konopí na produkci stonků (vlákna) je obecně sklizeno v okamžiku, kdy jsou samčí rostliny v plném květu a zbavují se pylu, nebo po pylovém spadu, když začnou opadávat listy. Konopí se nedá sklízet, pro své houževnaté stonky, běžnými sklízecími mechanismy (namotávání vláken). Pro průmyslové využití vláken byly vyvinuty kombinované stroje, které oddělují semeno a stonky spolu s listím vracejí na pole k doschnutí. Oddělené vlákno se potom lisuje do balíků. V Nizozemí se sklízí konopí upravenou sklízecí řezačkou na kukuřici. Původní řezačkou se pokosené konopí nedalo sklízet ani z důvodu výskytu příliš dlouhých, houževnatých stonků konopí (až 4 m dlouhé). Upravená řezačka stonky konopí odřezává, zároveň je krátí na délku 50 – 60 cm a odkládá je na strniště do řádku, který se po třech dnech po dobu 14 dní obrací trojřádkovým obracečem. V důsledku pomačkání stébla rychle zasychají na vlhkost 20 %. Ushlé řádky se sbírají sběracím lisem na obří balíky.

V ČR je v současnosti používán mechanismus, který seče rostliny konopí v patrech s tím, že na předku traktoru je výškově nastavitelná lišta s protiběžnými kosami a vzadu má traktor namontovanou obyčejnou travní lištu. Traktor lze osadit až čtyřmi lištami sekajícími v různých patrech, což se jeví jako optimální pro jakoukoli délku stonku. Výhodou tohoto stroje je, že se nejedná o speciální jednoúčelový stroj, ale o snadno namontovatelné přídatné

prvky. Celé rostliny i rostliny pořezané na menší kousky lze lisovat pásovým lisem na kulaté balíky.

Průměrné výnosy konopí z agrometeorologických podmínek ČR činí: stonky 5,0 – 7,0 t.ha⁻¹ (až 13,0 t.ha⁻¹), z toho 0,5 – 1,2 t.ha⁻¹ vláken a 1,5- 4,0 t.ha⁻¹ pazdeří, semeno 0,8 – 1,4 t.ha⁻¹. Na hnojení dusíkem reaguje konopí příznivě. Dávka 60 kg.ha⁻¹ N zvyšuje výnos fytohmoty v průměru o 15 %, dávka 120 kg.ha⁻¹ N o 25 % v porovnání s nehnojenou variantou.

Nepotravinářské využití produkce

Vedle tradičního tírenského využití vlákna, je v současné době fytohmota konopí využívána jako surovina pro přímé spalování. Realizováno je spalování celých rostlin, spalné teplo sušiny stonků je 18,06 GJ.t⁻¹, semene 24,62 GJ.t⁻¹.

Z ekonomického a dalších hledisek je však výhodnější využít hlavní produkt (vlákno) pro jiné účely než pro energetické. Přírodní vlákna však nejsou v současné době v ČR zpracovávána. Z důvodu dovozů textilu z Asie byly tírny lnu a konopí v ČR zrušeny. Stonky (vlákna) se přitom dají tradičně využít v textilním průmyslu (svrchní oblečení, povlečení, ručníky, utěrky) a dále čalounický materiál, tapety, koberce, látková obuv, tašky, pro získávání celulózy, výrobu papíru apod. Konopná vlákna jsou také využívána pro výrobu lan, provazů, popruhů, nití, plachet, tepelné izolace, geotextilie využívané v zemním a vodním stavebnictví. Buničínový papír vyrobený z 60 – 100% konopného pazdeří je pevnější a pružnější než papír vyrobený z dřevní buničiny.

Konopí je praktický, levný stavební materiál se skvělými tepelnými a zvukově izolačními schopnostmi. Izolační rohože z konopí jsou poměrně běžně ve stavebnictví používány. Je také možné vyrábět působením tepla a tlaku na rostlinné vlákno stavební panely, nahrazující suché zdi a překližku.

Semeno obsahuje kolem 35 % konopného oleje, který je vysychavý (složení oleje je uvedeno v Tabulce 8). V chemickém průmyslu lze využívat produktů ze semene při výrobě mýdla, barev, laků, oleje na mazání

Tabulka 8: Procentický obsah hlavních mastných kyselin v oleji konopí (průměrné hodnoty z dlouhodobých experimentů v ČR)

Palmitová	Stearová	Olejoá	Linolová	Linolenová	Eruková
6,6	2,6	14,9	56,7	19,2	-

Ve farmacii a kosmetice se využívají některé látky získané z konopí jako jsou např. fytin a kyselina gama–linolenová (změna konformace molekuly kyseliny alfa–linolenové) apod. Konopná rostlina vytváří pryskyřici, která je vylučována především na samičích květenstvích a používá se také v lékařství. Čistá pryskyřice obsahuje čtyři hlavní komponenty označované jako THC. Tyto látky jsou zodpovědné za psychoaktivní působení konopí. Dále se v pryskyřici vyskytují silice, flavonoidy, alkaloidy apod.

3. 1. 2 Hořčice sareptská, syn. brukev sítinovitá (*Brassica juncea* L. Czern. et Coss.)

Hořčice sareptská je plodina dlouhého dne, poměrně nenáročná na klima a půdu, s krátkou vegetační dobou. Její pěstování je nejvíce rozšířené v Číně, Indii a jihovýchodních oblastech Ruska. Zde se pěstuje i na olej. Dává obvykle vyšší výnosy semene než jarní řepka s obdobnou olejnatostí semen. Rostliny některých odrůd jsou vysokého vzrůstu a dávají relativně vysoký výnos fytomasy, proto se uvažuje o jejich využití na energetické účely.

Biologická charakteristika

Hořčice sareptská pochází z Asie (Čína, Indie, Himálaj). Jednoletá bylina vysoká od 40 do 150 cm s rozvětvenou osou a tenkým kořenem patří do čeledi brukvovité (*Brassicaceae*). Existují dva základní typy – orientální a hnědá. Liší se hlavně podle barvy semene. Orientální typ má žluté osemení, hnědá má semeno tmavé až černohnědé. Listy jsou podle pater různé co do velikosti a tvaru. Spodní jsou velké, lyrovitě zpeřené, horní jsou vejčité kopinaté. Květy jsou jasně žluté, plodem je šešule dlouhá 25 – 60 mm obsahující 16 – 20 semen. HTS se pohybuje od 1,8 do 4 g.

Požadavky na půdně – klimatické podmínky

Hořčice sareptská nemá zvláštní nároky na klima nebo půdu. Během vegetace snáší i slabé mrazíky. Dobře snáší sucho, ale v první polovině vegetace potřebuje více srážek. Délka vegetační doby se pohybuje podle podmínek od 70 do 120 dnů. Nejlépe se jí daří na hlinitých půdách s dobrou zásobou humusu. Nemá ráda písčité, zamokřené a silně kyselé půdy.

Agrotechnika hořčice sareptské

Dobré výnosy dává po pšenici, žitu, hnojených okopaninách. Je dobrou předpolodinou pro ozimé a jarní obilniny. Na živiny je stejně náročná jako řepka jarní. K vyššímu výnosu lze doporučit na 1 ha dávku živin 120 kg N, 40 – 60 kg P a 85 – 95 kg K. Dusíkatá hnojiva se dělí

do dvou dávek. První se aplikuje při předset'ové přípravě půdy, druhá za tři týdny po vzejití, popř. na počátku kvetení.

Agrotechnika je v obecných rysech obdobná jako u jarní řepky. Vyžaduje, jako všechny drobnosemenné plodiny, pečlivou přípravu půdy před setím. Na jaře se seje co nejdříve do řádků 15 až 20 cm širokých, do hloubky asi 2 cm. Doporučený výsevek je 5 – 6 kg.ha⁻¹ semene (cca 150 rostlin.m⁻²). Zejména v počátečních fázích vegetace je třeba udržovat porost čistý s nakypřeným povrchem a důsledně dbát na ochranu proti škůdcům.

Ze škůdců škodí mladým rostlinám dřepčící. Ze škůdců se může dále vyskytovat osenice, bělásek hořčičný, pilatka řepková. Z houbových patogenů se vyskytují plíseň bělostná, plíseň zelná, padlí. V případech výskytu chorob nebo škůdců se používají běžné přípravky dle postupů pro ochranu řepky jarní. Obdobně je tomu s ochranou proti plevelům. Lze použít preemergentní a postemergentní herbicidy doporučené pro řepku jarní.

Na semeno se sklízí sklízecí mlátičkou když jsou semena ve dvou spodních třetinách rostlin v plné zralosti. Porosty rovnoměrně a jednotně dozrávají a jsou dosti odolné proti pukání šešulí. Výnosy semen se u nás běžně pohybují od 0,8 do 1,5 t.ha⁻¹. V dobrých podmínkách jsou dosahovány i výnosy vyšší než 2 t.ha⁻¹. Posklizňové ošetření a dosoušení je obdobné jako u ostatních brukvovitých. Po sklizni se dosouší semena na standardní 8% vlhkost.

Nepotravinářské využití produkce

Pro energetické využití lze využít celé rostliny nebo stonky rostlin po sklizni semene. Výnosy stonků (slámy) se pohybují v průměru okolo 4,4 t.ha⁻¹ sušiny. Sklizeň pro energetické využití je možno provádět řezačkami nebo porost v případě sklizně celých rostlin lze posekat, usušit a sklídit lisem na velké balíky. V případě sklizně na semeno lze slámu (stonky) po sklizni semen sklídit lisy na balíky.

Semena, respektive olej z nich (olejnatost semen 11 – 46 %, nejčastěji okolo 35 %), lze nepotravinářsky použít v průmyslu kosmetickém, farmaceutickém (silice), chemickém nebo k výrobě maziv. Procentický obsah mastných kyselin v oleji hořčice sarepské uvádí Tabulka 9. Celá rostlina může sloužit jako zelené hnojení, jako pícnina, pro výrobu bioplynu.

Tabulka 9: Procentický obsah hlavních mastných kyselin v hořčice sarepské (možný obsah)

Palmitová	Stearová	Olejová	Linolová	Linolenová	Eruková
1,6 – 11,7	stopy – 8,4	2,2 – 37,1	4,0 – 32,7	stopy – 23,4	17,2 – 68,8

3. 1. 3 Laskavec (*Amaranthus* sp.)

Laskavec pochází ze střední Ameriky, byl pěstován Aztéky a Inky již před třemi tisíciletími. Ušlechtilá (zrnová) forma laskavce je známá zejména ve střední a jižní Americe. V posledních desetiletích se začala pěstovat i v ČR. Pro produkci semen jsou nejvíce využívány druhy *Amaranthus hypochondriacus* L., *Amaranthus caudatus* L. a *Amaranthus cruentus* L.

Biologická charakteristika

Laskavec se zpravidla dělí na typ zrnový, zeleninový a pícninářský. Podle svého využití se zrnový laskavec řadí, stejně jako pohanka, do speciální skupiny tzv. pseudocereálií. Systematicky patří do čeledi laskavcovité (*Amaranthaceae*). Rod *Amaranthus* zahrnuje více než 60 druhů. V USA (Rodale Research Centre) je shromážděno kolem 3000 genotypů laskavce.

Je to jarní, jednoletá rostlina nenáročná na půdní podmínky u které lze hospodářsky využívat semena i biomasu celých rostlin. Většina forem vytváří hluboko pronikající kořen a více nebo méně větvenou lodyhu. Některé kulturní formy dosahují výšky přes 2,5 m. Je teplomilný a velice úsporně hospodaří s vláhou. Laskavec patří do skupiny rostlin s C4 cyklem, které mají velkou rychlost fotosyntézy, ekonomičtěji využívají světelnou energii při fixaci CO₂, mají sníženou fotorespiraci a dosahují vysoké hodnoty fotosyntetické produkce, tedy i tvorby biomasy. Transpirační koeficient je v rozmezí 260 – 300. Laskavec má vysoký množitelský koeficient. Na rostlinách se vytváří velké množství velmi drobných semen čočkovitého tvaru (čím se pověstná i plevelná forma laskavce) s HTS v rozmezí 0,35 – 0,9 g. Většina druhů a odrůd laskavce má dlouhé vegetační období 120 až 150 dní.

Požadavky na půdně – klimatické podmínky

Pro rychlý růst vyžaduje laskavec hlavně teplo a světlo. Proto se seje až po náležitém vyhřátí půdy (začíná klíčit až od 10°C). Termín setí je proto v květnu nebo až v 1. dekádě června. Laskavec je dobře přizpůsoben i vysokým teplotám a nedostatku vody. Hodí se proto pro teplejší kukuřičné a řepařské výrobní oblasti, do středních až lehčích neslévavých půd, neutrálních i mírně zásaditých. Nevhodné jsou pozemky zaplevelené teplomilnými druhy plevelů.

Pro optimální růst jsou třeba teploty vzduchu vyšší než 15 – 20 °C a teploty půdy nad 8 °C. Nedostatek vláhy při vzcházení působí inhibičně. Má širokou ekologickou amplitudu od stanovišť slabě kyselých po alkalická. Nejvhodnější jsou půdy humózní, kypré nesléhavé a s

dobrou strukturou. Dobře roste na lehčích hlinitopísčitých a písčitohlinitých půdách. Snáší i přechodné záplavy, tedy i dočasný deficit kyslíku v půdě. K přechodu do generativní fáze růstu vyžaduje dlouhý den. Při dozrávání semen potřebuje suché a teplé počasí.

Agrotechnika laskavce

Laskavec je nenáročný na předplodinu. Může se pěstovat po většině předplodin. Vhodnou předplodinou jsou luskoviny, luskovinoobilní směsky a obilniny, které následují buď po pícnině nebo po ozimé řepce. Méně vhodnou předplodinou jsou, hlavně z hlediska výskytu plevelů a použitých herbicidů, řepa a kukuřice.

Laskavec k rychlému růstu a vytvoření velkého množství biomasy potřebuje dostatek živin, zejména P (60 – 80 kg.ha⁻¹) a K (120 – 140 kg.ha⁻¹), zatímco N postačí běžná dávka, cca 50 – 60 kg.ha⁻¹. Dobře reaguje na organické hnojení.

Předset'ová příprava půdy má především potlačit plevele, proto se opakovaně vláčí. Osivo laskavce je velmi drobné, proto je třeba půdu připravit tak, aby byla správně utužena, v zájmu stejnoměrného vzcházení. Někdy osivo laskavce špatně klíčí, což je částečně připisováno podezření, že si laskavec udržuje v našich podmínkách určitou dormanci. Osvědčený výsevek je cca 1,2 – 1,7 kg.ha⁻¹ a to do hloubky max. 1,5 cm. Šířka řádků se používá nejčastěji v rozpětí 20 – 35 cm. V zahraničí se vysévá v meziřádkové vzdálenosti od 12,5 až do 70 cm (dle pěstitelské technologie, užitkového směru pěstování, druhu a odrůdy, agroekologických podmínek apod.).

Ošetření proti chorobám se většinou neaplikuje, protože rostliny chorobami netrpí. Ojedinele se vyskytují jedinci napadení alternarií. Původce napadení pochází většinou z posklizňových zbytků předplodiny. Před setím je třeba dbát na hubení plevelů, mechanicky i chemicky. K herbicidní ochraně jsou nejčastěji používány totální herbicidy před setím. Laskavec je citlivý na zaplevelení počátkem vegetace, proto se do zapojení porostu meziřádkově kultivuje plečkou, pokud to šířka řádků dovolí.

Sklizeň je kritickým obdobím v pěstování laskavce. Termín sklizně je ovlivněn dobou výsevu, raností kultivaru a průběhem vegetace. V době zralosti semen má rostlina vysoký obsah vody, což ztěžuje sklizeň. Vhodná je „desikace“ prvními mrazy a následná sklizeň, aby se snížily ztráty výdolem zrna. Semena dozrávají postupně, což také působí určité problémy při sklizni. V zájmu co nejnižších ztrát zrna je třeba zahájit sklizeň, když je cca 2/3 zralých semen. Ztráty při sklizni mohou dosahovat i více než 50 %. Po sklizni se zrno dočišťuje a dosušuje na vlhkost 10 – 12 %. Sklízecí mlátička se seřizuje přibližně jako na sklizeň máku.

Po oddělení zrna zbývá velké množství nadzemní hmoty, a proto je tato plodina zajímavá též z hlediska fytoenergetiky, pro přímé spalování. Laskavec 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 laskavce, zvláště 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.

V pokusech v rámci hodnocení energetického potenciálu byl laskavec sklizen koncem listopadu a celé rostliny měly v této době obsah sušiny kolem 66 %. Výnosy přepočtené na sušinu kolísaly podle odrůdy od 6,2 do 7,63 t.ha⁻¹. Na Slovensku bylo v maloparcelových pokusech dosaženo průměrného výnosu semen 2,21 t.ha⁻¹ a výnosy sušiny slámy kolísaly od 7,2 do 9,8 t.ha⁻¹. Z USA je uváděna průměrná produkce semen 1,6 t.ha⁻¹. Z některých zemí jsou uváděny výnosy sušiny nadzemní fytomasy přes 20 t.ha⁻¹.

Nepotravinářské využití produkce

Mimo potravinářského využití semen nebo celé nadzemní části pro potravinářské či krmné účely lze laskavec využít v rámci nepotravinářských aplikací (škrob, bioetanol, spalování fytomasy). Zejména vysoce vzrůstné formy jsou využitelné k energetickým účelům (běžná produkce sušiny biomasy je okolo 8 t.ha⁻¹) i pro výrobu papíru. Spalné teplo sušiny celých rostlin je 15,94 GJ.t⁻¹, zrna 20,12 GJ.t⁻¹ a slámy 15,26 GJ.t⁻¹. Některé druhy laskavce jsou využívány pro produkci barviv a kosmetických přípravků.

3. 1. 4 Sléz krmný (*Malva verticillata* L.)

Sléz je vysoce vzrůstná rostlina, využívaná hlavně jako pícnina, za příznivých podmínek dvousečná. Může být pěstován jako hlavní plodina nebo jako letní či strnisková meziplodina. Ponechá-li se sléz krmný plně dozrát, část plodů se vysemení a v příštím roce zpravidla vytvoří opět plně zapojený porost. Krmný sléz se také v současné době ověřuje jako plodina vhodná pro energetické účely (bioplyn, spalování).

Biologická charakteristika

Sléz je jednoletá rostlina z čeledi slézovitých (*Malvaceae*). Lodyha je přímá nepoléhavá, v hustém zápoji nevětvená, v řídkém sponu větví od báze. Sléz dosahuje výšky 1,5 až 2 m. List je okrouhlý, mělce dlanitě pěti až sedmilaločnatý, laloky listů jsou v horní

části lodyhy v obrysu zašpičatělé. Květenství je přisedlé, sestavené do hustých strboulů v paždí listů, květy růžové až nafialovělé. Plod je poltivý, terčovitě zploštělý, ve zralosti se rozpadá na jednotlivé díly, kterých je 10 – 12 v plodu.

Požadavky na půdně – klimatické podmínky

Pro pěstování jsou nevhodnější hlubší, dobře zpracovatelné a nezaplevelené půdy s dobrými vláhovými poměry, především hlinité a hlinitopísčité, s dostatečným obsahem vápníku a vyrovnaným obsahem živin.

Agrotechnika slézu

Sléz může být pěstován jako hlavní plodina nebo jako letní či strnisková meziplodina. Jako letní meziplodina je pěstován po ozimých a jarních směškách, raných bramborách, zelenině. Pro vysokou produkci fytomasy slézu je vhodné použít k předplodině chlévskou mrvu nebo kompost. Při podzimní orbě nebo na jaře v době přípravy půdy lze aplikovat P, K v dávce 100 – 200 kg.ha⁻¹ draselné soli a 150 – 250 kg.ha⁻¹ superfosfátu. Velikost dávky je možné korigovat na základě agrochemických rozborů půd. Na jaře před předseťovou přípravou lze aplikovat N v dávce 100 – 150 kg.ha⁻¹ v síranu amonném nebo jiném dusíkatém minerálním hnojivu.

Je-li sléz pěstován jako hlavní plodina, měla by jarní přípravě půdy předcházet podzimní orba. Na jaře před setím se povrch pozemku urovná. Kypřé půdy je před setím dobré utužit válením a po zasetí uválet rýhovanými válci.

Při pěstování z jarního výsevu jsou porosty slézu zakládány od 10. do 20. dubna a v bramborařské výrobní oblasti po 20. dubnu. Jako raná letní meziplodina je sléz vyséván od 20. května do 20. července. Jako pozdní meziplodina jsou porosty slézu zakládány od 20. července do 10. srpna. U slézu jako hlavní plodiny je vhodná řádková rozteč 12,5 – 25 cm, u meziplodiny 12,5 cm. Výsev činí 10 – 12 kg.ha⁻¹, hloubka setí 1 – 2 cm. Jako strnisková plodina se vysévá koncem srpna, doporučený výsevek je 30 kg.ha⁻¹.

Vzhledem k pomalému vzcházení a počátečnímu růstu trpí zaplevelením, ale po vytvoření listového pokryvu nízké plevele potlačuje. Chorobami ani škůdci ve větší míře netrpí.

Termín a způsob sklizně závisí na plánovaném využití. Na zelenou píci se využívají dvě seče. První seč je prováděna za 70 – 80 dní od setí (výška porostu 1,2 m), druhá seč za dalších 60 – 75 dní (výška porostu 0,8 m). Výnosy kolísají v rozmezí 40 – 90 t.ha⁻¹ čerstvé fytomasy.

Nepotravinářské využití produkce

Celkové výnosy nadzemní hmoty se pohybují cca na úrovni 8 – 12 t.ha⁻¹. Sklizenou fytomasu lze nepotravinářsky využít na výrobu bioplynu. Sléz lze také zaorat jako meziplodinu na zelené hnojení. Pro využití na spalování (spalné teplo sušiny nadzemní fytomasy je kolem 17,30 GJ.t⁻¹) se sklízí při plném dozrání, aby byla fytomasa využívána pro energetické účely dostatečně suchá. Rychlou energii klíčení a vzházení slézu lze s výhodou používat též jako protierozní opatření, neboť rychle zakořeňující rostlinky upevní půdu na stanovišti a omezí tak erozi.

3. 1. 5 Žito trsnaté, syn. žito lesní, syn. křibice, syn. žito svatojanské (*Secale cereale* var. *multicaule* Metzg. ex Alef.)

Žito lesní (trsnaté) je starý rostlinný druh, který se u nás dříve pěstoval na pasekách po těžbě dřeva mezi pařezy, kam se vysévalo ručně. Bylo také používáno pro produkci potravinářského žita v horských a méně příznivých oblastech pěstování. V ČR je i v současnosti zaregistrována odrůda s názvem Lesan. Materiály tohoto typu byly využívány v raných fázích českého šlechtění žita. Vývojový typ je charakterizován jako přesívka. Odrůda je charakteristická vysokým výnosem dlouhé slámy (až 200 cm), která byla využívána na výrobu slaměných střech. Genetickým založením se jedná o téměř původní populaci. Takové populace jsou charakteristické vysokou plasticitou vůči podmínkám pěstování, nízkým výnosovým potenciálem a vysokou stabilitou výnosu. Nástupem nových odrůd s kratším stéblem, hlavně hybridních, došlo k ústupu potravinářského využití tohoto typu žita.

Díky svým ostatním vlastnostem (vitalita a konkurenční schopnost porostu, přesívka, nenáročnost na pěstební podmínky) je zřetelný posun do oblasti krajinářství a údržby krajiny. Potravinářská kvalita je však srovnatelná s novými odrůdami žita, kromě parametrů spojených s velikostí obilek (výtěžnost mouk). Žito lesní jde využít jako krycí rostlinu při obnově lesních porostů, tvorbě mysliveckých políček, obnově vegetačního krytu a rekultivacích.

Biologická charakteristika

Žito lesní (*Secale cereale* var. *multicaule*) je obilnina z čeledi lipnicovitých (*Poaceae*). Náleží do skupiny *Secale cereale* ssp. *cereale*. Je to druh, vyznačující se bohatým olistěním, delší vegetační dobou, značným odnožováním, drobnějším zrnem a výškou porostu až okolo 200 cm. První rok tvoří husté trsy neplodných odnoží cca 30 cm vysokých, druhý rok plodí drobné zrno s HTS v průměru okolo 30 g. Stébla mají 3 – 6 kolének, které rozdělují stéblo na jednotlivé články (internodia). Pochvy listů jsou úzké, lysé. Čepele listů jsou ploché. Sláma

velmi dlouhá a houževnatá, pevná. Květenstvím je lichoklas. Klásky rostou jednotlivě a jsou ploše přimáčknuté. Plodem je obilka. Žito lesní je cizosprašné.

Požadavky na půdně – klimatické podmínky

Druh je nenáročný na půdní a klimatické podmínky. Jeho pěstování je možné i na kamenitých a méně úrodných půdách, v podhorských a horských oblastech. Nevhodné jsou zamokřené a těžké půdy. Při jarních a letních výsevech je vývoj porostu, a s ním související počet sečí, závislý na množství srážek. Podzimní výsevy jsou z toho hlediska jistější.

Agrotechnika žita lesního

Nároky na předplodinu jsou malé. Její volba se řídí především termínem setí. V případě pěstování na zrno by žito lesní nemělo být zařazováno po předplodině zanechávající v půdě větší množství dusíku, protože se zvyšuje riziko poléhání. K zajištění výživy dusíkem plně dostačuje vhodná předplodina. Před urovnáním pozemku na podzim nebo při jarním setí lze aplikovat startovací dávku P a K.

V případě setí jako meziplodiny postačuje zasetí žita do ošetřené podmítky. Při pěstování na zrno jsou na přípravu půdy kladeny obdobné nároky jako při zakládání porostů žita ozimého. Po podmítce a střední orbě se pozemek urovná branami, případně kombinátorem. Podzimní výsevy mohou posloužit jako meziplodina, na časnou zelenou píci nebo na zrno. Doporučuje se časný výsev do poloviny září, později by hrozilo zhoršené přezimování. Volí se klasické obilní řádky při řádkové rozteči 12,5 cm s výsevkem 100 – 150 kg.ha⁻¹ (meziplodina), respektive 150 kg.ha⁻¹ (pícnina, zrno).

Po zasetí je vhodné pozemek uválet. Zpracování půdy pro jarní výsev je obdobné jako pro ozimý výsev. Další možností jsou letní výsevy v polovině června (150 kg.ha⁻¹). Na podzim se sklídí zelená hmota, příští rok opět zelená hmota, případně zrno.

Při letním výsevu je nezbytné moření osiva, protože porosty jsou při vzcházení napadány hmyzími škůdci. Na porostech žita lesního se většinou nevyskytují žádné choroby, pouze v některých letech hrozí při letním výsevu poškození hlavně bzunkou ječnou, případně dalšími škůdci (např. dřepčící), kteří jsou schopni porost totálně zničit. Jarní růst žita lesního je rychlý, dobře zapojený porost potlačuje plevel, s výjimkou ovsa hluchého. Při pěstování v low input systémech (ekologické zemědělství) plně postačí převláčení porostu na počátku odnožování.

Sklizeň žita lesního se řídí účelem pěstování. Z podzimních výsevů je možné sklídit v první seči okolo 30 t.ha⁻¹ zelené píce, ve druhé seči je to od 6 do 7 t.ha⁻¹. Při jarním setí se

pohybují výnosy zelené hmoty od 15 do 20 t.ha⁻¹. Při letním výsevu se výnosy zelené hmoty při podzimní sklizni pohybují od 5 do 6 t.ha⁻¹, při jarní sklizni se pohybují od 20 do 25 t.ha⁻¹. Pro sklizeň zrna se volí klasická sklizeň sklízecí mlátičkou, když výnosy zrna nejsou dosahují v závislosti na podmínkách pěstování něco přes 1 t.ha⁻¹.

Nepotravinářské využití produkce

Žito lesní je z pohledu využití produkce univerzální plodinou. Lze jej využít ke kombinovanému pěstování na semeno a fytomasu. V současné době převažuje pěstování pro fytomasu, protože rentabilita pěstování pro nadzemní fytomasu je výrazně lepší než při pěstování na zrno.

Jarní výsevy lze pěstovat v čisté kultuře, nebo ve směskách s jednoletými jetelovinami na fytomasu pro produkci bioplynu. Osvědčilo se také jeho využití jako krycí plodiny při zakládání jetelotravních směsek pro lesní zvěř. V prvních fázích vývoje je lesní zvěř spásáno žito a nejsou poškozovány pomaleji vzcházející jeteloviny. Lze jej použít jako meziplodinu. Silný kořenový systém výrazně snižuje riziko vodní eroze. Lze je proto vysévat při protierozní technologii pěstování širokořádkových plodin na svažitéch pozemcích. V poslední době se intenzivně řeší využití slámy nebo celých rostlin pro energetické účely (spalné teplo sušiny slámy je kolem 17,50 GJ.t⁻¹). V minulosti bylo žito ceněno i pro jeho příznivé léčebné účinky.

4. VÍCELETÉ NEBO VYTRVALÉ DRUHY

4. 1 Mužák prorostlý (*Silphium perfoliatum* L.)

Mužák prorostlý je vytrvalá bylina, produkující ve vhodných podmínkách vysoké výnosy fytomasy. Druh je příbuzný slunečnici roční (*Helianthus annuus* L.). Na rozdíl od slunečnice je však mužák rostlina vytrvalá a na jednom stanovišti ji lze pěstovat 20 – 25 let. Další fytoenergeticky důležitou vlastností je, že je rostlinou vhodnou pro pěstování v podmínkách mírného klimatického pásma. Dle současných poznatků má mužák prorostlý rozsáhlý potenciál využití jako krmná, technická, medonosná a půdoochranná plodina. Dle dosavadních zkušeností s pěstováním v ČR a v zahraničí se mužák vyznačuje vysokou odolností vůči chorobám a škůdcům.

Biologická charakteristika

Mužák prorostlý je víceletá bylina z čeledi hvězdnicovité (*Asteraceae*), pocházející ze severní Ameriky, kde se vyskytuje především v údolích řek a jezer. V Evropě se v přírodní floře vyskytuje pouze jako zavlečená rostlina. Dužnatý silný vzpřímený stonk dorůstající 1,2 – 2,5 m (i více), je na průřezu čtyřhranný. Stonky po zlomení nebo nařiznutí roní gumovitou pryskyřičnou mizu (proto postaru smoloroň prorostlý). Spodnější drsné, vstřícné, prorostlé listy s hrubě zubatými okraji o délce max. 35 cm jsou spojeny řapíky. Prostřední a hořejší listy řapíky postrádají a páry listů bazálně spojené objímají stonk a vytvářejí tím přirozený pohárek, do kterého je zachycována voda. Mužák kvete teprve ve druhém roce. Květy, o průměru max. 7,5 cm, jsou žluté se světle žlutými okvětními lístky (20 – 40) a tmavěji žlutým středem. Doba kvetení je v ČR obvykle červenec až září. Plodem je nažka s HTS kolem 30 g. Semene u nás dozrávají zpravidla koncem září.

V prvním roce po výsevu vytváří mužák především kořenový systém. V druhém roce a dalších letech vegetace začíná mužák intenzivně růst obvykle koncem dubna až začátkem května. V průběhu let se od sebe kořeny oddělují a vytváří tak za 6 až 8 let 8 až 12 jednotlivých odnoží. Správně založené porosty mužáku jsou po 3 – 4 letech tak zahuštěny, že potlačují většinu plevelů.

Požadavky na půdně – klimatické podmínky

V přirozených podmínkách se mužák nejčastěji vyskytuje v nízkých lesích, loukách, prériích, podél potoků a železničních tratí. Nejlépe se mu daří na půdách hlubokých s bohatou zásobou živin. Vyžaduje středně vlhké až vlhčí stanoviště, plně osluněné, ale zapojený porost toleruje i přisušky. Na půdní reakci není zvláště citlivý. Mužák vyžaduje téměř neutrální až mírně alkalické půdy. Výnosy bývají nižší na půdách chudých, mělkých, výsušných. Holomrazy ani pozdní jarní mrazíky mu neškodí. Rostliny pomocí vstřícně postavených listů s široce klínovitou bází vytvářejících nálevku zachytávají vodu z rosy. Tím je tato rostlina výborně uzpůsobena pro pobyt na suchém stanovišti.

Agrotechnika mužáku

Mužák není náročný na předplodinu. Z důvodu absence registrovaných herbicidů je vhodné zařadit mužák na nezaplevelený pozemek. Krycí plodiny nejsou vhodné, neboť plodina je náročná na světelné podmínky, zejména v prvním roce vegetace. Nejvhodnějšími předplodinami jsou okopaniny, ozimé obilniny nebo řepka. Mužák je, jako plodina vytrvalá, pěstován na orné půdě mimo osevní sled. Může být pěstován i na málo využitelných

pozemcích – erodovaných, kontaminovaných, degradovaných a půdách jinak postižených antropogenní činností, ale pouze za předpokladu vydatného organického hnojení. Nejvyšších výnosů dosahuje na dobré půdě, s hlubokou orniční vrstvou a bohatou zásobou humusu a základních živin. Nevhodné jsou půdy zamokřené, extrémně kyselé a silně kamenité.

Podzimní orbu je vhodné spojit s aplikací fosforu a zejména draslíku, a to v dávce P_2O_5 75 kg.ha⁻¹ a K_2O 300 kg.ha⁻¹. Dávky hnojiv jsou orientační, je třeba upřesnit je na základě agrochemických rozborů půd. Velmi vhodná je i předběžná aplikace organických hnojiv v dávce 40 – 60 t.ha⁻¹. Mužák dobře reaguje na vyšší dávky dusíku. Ovšem dávky nad 120 kg.ha⁻¹ mohou způsobovat nadměrné poléhání porostu během vegetace. Z pěstitelských pokusů v ČR vyplývá, že je možné doporučit k mužáku, v závislosti na půdních podmínkách, dávku 100 – 120 kg.ha⁻¹ N. Z hlediska techniky aplikace hnojiv je vhodné P a K hnojiva aplikovat na podzim po sklizni fytomasy a brzy na jaře provést přihnojení N hnojivy (LAV, LA apod.). U pozdějšího hnojení může nastat problém s popálením rostlin, kdy díky vysoké hustotě a kompaktnosti porostu granule N hnojiv ulpí na listech a nedostanou se na povrch půdy. V případě sklizně na zeleno pro produkční účely (bioplyn) je žádoucí posklizňové přihnojení, např. kejdou v dávce 10 tun.ha⁻¹ nebo NPK 30 – 45 kg.ha⁻¹.

V případě použití biomasy na bioplyn je potom možné zpětné využití digestátu z bioplynové stanice (8 – 17 m³.ha⁻¹). Místo minerálních hnojiv je možné pro regenerační hnojení rovněž použít močůvku 15 – 30 m³.ha⁻¹, kejdu 7,5 – 15 m³.ha⁻¹. Ve všech případech se jedná o ekvivalent cca 30 – 60 kg.ha⁻¹ N.

Příprava pozemku před setím spočívá v podzimní orbě, na jaře pak v operacích zajišťujících rovný, nezaplevelený povrch půdy s drobtovitou strukturou, aplikaci hnojiv a preemergentních herbicidů.

Optimální termíny setí mužáku jsou následující: na podzim 3. dekáda října až 1. dekáda listopadu; na jaře 2. až 3. dekáda dubna. Výsevek činí 8 – 12 kg.ha⁻¹ (při setí za účelem produkce osiva je lepší použít širší řádky a nižší výsevky). HTS mužáku je 18 – 24 g, tj. v 1 gramu je cca 40 – 55 semen. Při setí na jaře vyžaduje osivo dvouměsíční stratifikaci (tj. vystavení semen teplotám v rozmezí 3 – 5 °C ve vlhkém prostředí za občasného promíchávání za účelem okysličení). Výsev probíhá do hloubky cca 0,5 – 1 cm na těžkých půdách, 1 – 2 cm na půdách středně těžkých a 2 – 3 cm na půdách lehkých. Setí se provádí do širokých řádků (36 – 72 cm, nebo jak umožní secí technika). Po setí je třeba provést válení.

Starší rostliny mužáku vytvářejí trsy – shluky, z nichž vyrůstají jednotlivé rostliny a mužák se dá dělením těchto trsů velice dobře množit, a to při vysoké (více jak 95 %) úspěšnosti v ujímání. Problémem je ale vysoká pracnost – potřeba ruční práce při dělení

jednotlivých trsů. V rámci výsadby by se měly sázet 4 až 8 rostliny.m⁻² od poloviny května do konce června při vzdálenosti řádků 50 cm. Od druhého roku kultivace porostu mužáku spočívá především ve vláčení kolmém k stávajícím řádkům a přihnojování, a to na začátku vegetace a po sklizni. V případě potřeby se uskutečňuje vhodná ochrana porostů proti plevelům, chorobám nebo škůdcům.

Patogeny ani škůdci obvykle u mužáku nečiní problémy. Plevelé mohou činit problém v roce výsevu, v dalších letech se porost zahustí tak, že plevelé jsou většinou potlačeny. V prvním roce je bezpodmínečně nutné mechanické odplevelování (plečkování, okopávání) nebo chemická ochrana. Přípravky na ochranu rostlin v současné době nejsou do mužáku povoleny. Pro herbicidní ochranu se používají přípravky jako v systému pěstování slunečnice.

Termíny sečí a jejich počet se u porostů mužáku stanoví individuálně podle užitkového směru pěstování a půdně–klimatických podmínek stanoviště. Sklizeň mužáku v suchém stavu na slámu pro přímé spalování není, s ohledem na vysoký obsah dusíku a nízký obsah celulózy a hemicelulózy vhodná. Navíc, vegetační období u mužáku je obzvlášť dlouhé – obvykle delší než 200 dnů. Proto je nejvhodnější využití nadzemní fytomasy mužáku jako suroviny pro výrobu bioplynu. V tomto případě je mužák sklizen na zeleno při sušině cca 20 – 25 %. Je to obvykle ve stádiu nasazení poupat až kvetení. V případě jednorázové sklizně na bioplyn je posunut termín seče na konec kvetení až začátek dozrávání semen, kdy obsah sušiny dosahuje hodnot 24 – 30 % a výnosy jsou nejvyšší.

V našich klimatických podmínkách lze však většinou uskutečnit v průběhu vegetace dvě seče, při zvláště dobrých podmínkách dokonce i tři seče, přičemž výnosy jednotlivých sečí dosahují cca 20 – 40 tun zelené hmoty z hektaru. Při vícesečné sklizni je nutné alespoň jednou za 3 – 5 let nechat porost projít vegetační zralostí, tj. nechat porost vytvořit a alespoň částečně dozrát semena. Tímto zásahem je možné významně prodloužit dlouhověkost porostů mužáku a snížit jeho vysílení častým sečením.

Mužák lze poměrně dobře silážovat a tím konzervovat jako surovinu pro produkci bioplynu. Ve srovnání s kukuřicí má však při silážování cca 1,5 – 2× větší ztráty organické hmoty, tj. cca 6 – 8 %. Proto, pro snížení ztrát a zvýšení stability siláží, je vhodné používat konzervanty, např. kyselinu mravenčí v dávce cca 5 l na 1 t siláže. Obzvlášť vhodná je příprava siláže ze směsi mužáku a trav. Přídavek trav zlepšuje silážovatelnost a výtěžnost bioplynu.

Z hlediska využití mužáku prorostlého pro spalování je vhodné sklízet porost tehdy, kdy hmota vykazuje vyšší procento sušiny. To je do určité míry problém, protože stonky mužáku si jednak mohou udržet dužnatost až do pozdního podzimu, kdy již může být sklizeň

problematická vzhledem ke stavu pozemku (mokra). Druhým problémem je pak nepravidelné dozrávání (zasychání) porostu, kdy část porostu může být čerstvá – dužnatá a část již zahnědlá – suchá. Řešením by se mohla jevit sklizeň v zimním nebo jarním termínu, což se však neosvědčilo z důvodu vysokých ztrát biomasy, kdy porost po uschnutí vlivem vnějších faktorů (srážky, vítr) značně poléhá. Řešením, ač energeticky a finančně nákladným, se jeví podzimní sklizeň s následným dosoušením.

Mužák již při první seči v době květu zabezpečuje v průměru 6 – 10 t.ha⁻¹ výnosu sušiny nadzemní fytomasy. V průběhu druhé seče, podle podmínek počasí, dalších 4 – 8 t.ha⁻¹ sušiny fytomasy. V polních pokusech bylo dosaženo, v závislosti na agrotechnických opatřeních a půdně – klimatických podmínkách, výnosů sušiny nadzemní fytomasy v průměru 10 až 20 t.ha⁻¹. Ze SRN jsou reportovány výnosy mužáku ve druhém roce pěstování 16 až 20 t.ha⁻¹ suché hmoty. V Maďarsku mužák v pokusech poskytoval 39 až 55 t čerstvé hmoty na hektar.

Nepotravinářské využití produkce

Hlavní potenciál využití mužáku v praxi je spojený především s možností jeho využití jako náhrady za kukuřici při pěstování na bioplyn na pozemcích pro tuto plodinu nevhodných (např. svažité terén) nebo v méně příznivých oblastech. Měrná produkce metanu je u mužáku mírně nižší ve srovnání s kukuřicí, a to o cca 8 – 12 %. Celkový výnos biomasy a zejména metanu ze dvou sečí je však vysoký. V mnohých případech tak dosahuje nebo i překračuje hodnoty běžné u kukuřice, pěstované ve stejných půdně – klimatických podmínkách (průměrná výtěžnost bioplynu: kukuřice 330 l.kg⁻¹, mužák 320 l.kg⁻¹).

Mužák má dobře vyvinutou kořenovou soustavu, díky čemuž je v dlouhodobém horizontu schopen zúrodnovat půdu – kypřit, provzdušňovat, zvyšovat její strukturnost, redislokovat zásobu živin z hloubky do horních vrstev půdy a tím zapojovat vyplavené živiny zpět do biologického koloběhu látek apod. To je významné z hlediska zúrodnění půd, stejně jako z hlediska ochrany vodních zdrojů před znečištěním agrochemikáliemi (mimoprodukční funkce zemědělství). Jelikož životnost porostu mužáku dosahuje 15 – 20 let, má plodina dobré předpoklady jako půdoochranná rostlina. Ponechání vysokého strniště (10 – 12 cm) na zimu napomáhá zvýšit zadržení sněhu (vody) a významně snížit působení vodní a větrné eroze.

Suché rostliny lze použít na výrobu tepla nebo elektřiny – spalovat (spalné teplo sušiny nadzemní části rostlin je kolem 17,30 GJ.t⁻¹). Mužák je používán také jako léčivá rostlina. Ostatně, jako téměř kterákoliv jiná rostlina.

4. 2 Topolovka růžová (*Alcea rosea* L., syn. *Althaea rosea* L. Cav.)

Rod *Alcea* zahrnuje asi 40 druhů, které rostou v oblasti od Středozeří do Střední Asie. Protože z volné přírody není rostlina známa, není jistý ani původní areál rozšíření. Zřejmě jde však o oblast Malé Asie, Balkánu a Kréty. Topolovka je v současnosti pěstována jako léčivá nebo okrasná rostlina v mnoha zemích světa. Někdy zplaňuje a někde i zdomácňuje. V současné době se uvažuje o jejím využití jako energetické rostliny využitelné hlavně pro spalování.

Biologická charakteristika

Topolovka je statná, dvouletá až krátce vytrvalá (do 5 let) bylina patřící do čeledi slézovité (*Malvaceae*). V prvním roce vegetace vytváří pouze přizemní listovou růžici, od dalších let i květonosné lodyhy, které jsou přímé, až 3 m vysoké, chlupaté. Topolovky v našich podmínkách jsou většinou nižší a dorůstají do výšky cca 160 – 220 cm. Ve druhém roce vyrůstá zpravidla 3 až 5 listových lodyh, v dalších letech se jejich počet zvětšuje na 6 – 10. Ty ale nedorůstají do takové výšky, jako v prvním užitkovém roce. Výška lodyh je závislá na přítomných živinách, zejména dusíku.

Listy jsou dlouze řapíkaté, okrouhlé nebo vejčité, na bázi srdčité, laločnaté, vroubkované nebo zubaté, chlupaté. Květy jsou v úžlabí listů po 1 až 3, stopkaté, velké, růžové, červené, červenofialové nebo hnědopurpurové. Květy vykvétají postupně směrem od spodu nahoru. Kveté v červenci až září. Plody jsou terčovitého tvaru.

Požadavky na půdně – klimatické podmínky

S ohledem na to, že topolovka není velkovýrobně pěstována, vychází poznatky o jejích agroekologických nárocích z malopěstitelských zkušeností. Topolovka vyžaduje slunná stanoviště. Vyžaduje ideálně půdy bohaté až středně bohaté na živiny. Topolovka sice roste v každé půdě, ale jen v hluboké a živinami dobře zásobené půdě poskytuje uspokojivé výnosy fytomasy. Polohy vyžaduje teplejší a chráněné proti silným větrům. Kveté až v druhém roce a to jednou v průběhu léta podruhé na podzim.

Agrotechnika topolovky

Jako plodina víceletá či vytrvalá je topolovka pěstována na orné půdě mimo osevní sled. Vzhledem k tomu, že zůstává na jednom místě dva i více let, je třeba vybrat pozemek po hnojených okopaninách nebo luskovinách, tedy půdy s dobrou zásobou pohotových živin, bez plevelů. Obilniny jsou jako předplodina pro topolovku nevhodné.

Před výsadbou, případně výsevem bez předpěstování sazenic, jsou aplikována minerální hnojiva. V průměru se dávky pohybují kolem 100 – 150 kg síranu amonného, 200 kg superfosfátu a 150 kg draselné soli na 1 ha. Na jaře v prvním, případně dalších užitkových letech, je optimální přihnojování zpravidla poloviční dávkou uvedených hnojiv.

Příprava pozemku před setím spočívá v podzimní orbě, na jaře pak v operacích zajišťujících rovný, nezaplevelený povrch půdy s drobtovitou strukturou (jako při zakládání všech víceletých či vytrvalých kultur). Pro založení porostu lze použít přímý výsev, který je prováděn po zahájení jarních prací v dubnu až květnu do špetek na vzdálenost 45×60 až 75 cm. Do hnízda se dává 6 – 8 semen. Po vytvoření pravých listů je nutné jednocení na 2 – 3 rostliny. Porost lze založit také z vypěstovaných sazenic, vypěstovaných ze semen (březen – duben). Uvedená technologie založení porostu je velmi pracná a hodí se pouze na malé pozemky. Pro velkovýrobní technologii se, logicky, používá založení porostu setím přesnými secími stroji. Semeno se vysévá brzy z jara do řádků širokých 25 – 30 cm do hloubky 2 cm.

Ošetřování porostu v průběhu vegetace spočívá v udržování povrchu půdy v kyprém stavu. Zejména, vysazují-li se sazenice za vlhka, je nutné ihned po výsadbě plečkovat, aby se zamezilo zatvrdnutí půdy a tvorbě hrud při dalším obdělávání. Další ošetření spočívá v soustavném odplevelování a opakovaném plečkování křížovým způsobem. Z houbových patogenů působí největší škody rez plevová. Ze škůdců mšice, křisci, ploštice, svilušky, nosatčící, dřepčící. Proti škůdcům lze použít standardní přípravky na ochranu rostlin.

Pro farmaceutické využití se sbírá květ, nejlépe bez kalicha, za suchého počasí krátce před rozvinutím (červen až září). Suší se ve stínu nebo při umělém sušení za teplot do 50 °C. Sklizeň pro energetické využití je možno provádět rezačkami. Při sklizni posekaných a na poli předsušených rostlin lze použít také lis na balíky.

Nepotravinářské využití produkce

Topolovka se pěstuje hlavně pro její využití v léčitelství nebo jako okrasná rostlina. Největší obsah účinných látek je v květu. Díky vysoké produkci fyto-masy (závislá na agroekologických podmínkách a kvalitě založení porostu) lze topolovku lze využít pro energetické účely, hlavně pro spalování (spalné teplo sušiny celých rostlin je v průměru 17,92 GJ.t⁻¹).

4. 3 Komonice bílá (*Melilotus albus* L., syn. *Melilotus alba* Medik.)

Rod komonice zahrnuje asi 20 druhům vyskytujících se v mírných až subtropických oblastech v Evropě, severní Africe a Asii. V české květeně je rod komonice zastoupen celkem

4 původními druhy. Zdaleka nejhojnější je komonice bílá (*Melilotus albus* L.) a komonice lékařská (*Melilotus officinalis* L.), vyskytující se na většině území od nížin do podhůří. Komonice bílá a komonice lékařská jsou v ČR vysévány jako pícniny a na zelené hnojení. Rostliny jsou velmi nenáročné na půdně – klimatické podmínky. Mohutný kořenový systém jim umožňuje růst na málo úrodných půdách a snášet delší období sucha.

Biologická charakteristika

Komonice jsou jednoleté nebo dvouleté byliny z čeledi bobovité (*Fabaceae*) se silným dlouhým kořenem a přímou nebo vystoupavou rozvětvenou lodyhou. Listy jsou trojčetné, s pilovitými (výjimečně téměř celokrajnými) lístky a téměř nebo zcela celokrajnými palisty. Postranní lístky jsou téměř přisedlé, koncový je zřetelně řapíkatý. Květy jsou bílé (komonice bílá) nebo žluté, drobné, uspořádané v prodloužených úžlabních hroznech. Koruna je opadavá, s podlouhle obvejčitou a na vrcholu uťatou až mírně vykrojenou pavézou, úzkými křídly a srpovitým tupým člunkem. Semeník je přisedlý nebo krátce stopkatý, se 2 až 8 vajíčky a nitkovitou prohnutou a často vytrvalou čnělkou zakončenou drobnou bliznou. Plody jsou obvejčité, široce elipsoidní až téměř kulovité lusky. Obsahují 1 až 2 vejcovitá semena. HTS je 1,8 – 2,3 g. Jednoletá forma kvete v roce výsevu a dává semeno už v prvním roce. Dvouletá forma v roce výsevu nekvete a semeno dává až v druhém roce.

Požadavky na půdně – klimatické podmínky

Komonice preferuje půdy středně těžké až lehké, snáší půdy skeletovité, hlinité až hlinitopísčité. Upřednostňuje sušší a slunná stanoviště, málo humózní neutrální až alkalické půdy. Daří se jí i na půdách málo úrodných a neplodných. Nesnáší půdy zamokřené a velmi těžké. Je to jedna z nejméně náročných plodin na stanovištní podmínky z čeledi bobovitých. Je zvláště vhodná pro okrajové (marginální) oblasti.

Agrotechnika komonice

Ideální je zařadit komonici na pozemek po hnojených okopaninách nebo luskovinách. Nicméně, lze ji zařadit mezi dvě obilniny, což je běžné. Používá se jako pícnina, meliorační rostlina pro neplodné půdy a jako plodina pro zelené hnojení.

Vhodná je aplikace minerálních hnojiv v množství 0 – 30 kg K a 60 – 120 kg P na hektar, s aplikací na podzim nebo na jaře v době přípravy půdy. Velmi vhodná je na výsypkách a podobných extrémních stanovištích i předběžná aplikace organických hnojiv nejlépe kompostové kvality v dávce 40 – 60 t.ha⁻¹. Pokud nebyla použita organická hnojiva,

doporučuje se těsně před setím provést aplikaci iniciační dávky dusíkatých hnojiv 30 – 45 kg N na hektar .

V případě sklizně na zeleno pro produkční účely je vhodné posklizňové přihnojení, např. kejdou v dávce 5 t.ha⁻¹ nebo NPK 20 – 30 kg na 1 ha. V případě použití biomasy na bioplyn je velmi výhodné zpětné využití digestátu z bioplynové stanice pro závlahové hnojení (pokud se nejedná o zemědělskou BPS, musí být kvalita digestátu doložená certifikátem kvality hnojiva). V případě sklizně biomasy komonice po ukončení vegetace nebo při extenzivní zemědělské rekultivaci žádné dodatečné přihnojení není zpravidla prováděno.

Optimální postup přípravy půdy zahrnuje podzimní středně hlubokou až hlubokou orbu. Vhodná je rovněž podzimní aplikace K a P. Na jaře se provádí běžná předsetřová příprava půdy.

Komonice se pěstuje jako čistá kultura, nebo ve směsi s úročníkem a inkarnátem. Výsev v čisté kultuře je 20 kg.ha⁻¹. Optimálním termínem pro setí komonice jsou rané jarní termíny, tj. od časného jara do konce dubna. Setí se provádí do širokých řádků (dle dostupné secí techniky 24 – 48 cm). V případě setí směsi jednoleté a dvouleté odrůdy komonice je doporučován výsevek po 15 – 20 kg.ha⁻¹ od každé odrůdy.

Osivo vyžaduje mechanickou skarifikaci za účelem narušení vrchní velmi odolné slupky s následnou inokulací rhizobiálními mikrobiologickými preparáty. Výsev semen se provádí do hloubky cca 1 – 1,5 cm na těžkých půdách, 1,5 – 2,5 cm na půdách středně těžkých a 2,0 – 3,5 cm na půdách lehkých. Po setí je třeba provést válení, zejména při nižší zásobě půdní vlhkosti.

Proti působení patogenů je komonice velmi odolná. Občas se vyskytuje poškození dřepčíkem nebo květopasem. Z houbových chorob se může vyskytnout padlí. Na vzešlé plevely se před setím aplikují herbicidy totálního charakteru. V prvním roce pěstování jsou porosty komonice, stejně jako většiny ostatních vytrvalých vysokoprodukčních rostlin, velice náročné na řádné odplevelení. Klíčící rostliny jsou drobné, objevují se za 2 – 3 týdny po výsevu. První dva měsíce rostou velice pomalu. Jedním z univerzálních způsobů likvidace plevelů u mladých porostů komonice je sečení a mulčování plevely, které se provádí ve výšce 3 – 5 cm nad zemí. Na pozemcích silně zaplevelených jednoděložnými plevely (zejména pýřem) je nutné provádět likvidaci pomocí graminicidů.

Díky vysokému výnosu nadzemní biomasy a jejímu chemickému složení je komonice perspektivní vysokoprodukční pro výrobu bioplynu. Při využití fytomasy komonice na krmivo nebo za účelem produkce bioplynu jsou rostliny sklizeny na zeleno při sušině cca 18 – 22 %. Je to obvykle ve stádiu nasazení poupat až kvetení. V tomto případě lze sklízet 2 – 3 ×

za vegetaci a výnosy zelené hmoty dosahují cca 20 – 40 tun zelené hmoty z 1 ha. Jednoletá forma (jednoleté odrůdy) poskytuje obvykle o 20 – 40 % nižší výnosy u jednotlivých sklizní než forma dvouletá.

Komonici lze poměrně dobře silážovat a tím konzervovat krmivo nebo surovinu pro produkci bioplynu. Obzvláště vhodná je příprava siláže ze směsi komonice a travních druhů. Přídavek trav zlepšuje silážovatelnost a výtěžnost bioplynu. Výhodou silážování z hlediska krmivářského využití je odstranění kumarinu. Komonice již při první seči v době květu zabezpečuje v průměru 6 – 8 t.ha⁻¹ výnosu suché fytomasy.

Sklizeň komonice v suchém stavu po ukončení vegetace a využití pro přímé spalování není jako i u ostatních jetelovin s ohledem na vyšší obsah dusíku (leguminóza) vhodná.

Nepotravinářské využití produkce

Komonice bílá má rozsáhlý potenciál víceúčelového využití jako plodina krmná, technická, energetická, medonosná, meliorační a půdoochranná. Potenciál využití komonice bílé v praxi je tak spojený s možností jejího využití pro biologickou revitalizaci antropogenně poškozených území a zúrodnění nízkoproduktivních půd a zemin, zejména důlních výsypek (s možností využití fytomasy pro energetické účely).

Komonice má jako i většina ostatních bobovitých rostlin dobře vyvinutou kořenovou soustavu, díky čemuž je schopna intenzivně zúrodnovat půdu – kypřit, provzdušňovat, zlepšovat strukturu. Komonice je nejvhodnější z jetelovin pro iniciační stádium biologické rekultivace výsypek také z důvodu nenáročnosti na půdní a agrotechnické podmínky pěstování.

4. 4 Ozdobnice (*Miscanthus* sp.)

Ozdobnice je rostlina, o které se v ČR v současné době intenzivně uvažuje jako o alternativním zdroji obnovitelné energie a suroviny pro průmyslové využití. Dosud byla pěstována a využívána jen jako ozdobná rostlina. V posledních desetiletích byly realizovány pokusy s jejím velkoplošným pěstováním. Za příznivých pěstitelských podmínek může poskytovat až přes 30 tun sušiny nadzemní fytomasy z hektaru.

Pěstování ozdobnice je však limitováno dvěma nevýhodami, které se současný výzkum snaží eliminovat. První nevýhodou je, že porost ozdobnice může v prvním roce po založení za nepříznivých podmínek vymrznout. V dalších letech, kdy jsou sazenice již dobře zakořeněny, k vymrznání nedochází. Další nevýhodou je zatím drahá sadba. V současné době je v Evropě vysázeno několik set ha ozdobnice, z toho asi 80 % této výměry se nalézá v

Německu a Nizozemí. Polní pokusy s touto rostlinou jsou prováděny skoro ve všech zemích EU. Považována je za jeden z nejperspektivnějších druhů pro fytoenergetické využití.

Biologická charakteristika

Ozdobnici lze obecně charakterizovat jako vytrvalou travu vysokého vzrůstu, dosahující za příznivých podmínek enormních výnosů sušiny fytomasy. Rostliny ozdobnice dobře využívají sluneční energii, vodu, živiny a jsou značně odolné proti chorobám a škůdcům. Rod *Miscanthus* je přirozeně rozšířen převážně v tropických a mírných oblastech. Zahrnuje celkem 33 taxonů. Původní domovinou ozdobnice je východní Asie, kde se v určitém rozsahu používala jako krmná plodina, nebo na výsadby při protierozní ochraně. Do Evropy byla nejspíše poprvé přivezena v roce 1935 do Dánska. Přivezený klon se vyznačoval mimořádnou vzrůstností a byl proto označován jako *Miscanthus sinensis* „*Giganteus*“. Z tohoto původního vzrůstného klonu pochází většina soudobé výsadby používané v Evropě.

Botanicky se ozdobnice (*Miscanthus*) řadí do čeledi lipnicovité (*Poaceae*). Je to vytrvalá rostlina typu C4. Květenstvím je lata – široká, okolíkatě patrovitá, s odvislými větvkami. Kořenový systém ozdobnice narůstá v prvním roce až do září. I když kořeny ozdobnice rostou hlouběji než do 1 metru, maximální hustota kořenů byla zjištěna v orniční vrstvě. Také největší část rhizomů (oddenků) je v hloubce do 15 cm. Oddenek je dřevnatý. Prvním rokem vytváří ozdobnice více hmoty v půdě než nad jejím povrchem.

Požadavky na půdně – klimatické podmínky

Ozdobnice se jeví jako perspektivní rostlina pro energetické využití zvláště v teplejších oblastech. Při jejím pěstování je možno využívat mnoha výhod, jako je dosahování každoročních vysokých výnosů sušiny fytomasy, vysoce efektivní využívání vody při tvorbě fytomasy, vysoce efektivní využívání dusíku, sklizeň běžně používanými sklizňovými mechanizmy apod.

U ozdobnice jsou kladeny vyšší nároky na klimatické než na půdní podmínky. Předpokladem vysokých výnosů fytomasy jsou, kromě dostatečných srážkových úhrnů, vyšší teploty v průběhu vegetační doby, tj. od konce května do konce září. Přesto je ozdobnice, podle literatury, méně náročná na teplotu než např. čirok. Nároky na půdu nejsou tak vyhraněné. Nejlépe se jí daří na lehčích strukturních půdách. Doporučují se humózní písčité půdy s vysokou hladinou podzemní vody (ne více než 60 cm) s malým nebo žádným zaplevelením vytrvalými plevely (např. pýr, šťovíky). pH půdy je optimální v rozmezí 5,5 až 6,5. Při pH nad 7,0 byly pozorovány výnosové deprese.

Plodina dobře hospodaří s vodou, její koeficient transpirace je kolem 250 litrů na kg sušiny. Přesto, pro dosažení 40 tun sušiny ozdobnice z hektaru je teoreticky potřeba 1000 mm srážek. Na více než 60 % území ČR roční úhrn srážek dosahuje 600 – 800 mm.

Agrotechnika ozdobnice

Sazenice nebo rhizomy je nejlépe sázet po dobrých předplodinách. Ozdobnici je možno pěstovat nejlépe po okopaninách, luskovinách, obilninách. V SRN se doporučuje sázet po tritikale, řepce, čiroku, kukuřici. Porost ozdobnice by měl být založen minimálně na 10 až 20let.

Na dobře zásobených půdách se obejde ozdobnice v prvním roce bez přihnojení minerálními hnojivy. Na půdách s menší zásobou živin se doporučuje hnojit již prvním rokem do poloviny června jednorázově do 50 kg.ha⁻¹ N. V dalších letech se velikost dávky přizpůsobuje zásobě živin v půdě a dosahovaným výnosům. V průměru se doporučuje hnojit druhým rokem a další léta 70 kg.ha⁻¹ K, 40 kg.ha⁻¹ P a 50 – 100 kg.ha⁻¹ N, nejlépe na jaře, dusík od jara do poloviny července. V Rakousku bylo s úspěchem použito i hnojení kejdou skotu v dávce 30 m³.ha⁻¹.

Ozdobnice reaguje příznivě na závlahu, zvláště na lehčích písčitéch půdách. Zavlažované porosty ozdobnice dosahují v jižní Evropě na podzim výnosů více než 30 t.ha⁻¹ sušiny, zatímco nezavlažované porosty „pouze“ 10 až 25 t.ha⁻¹ sušiny.

Pro ozdobnici je nejlépe vybrat, pokud možno, nezaplevelený pozemek s výše uvedenými parametry a po vhodné předplodině. Na podzim je nutno provést podmítku s rozmělněním posklizňových zbytků a hlubokou orbu. Před sázením na jaře následuje příprava set'ového lůžka s prokypřením půdy do hloubky 10 cm (pro mechanické vysazování), mechanické a chemické hubení plevelů. Do půdy se sází buď rostliny vypěstované *in vitro*, nejlépe takové, které přečkaly již jednu zimu, nebo rhizomy (kořenové oddenky) dlouhé minimálně 3 – 4 cm, lépe kolem 10 cm (rostliny se lépe ujímají), případně odkopky.

Pro eliminaci rizika vymrzání v prvním roce se někdy doporučuje založený porost přikrýt na první zimu např. slámou ve vrstvě 100 – 150 mm, což odpovídá množství slámy cca 3 t.ha⁻¹. Podstatně levnější a snáze proveditelný je výsev např. hořčice bílé (nebo jiné vhodné přes zimu vymrzající plodiny) do meziřádků koncem července nebo začátkem srpna v roce výsadby, který je stejně účinný jako přikrytí slámou. Porost hořčice potom přes zimu vymrzne a vytvoří ochranný mulč.

Ozdobnice se sází v době, kdy je teplota půdy vyšší než 10 °C, tj. od poloviny května do poloviny července, a to na hustotu porostu od 10 tisíc ks.ha⁻¹ do 20 tisíc ks.ha⁻¹. Při

výsadbě rostlin vypěstovaných in vitro je vhodné kořenové baly sazenic navlhčit a vysazený porost pokud možno zavlažovat. Velkoplošně je možno sázet modifikovanými sazeči na cibuli, nebo stroji na výsadbu lesních stromků.

Porosty zakládané z rhizomů je třeba sázet dříve než rhizomy začnou pučet, aby se mladé výhonky při manipulaci neolámaly. V našich klimatických podmínkách by měly být rhizomy vyorány, roztrženy a vysázeny na pole nejpozději do poloviny dubna. Podobně jako u topinamburu se tak i u ozdobnice doporučuje jarní vyorání rhizomů, neboť je z mnoha stránek výhodnější. Přes zimní období dojde k narušení komplexního balu kořenů, rhizomů a půdy mrazem. V této době jsou baly méně zhutněné a proto je při použití velkovýrobní technologie práce sklízečů spolehlivější. Rhizomy také bez delšího uskladnění tolik nevysychají. Rhizomy pro výsadbu lze velkovýrobně sklízet rotačním kultivátorem a následným sběrem upravenými sklízeči na brambory. Ozdobnici určenou pro množení z rhizomů je třeba ale vysazovat do lehčích písčitých půd, protože vytrřasače sklízeče na brambory nejsou na těžkých půdách schopny oddělit rhizomy od půdy.

Druhým rokem je možno dosazovat v místech, kde se sazenice neujaly nebo vyzimovaly, buď novými sazenicemi nebo oddenky z vlastních zdrojů. Druhým rokem se používá plečkování (pouze při pozdním termínu sázení v předešlém roce nebo při silném výskytu plevelů). Pokud je k dispozici závlaha, doporučují se v průběhu vegetace 2 až 3 dávky po 30 mm.

Porosty ozdobnice nejsou v současné době výrazněji napadány patogeny, proto není třeba používat chemickou ochranu. V Evropě bylo v některých oblastech zjištěno v omezené míře napadení stonků patogenem *Rhizoctonia sp.* a dále hniloba kořenů způsobená *Pythium sp.* Při vysoké půdní vlhkosti a trvajícím zamokření se vyskytuje napadení *Basidiomycetami*. Při dlouhodobém pěstování v ČR nebyl v polních podmínkách zjištěn silnější výskyt chorob ani škůdců.

První rok po výsadbě, než se porost zapojí, je možno používat mechanické hubení plevelů (např. prutovými branami) nebo aplikovat herbicidy. Druhým nebo spíše třetím rokem není většinou již potřeba používat prostředky na ochranu rostlin. Opadávající listová hmota totiž vytváří vrstvu mulče, která potlačuje růst plevelů. Kromě toho dochází k neustálému rozšiřování oddenkových částí, ze kterých ozdobnice každoročně dorůstá.

Sklizeň je možno provádět řezačkami, kterými se sklízí kukuřice, převážně od listopadu do března. Ze sklizené fytomasy je možné lisovat pelety pro úsporu transportních a skladovacích kapacit. Na peletizaci se vynakládá méně než 5 % energetického obsahu ozdobnice a navíc s peletami je možno lehce manipulovat. Při peletizaci je možno počítat

zhruba se 40 m³ skladovacího prostoru při sklizni z jednoho hektaru, což je daleko méně v porovnání např. s volně loženou nařezanou slámou, která má nízkou objemovou hmotnost (kolem 80 kg.m⁻³) a potřebu skladovací plochy kolem 250 m³ na 1 ha.

Sklizenou slámu je dále možno lisovat do balíků, nebo pro stavební účely sklízet neslisovanou (stavební materiál). Různými technologiemi sklizně ozdobnice se zabývali např. v Holandsku nebo v Dánsku. Dánové pro sklizeň ozdobnice doporučují následující sklizňové mechanizmy:

1. Adapter na sklizeň kukuřice nezávislý na rozteči řádků. Výhodou této sklizně je, že sklizeň může být prováděna bez přerušení a že se můžeme vyhnout sběru vlhkých zlomků (fragmentů) listů roztroušených na zemi.
2. Sklízecí žací stroj a lis na obří balíky. Výhodou této technologie je, že je vysoce výkonná a že následné nakládání, transport a skladování může být uskutečněno úsporně.
3. Lis na velké balíky spojený s žacím ústrojím. Výhodou této technologie je, že celý proces sklizně může být proveden jediným strojem s relativně malým odpadem a že se sklizenou ozdobnicí může být nakládáno racionálně.

V Německu doporučují sklízet ozdobnici žacími stroji, posekaný materiál se lisuje svinovacími lisy a balíky se nakládají k odvozu na velkoobjemové přívěsy. Balíky se vozí do skladu, kde se skladují tak, že se nechávají mezery mezi jednotlivými balíky, aby mohly lépe větrat (vysychat).

Ozdobnice se v prvním roce (rok výsadby) nesklízí. Ve druhém roce dává do 10 t.ha⁻¹ sušiny fytomasy, ve třetím roce a dalších 15 – 25 t.ha⁻¹ sušiny, při intenzivním hospodaření i více než 30 t.ha⁻¹ sušiny. Převažuje sklizeň po zimě (únor, březen), neboť odpadnou problémy s dosoušením. V této době má sklizená fytomasa vlhkost kolem 22 až 38 %. Podle našich sledování měla ozdobnice třetím rokem po výsadbě sklizená koncem února v průměru vlhkost 24 %. Pro spalování a hlavně pro případné skladování by měl být obsah vody menší než 25 %. Ztráty fytomasy ozdobnice přes zimní období představují v průměru cca 24,5 %. Při sklizni po zimě je třeba počítat se ztrátami sušiny až 30 % (částečný opad listů a jiné ztráty).

Je otázkou, zda z ekonomického hlediska může případné dosoušení na podzim vyvážit ztrátu fytomasy. Podle zkušeností v ČR je lepší sklízet ozdobnici na jaře. Přitom by se nemělo pouštět ze zřetele, že opad má i příznivé funkce. Například působí jako mulč, který chrání půdu před erozí, zabraňuje na jaře růstu plevelů a v neposlední řadě dochází k vyluhování části živin z opadu. Oproti např. čirokům má ozdobnice výhodu, že přes zimu u *Miscantus* ×

giganteus běžně nedochází k poléhání porostu, které by komplikovalo sklizeň. To neplatí pro druh *Miscantus × sinensis*, kde u většiny klonů dochází přes zimní období k poléhání porostu, zvláště na stanovištích, kde se vyskytuje vyšší sněhová pokrývka. Nadzemní sklízená fytomasa ozdobnice je tvořena asi ze 2/3 stonky a 1/3 listy. Obsah popele je udáván 2 až 3 % (pro slámu obilnin 4 %). Popel tříleté ozdobnice obsahuje cca 10 – 30 % K₂O, 2 – 4 % P₂O₅, 1 – 4 % MgO a 3 – 7 % CaO (chemické složení popela má podstatný význam pro termické využití fytomasy).

V prvních letech po výsadbě ovlivňuje výnosy fytomasy také kvalita sazenic. Sazenice, které byly předpěstovány a ponechány přes zimní období ve skleníku, jsou mohutné a zajišťují vyšší výnosy fytomasy v následujících letech po výsadbě. V polních pokusech v ČR (relativně slabá sadba při zakládání porostů) bylo při květnovém termínu výsadby a podzimním termínu sklizně sklizeno v průměru 0,54 t.ha⁻¹ fytomasy, ve druhém roce 5,04 t.ha⁻¹ a ve třetím roce 10,59 t.ha⁻¹ sušiny fytomasy. V následujících letech bylo v řepařské výrobní oblasti dosaženo průměrných výnosů sušiny sklizené nadzemní fytomasy okolo 20 t.ha⁻¹ (Tabulka 10). Chladné stanoviště v bramborářské výrobní oblasti nevytváří vhodné podmínky pro tvorbu výnosů teplomilné ozdobnice (zvláště v počátečních letech po založení porostu). Nejvýnosnější genotypy ozdobnice pěstované v Dánsku a Švédsku patřily mezi nejméně výnosné v Portugalsku a Německu, což poukazuje na silné interakce mezi genotypy a prostředím.

Hnojení dusíkem má příznivý vliv na zvyšování výnosů fytomasy. Zahraniční prameny však udávají, že při vyšších dávkách N (nad 100 kg.ha⁻¹) již nedochází k podstatnému nárůstu množství fytomasy.

Tabulka 10: Výnosy sušiny nadzemní fytomasy ozdobnice v různých termínech sklizně a v různých agroekologických podmínkách v ČR (dlouhodobý průměr)

Stanoviště/Ukazatel	N0	N1	N2	Průměr
Lukavec (BVO)	11,224	11,718	15,697	13,046
Ruzyně (ŘVO)	22,560	30,128	31,118	27,935
Troubsko (ŘVO)	21,772	22,998	23,119	22,511
Průměr	18,519	21,615	23,311	21,164

Poznámka: hnojení dusíkem v minerálních hnojivech (kg.ha⁻¹): N1 = 0, N2 = 50, N3 = 100; BVO = bramborářská, ŘVO = řepařská zemědělská výrobní oblast

Z ekonomických důvodů je riziko vymrzání mladých porostů ozdobnice často diskutováno. Zásadní vliv má charakter zimy s případným výskytem holomrazů. Popsány jsou níže praktické zkušenosti se zakládáním porostů ozdobnice v ČR v minulých letech. Na teplejších stanovištích bylo přezimování slabých sazenic ozdobnice v prvním roce relativně dobré. Přes první zimní období byly zjištěny ztráty okolo 13 % vysazených sazenic. Zjištěných 13 % ztrát většinou nešlo na vrub úhynu přes zimu, ale většina sazenic zahynula již po výsadbě (8 %), kdy se velmi slabé sazenice i přes intenzivní péči neujaly. V bramborářské výrobní oblasti (600 m n. m.) uhynulo 50 % z vysazených sazenic. Pouze na jediném stanovišti (okrajová ŘVO) většina sazenic vysazených ve stejném roce nepřežila do druhého roku po výsadbě. Důvody úhynu se však nepodařilo uspokojivě vysvětlit. I další výsadba (jarní) v podmínkách ŘVO z rhizomů délky 5 – 10 cm byla úspěšná. Porost dobře vzešel a přes první zimní období nebyly zaznamenány žádné úhyny rostlin.

Při konečné likvidaci porostu ozdobnice je možno použít několika metod. Jednou je chemická likvidace nově rašících výhonků (totálním herbicidem), která se provádí na jaře. Při případném opakovaném obražení je nutná následná druhá aplikace přípravku, která zpravidla vede k celkovému úhynu rostliny. Další možností je vyorání rhizomů rotačním kultivátorem na povrch půdy v podzimním termínu, když rhizomy přes zimní období zmrznou. Přežívající rostliny je možné na jaře likvidovat totálním herbicidem. V Koreji používají proti ozdobnici rostoucí jako plevel herbicid s účinnou látkou 2,2,3,3, tetrafluoropropionát sodný.

U pěstování ozdobnice představuje největší nákladovou položku sadba. Při počtu sazenic vypěstovaných z tkáňových kultur 10 tis. ks.ha⁻¹ je nutné počítat s náklady nejméně kolem 120 tis. Kč.ha⁻¹. Levněji vyjdou porosty ozdobnice mechanicky založené z rhizomů. Dánové uvádějí, že mechanicky založené porosty z rhizomů vyjdou 5 × levněji, než porosty založené z tkáňových kultur. Pokud by byla k dispozici sadba z vlastních rhizomů, založení porostu by vyšlo ještě levněji.

Nepotravinářské využití produkce

S ozdobnicí se v Evropě počítá hlavně pro energetické účely na výrobu tepla (přímé spalování nebo pyrolýza). Je to jeden z nejperspektivnějších druhů (nebo možná vůbec nejperspektivnější druh vůbec) pro produkci energetické fytomasy v Evropě. Spalné teplo celých rostlin je kolem 19,0 GJ.t⁻¹ sušiny, což je více než u našeho běžně používaného hnědého uhlí. Spalování balíků ozdobnice v kotli se ukazuje jako čistší než spalování pšeničné slámy pravděpodobně proto, že i přes větší hustotu jsou balíky pórovitější, což dává větší možnost průchodu vzduchu mezi silnými stébly při spalování. Obsah popela je u

ozdobnice menší než u obilné slámy. Popel ze spálené fytomasy se dá použít k hnojení na poli, když pro dřevní popel se doporučují dávky na zemědělskou půdu maximálně 8 t.ha⁻¹ za tři roky. Popel z ozdobnice i dalších zemědělských plodin je zdrojem hlavně draslíku a fosforu.

S ozdobnicí se počítá jako s výborným zdrojem suroviny pro výrobu buničiny. Vysoký obsah celulózy kolem 40 % řadí ozdobnici k velkým konkurentům dosud běžně používaných dřevin pro výrobu buničiny.

Ozdobnici lze dobře využít i ve stavebním průmyslu. Lze jí použít jako materiálu pro výrobu dřevovláknitých desek, dřevitých lepenek nebo rohoží. Z ozdobnice se dále vyrábějí snadno likvidovatelné obalové materiály.

Vytrvalé porosty ozdobnice jsou zajímavé také z hlediska ochrany půdy před erozí a z krajinářského a agroenvironmentálního hlediska. Ozdobnici lze pěstovat jako dekorativní rostlinu v parcích nebo zahradách. Pro mohutný vzrůst je ozdobnice využívána jako optická clona nebo ve skupinách před porosty dřevin. V zahradách se dá ozdobnice využít jako soliter nebo v menších skupinách. Všechny druhy raší poměrně pozdě a proto hlavního dekorativního účinku dosahují od poloviny léta až do jara. Uschlé nadzemní části se odstraňují až v dubnu. Květenství se hodí k řezu a další úpravě do suchých dekorací.

Z výsledků výzkumu z mnoha zemí Evropy vyplývá, že tento rostlinný druh je velmi zajímavý z hlediska produkce a využívání rostlinných surovin. Výnosový potenciál ozdobnice předstihuje možnosti většiny domácích druhů. I přes některé výše nastíněné problematické otázky a problémy, které se současně běžící výzkumné programy snaží řešit, lze již nyní konstatovat, že ozdobnici čínskou lze považovat za významný zdroj surovin pro průmyslové a energetické využití.

4. 5 Šťovík (*Rumex patientia* L. × *Rumex tianshanicus* A. Los.)

Kulturní šťovík je statná, vytrvalá rostlina. Jedná se o křížence (hybrid) šťovíku zahradního *Rumex patientia* L. (mateřská linie) a šťovíku tjanšanského *Rumex tianshanicus* A. Los. (otcovská linie). Vyšlechtěn byl na Ukrajině, kde je pěstován pro pícninářské účely. Do ČR byl dovezen jako vysokoproduktivní druh, vhodný pro fytoenergetické účely. Osevní plocha šťovíku v ČR činila i několik tisíc hektarů.

Biologická charakteristika

Jako perspektivní energetická plodina je v ČR pěstován experimentálně od roku 1992, provozně od roku 2001. Je to statná vytrvalá rostlina, která dosahuje výšky 220 – 250 cm. Od

druhého roku, v případě dobrého založení porostu, dosahuje výnosu až 10 tun suché hmoty z hektaru. Má křovitý, větvený kořen, dosahující hloubky 1,5 až 2,0 m. Květy jsou malé, dvoudomé, růžové barvy, opylované větrem. Jsou uloženy v latách dosahujících délky 60 – 120 cm. HTS je 3,0 až 3,3 g.

Požadavky na půdně – klimatické podmínky

Při výběru vhodné lokality pro šťovík je třeba zohlednit kvalitu půdy a její zaplevelení, nadmořskou výšku (i když je rostlina mrazuvzdorná a na teplo nenáročná), množství srážek (dostupnost vláhy pro produkci vysokého množství fytomasy) a vláhovou jistotu ve vegetačním období. Šťovík je plodinou nenáročnou na půdní podmínky s výjimkou půd silně kyselých s pH pod 5,0 a půd zamokřených. Optimální jsou středně těžké humózní a vodopropustné půdy. Lehké a kamenité půdy jsou méně vhodné z důvodu špatného zásobování rostlin vodou. Rovněž tak půdy těžké a zejména velmi těžké jsou méně vhodné. Snáší však dobře i kamenité chudší půdy. Špatnou kombinací je vysoká kamenitost půd a vysoká pravděpodobnost výskytu suchého období (nad 20 %).

Je to velmi raná plodina dobře využívající zimní vláhu. V agroekologických podmínkách ČR dosahuje nejvyšších výnosů Českomoravské vrchovině na středně těžkých půdách (bramborářská oblast), kde nejsou nejurodnější půdy, ale je zde dostatek srážek.

Agrotechnika šťovíku

Z hlediska agrotechniky není pěstování šťovíku náročné. Při jeho pěstování, od přípravy půdy do sklizně, se používá běžná zemědělská technika a postupy obdobné jako u klasických zemědělských plodin.

Šťovík je nenáročný na předplodinu. Porosty se mohou zakládat prakticky po většině předplodin. Vhodnou předplodinou jsou luskoviny, luskovinoobilní směsky a obilniny. Dobrou předplodinou jsou také brambory, řepka, travní porosty. Méně vhodnou předplodinou jsou, hlavně z hlediska výskytu plevelů a rizika výskytu reziduí herbicidů, řepa a kukuřice.

Na hnojení není šťovík náročný, doporučuje se pouze při založení porostu. V dalších letech nemusí být hnojen vůbec (extenzivní technologie) nebo jsou aplikovány omezené až průměrné udržovací dávky minerálních hnojiv (standardní a intenzivní technologie). Při intenzivní technologii pěstování se doporučují regenerační hnojení N na jaře na počátku obrůstání (březen až duben) v dávce 40 až 60 kg.ha⁻¹ N (LAV, LV) a také každoroční přihnojení minerálním hnojivem P a K na jaře nebo po sklizni při nízkém obsahu prvků v půdě (v dávce 240 až 360 kg.ha⁻¹ 19% superfosfátu a 120 až 160 kg.ha⁻¹ 60% draselné soli).

Porost se zakládá na jaře. Termín setí lze posunout až do května, případně při příznivých srážkových podmínkách až do první poloviny června. Vysévá se 5 až 6 kg osiva na jeden hektar. Osiva je v ČR dostatek, je licencované (odrůda Uteuša). Na Ukrajině je registrováno více odrůd. Hloubka setí je 1 až 1,5 cm, šířka řádků 12,5 – 25 cm. Optimální vzdálenost mezi jednotlivými rostlinami je 6 až 10 cm. Setí je možné provádět běžnou zemědělskou mechanizací. Klíčení a zakořeňování šťovíku probíhá v prvním roce pozvolna, proto je třeba dbát na řádné odplevelení pozemku, nejlépe ošetřením herbicidy před zasetím.

Pro energetické účely se v prvním roce šťovík běžně nesklízí. Pokud se vytvoří plně zapojený porost, lze jej na podzim sklídit na zelené krmení, nebo jako příměs do siláže. Po zakořeňování a zapojení porostu pak šťovík dobře přezimuje.

Ochranu proti plevelům lze v průběhu prvního vegetačního roku provádět zpravidla pouze mechanicky – odplevelovací sečí, protože nejsou prozatím známy selektivní herbicidy. Tento způsob ošetření je v provozních podmínkách ověřen a je účinný. Na ochranu porostu proti zaplevelení je šťovík vysoce náročný pouze v prvním roce pěstování. V dalších letech tato raná plodina, je-li porost optimálně založen, potlačí prakticky všechny plevele a proto ochranu potřebuje jen výjimečně.

Nároky šťovíku na ochranu proti škůdcům a plevelům stoupají v suchých letech. Výskyt škůdců (především zlatohlávek a dřepčák) je pozorován v pozdějších stádiích růstu, kdy již nemůže zásadně ovlivnit výnosy, a proto nevyžaduje aplikaci prostředků na ochranu rostlin. V případě výskytu škůdců v raných stádiích růstu je však nutno počítat s chemickou ochranou porostu. Na jaře ve druhém roce po zasetí šťovík rychle obrůstá a během krátkého období, od dubna do konce května dosahuje plné výšky. Koncem května je zpravidla již v plném květu a začátkem července dozrává.

Nepotravinářské využití produkce

Z energetického hlediska lze šťovík použít jak k výrobě bioplynu tak ke spalování. Sklizeň energetického šťovíku je třeba provádět ještě před plným dozráním semen aby se nevydrolila. V první dekádě července je šťovík již dostatečně zaschlý, což je pro energetické účely potřebné. Není třeba jej dosušet. Sklízí se buď silážní řezačkou, obdobně jako kukuřice, nebo jej lze posekat na řádky a následně slisovat do balíků jako slámu. Hlavní sklizeň pro energetické účely se provádí jedenkrát ročně začátkem července. Po této sklizni je vhodné porost šťovíku prokypřit vláčením. Vlácení je třeba provést brzy, neboť po sklizni šťovík obrůstá velmi rychle. Doporučuje se toto opatření provést alespoň 1× za dva roky. Vlácení lze provést také brzy na jaře, pokud to půdní vlhkost dovolí.

Tento druh byl původně vypěstován pro krmné účely. Proto snáší dobře i několikanásobnou seč během roku. Z tohoto důvodu jej lze využít také na výrobu bioplynu. Lze jej sklízet podobně jako trávy 3× do roka. Sklizenou fytomasu (s obsahem sušiny nejlépe kolem 30 %) lze dodat přímo do bioplynové stanice nebo silážovat jako kukuřici.

Maximální výnosy dosažené v parcelkových polních pokusech (vystihují potenciál druhu při pěstování v ideálních podmínkách) se pohybovaly od 15 do 20 t.ha⁻¹ suché hmoty. U šťovíku je často udávána vytrvalost porostu na pozemku až 15 let. Výsledky z provozu ukazují dlouhodobé průměrné výnosy okolo 5 t.ha⁻¹ s nutností kultivačních zásahů během vegetace a vytrvalosti porostu na jednom pozemku 5 – 7 let.

Pěstování šťovíku je v současné době zaměřeno hlavně na energetické využití (pro pícninářské účely není využíván). Používá se na přímé spalování nebo lépe na kogeneraci – kombinovanou výrobu elektřiny a tepla. Průměrné spalné teplo sušiny celé rostliny šťovíku je 17,39 GJ.t⁻¹.

4. 6 Křídlatka (*Reynoutria* sp.)

Křídlatky japonská a sachalinská byly do západní Evropy přivezeny v 19. století jako okrasné rostliny. Byly a jsou často pro svůj dekorativní vzhled pěstovány v zahradách a parcích, odkud se dostaly do volné přírody. Křídlatky jsou z pohledu druhové biodiverzity velmi kontroverzní rostliny. Z botanického a environmentálního hlediska jsou (právem) řazeny k cizím, invazním, agresivním rostlinám. Na druhé straně jsou to ale rostliny s vysokým výnosem fytomasy a značným fytoenergetickým potenciálem.

Biologická charakteristika

Křídlatky se dají obecně charakterizovat jako vytrvalé byliny vyššího vzrůstu, nenáročné na půdu, produkující většinou vysoké výnosy fytomasy. V ČR jsou zastoupeny tři druhy křídlatek. Křídlatka japonská a křídlatka sachalinská nejsou u nás původní. Křídlatka česká vznikla vzájemnou samovolnou hybridizací předchozích dvou druhů. Kříženec křídlatka česká *Reynoutria* × *bohemica* Chrtek et Chrtková, byl popsán v roce 1983 na lokalitě nedaleko lázní Běloves u Náchoda. Jednotlivé druhy křídlatek se dají rozlišovat podle listů, květenství a tvaru nažek.

Křídlatka japonská je nejmenšího vzrůstu a dává také i nejnižší výnosy fytomasy. Původní areál křídlatky japonské (*Reynoutria japonica*) zahrnuje Japonsko, obě Koreje, Taiwan a Čínu. Původní areál křídlatky sachalinské (*Reynoutria sachalinensis*) zahrnuje jižní Sachalin, jižní Kurily a sever Japonska. Rod je taxonomicky řazen do čeledi rdesnovité

(*Polygonaceae*). Jedná se o C3 rostliny s bohatě rozvětvenými a silnými dlouhými oddenky. Lodyhy jsou statné, přímé, větvené, silné, duté. Listy řapíkaté, celistvé, celokrajné, dvouřadě do plochy rozložené, nejčastěji podlouhle vejčité až široce vejčité.

Květenství úžlabní nebo koncové, laty složené z různě dlouhých lichoklasů. Plodem je trojhranná nažka zcela uzavřená v okvětí.

Délka vegetační doby trvá asi 8 měsíců. Prýty vyrážejí nad povrch půdy v dubnu. Růst prýtů v květnu je velice rychlý. Lodyhy se v tomto období prodlužují v průměru o 4,6 cm za den, což lze srovnat s rychlostí růstu výhonku bambusu.

Křídlatky kvetou od července do října. Vývojová perioda je většinou ukončena prvními mrazíky, kdy uhynou nadzemní části. Zimu přežívá prostřednictvím podzemního systému oddenků, sahajících do hloubky i přes 2 metry, z něhož na jaře raší nové prýty.

Požadavky na půdně – klimatické podmínky

V současné době se křídlatky vyskytují prakticky ve všech státech Evropy, kde se šíří hlavně podél liniových prvků (silnic, vodotečí, železnic) kdy působením nárazů větru, nebo unášením vodou dochází k šíření semen a oddenků. Pro svoje rychlé šíření jsou i ve většině ostatních evropských zemí zařazeny mezi invazivní druhy.

Křídlatky v ČR rostou od nížin až do podhorského stupně hlavně na vlhké až mokré, nitrofilní, nevápnité půdě. Nejlepší podmínky pro růst jsou na stanovištích s hlubší půdou, dostatečnou zásobou živin a s dobrou zásobou vody. Rostou na půdách s rozsahem pH od 4 do 8. Mladé rostliny křídlatky jsou citlivé na pozdní jarní nebo časně podzimní mrazy případně letní sucho. Na rozdíl od ozdobnice se však křídlatce daří i v chladnějších oblastech.

Agrotechnika křídlatky

V případě, že se pěstitel rozhodne pro založení produkčního porostu křídlatky, je možné využít poznatků z dlouhodobých maloparcelových pokusů Výzkumného ústavu rostlinné výroby (VÚRV).

Jako vytrvalá rostlina by měla být křídlatka na pozemku pěstována minimálně na 10 až 15 let. Křídlatka není náročné na předplodinu. Je možné ji pěstovat po okopaninách, luskovinách, obilninách. V SRN se doporučuje sázet ji po tritikale, řepce, čiroku, kukuřici.

Na dobře zásobených půdách se křídlatka obejde prvním rokem bez hnojení. Na půdách s menší zásobou živin se doporučuje hnojit prvním rokem do poloviny června jednorázově do 50 kg.ha⁻¹ N. V dalších letech se velikost dávky přizpůsobuje zásobám živin v půdě a dosahovaným výnosům fytomasy. V zahraničí se při intenzivním pěstování doporučuje

hnojit druhým rokem a v dalších letech 100 kg.ha⁻¹ K, 60 kg.ha⁻¹ P a 100 – 200 kg.ha⁻¹ N nejlépe na jaře. Lze ji přihnojit i kejdou v dávce do 30 m³.ha⁻¹. V pokusech VÚRV dosahovala křídlatka vysokých výnosů i bez jakéhokoli hnojení.

Velkovýrobní zpracování půdy zahrnuje podmínku s rozmělněním posklizňových zbytků předplodiny a hlubokou orbu na podzim. Na jaře přípravu seťového lůžka, rozmělnění půdy do 10 cm (pro mechanické vysazování), hubení plevelů před sázením.

Křídlatka se dá dobře množit rhizomy. Na podzim nebo lépe na jaře v době před rašením křídlatky (do začátku dubna) je možné vyrýpnout a zasadit odkopky do odplevelené a dobře připravené půdy. Vysazují se jeden až tři odkopky na 1 m². Při řidším sponu jsou výnosy v následujících dvou letech nižší. V dalších letech se tato nevýhoda zpravidla eliminuje. Velkoplošně je možno sázet odkopky modifikovanými sazeči na cibuli, nebo stroji na výsadbu lesních stromků.

Z hlediska množení bylo ověřováno, jakou má křídlatka schopnost množit se ze stonkových řízků. Řízky různé délky a z různých částí rostliny byly umístěny do vody, na povrch půdy nebo částečně zasazeny do půdy při plném světle nebo zastínění. Bylo zjištěno, že nejsou významné rozdíly v regeneraci řízků z různých částí stonků. Nejlepší regeneraci vykazaly stonky umístěné ve vodě nebo nepatrně překryté půdou. Nebyl zjištěn průkazný vliv osvětlení na regeneraci. Byla porovnávána regenerace křídlatky z rhizomů a stonků se zjištěním, že 70 % rhizomů regenerovalo, zatímco stonkové řízky regenerovaly pouze ze 4,8 %. Obecně se dá tedy konstatovat, že křídlatka japonská i ostatní druhy křídlatky jsou schopny regenerovat také ze stonkových řízků, což by na jedné straně usnadnilo přípravu materiálu pro velkovýrobní zakládání nových porostů, na druhé straně je to ale negativní zjištění z pohledu rizika nekontrolovatelného šíření této rostliny.

Prováděny byly také pokusy s klíčivostí semen křídlatky japonské v agroekologických podmínkách ČR. Bylo prokázáno, že průkazně vyšší klíčivost semen je po odeznění dormance v jarním období, a to v rozmezí 10,7 % až 73,5 %. Ověřování klíčivosti semen křídlatky japonské původem z okolí Prahy prokázalo laboratorní klíčivost na podzim 18 % v jednom roce a pouze 6 % ve druhém roce.

Z pohledu ochrany rostlin křídlatky proti plevelům lze doporučit použití totálních herbicidů před založením porostu. Od druhého nebo třetího roku již není většinou třeba provádět ochranu rostlin, protože opadávající listová hmota vytváří vrstvu mulče, která potlačuje růst plevelů. Kromě toho dochází k neustálému rozšiřování oddenků, tj. částí, ze kterých křídlatka každoročně vyrůstá.

Způsob sklizně závisí na účelu, ke kterému je křídlatka pěstována. Lze ji sklízet v zeleném stavu i vícekrát za rok (např. pro bioplynové stanice nebo pro biologicky účinné výtažky z listů). Pro energetické účely (spalování) se křídlatka z důvodu nízkých výnosů v prvním roce (rok výsadby) nesklízí. Sklízí se od druhého roku, kdy křídlatky česká a zvláště sachalinská dávají na podzim výnosy nadzemní fytomasy do 10 t.ha⁻¹ sušiny, ve třetím roce a dalších 20 – 25 t.ha⁻¹ sušiny fytomasy, při intenzivním hospodaření i více než 30 t.ha⁻¹ (Tabulky 11 a 12).

Pro produkci fytomasy na spalování je nejvhodnější sklízet křídlatku až po prvních mrazech, kdy ji tyto mrazy vysuší (Tabulka 13). I pozdě na podzim totiž rostliny obsahují ještě značné množství vody. Při zimní nebo jarní sklizni dochází ke ztrátám fytomasy opadem listů a stonků (ztráty celkové nadzemní fytomasy jsou v průměru několik desítek procent v porovnání s podzimním termínem sklizně), ale palivo je možné po odvozu z pole hned spalovat. Materiál má také lepší vlastnosti pro výrobu štěpky, briket nebo pelet a také z hlediska emisí, neboť obsahuje méně dusíku, chlóru apod. v porovnání s dřívějšími termíny sklizně.

Tabulka 11: Výnosy sušiny nadzemní fytomasy křídlatky japonské (t.ha⁻¹) a vlhkost sklizené fytomasy (%) na stanovišti v ŘVO

Rok	Výnos (podzim)	Vlhkost (podzim)	Výnos (jaro)	Vlhkost (jaro)	Rozdíl výnosů Podzim – jaro (%)
1995 (založení)	1,524	68,9	1,220	35,8	19,9
1996	6,107	67,1	3,763	21,6	38,4
1997	5,476	60,3	2,719	20,7	50,3
1998	5,485	70,7	2,808	23,7	48,8
1999	15,893	61,5	6,106	21,5	61,6
2000	7,982	71,5	6,113	20,4	23,4
2001	11,158	68,3	6,776	23,0	39,3
2002	8,360	73,5	6,866	38,7	17,9
Průměr 1995 – 2002	7,774	67,7	4,546	25,7	41,7
Průměr 1997 – 2002	9,059	67,6	5,231	24,8	42,3

Tabulka 12: Výnosy sušiny nadzemní fytomasy křídlatky české (t.ha⁻¹) a vlhkost sklizené fytomasy (%) na stanovišti v ŘVO

Rok	Výnos (podzim)	Vlhkost (podzim)	Výnos (jaro)	Vlhkost (jaro)	Rozdíl výnosů Podzim – jaro (%)
1994 (založení)	2,616	60,4	0,745	17,6	71,5
1995	10,126	68,6	6,841	30,8	33,4
1996	13,292	68,1	10,155	32,3	23,6
1997	28,000	65,0	14,774	16,6	47,2
1998	14,220	72,9	9,403	18,0	33,9
1999	24,360	62,6	12,628	20,5	48,2
2000	16,867	65,7	11,368	18,8	32,6
2001	21,281	63,9	15,430	23,2	27,5
2002	20,432	77,7	17,741	26,5	13,2
Průměr 1994 – 2002	16,799	67,2	11,009	22,7	34,5
Průměr 1996 – 2002	19,779	68,0	13,071	22,3	34,0

Tabulka 13: Výnosy čerstvé hmoty (Č.H.), sušiny fytomasy (t.ha⁻¹) a vlhkost při sklizni (%) křídlatky české v různých termínech sklizně (šestiletý průměr stanovišť)

I odběr (kvetení)			II odběr (podzim)			III odběr (jaro)		
Výnos		Vlhkost	Výnos		Vlhkost	Výnos		Vlhkost
Č.H.	Sušina		Č.H.	Sušina		Č.H.	Sušina	
74,19	23,00	69,0	56,76	21,00	63,0	17,99	14,30	20,5

Sklizeň je možno provádět řezačkami převážně od listopadu do března. Řezanku lze odvézt z pole kontejnery nebo lze křídlatku sklízet, podobně jako ozdobnici, žacími stroji. Posekaný materiál se lisuje svinovacími lisami a balíky se nakládají k odvozu na velkoobjemové přívěsy.

Křídlatky patří, s ohledem na výnosy fytomasy, k nejproduktivnějším rostlinám. Od třetího roku po výsadbě dosahují stabilních vysokých výnosů nadzemní fytomasy. Pokud jde o pěstování křídlatky na fytomasu, je lépe pěstovat výnosnější druhy jako jsou křídlatka česká nebo sachalinská.

Ze Slovenska je uváděn výnos 20 t.ha⁻¹ nadzemní fytomasy křídlatky při počtu prýtů 12 kusů na m². Přitom stonky představovaly 45 – 72 %, listy 15 – 30 %, květenství 3 – 6 % a

laterální větve kolem 15 % z hmotnosti nadzemní části. Podzemní část biomasy vážila 30 t.ha⁻¹ při odběru do hloubky 50 cm.

Při konečné likvidaci porostu křídlatky je možno použít několika metod. Jednou je chemická likvidace nově rašících výhonků totálními herbicidy, která se provádí na jaře, případně opakovaně během vegetace. Potom se však mohou vyskytnout potíže při zakládání následné plodiny v témže roce. Další možnost je vyoráním rhizomů (rotačním kultivátorem) na povrch půdy na podzim, kde rhizomy přes zimní období uschnou a zmrznou. Přežívající zbytek rostlin je možné na jaře následně likvidovat totálním herbicidem. Je možné použít také půdní frézy, kterou lze pozemek podle potřeby několikrát zkultivovat.

Nepotravinářské využití produkce

Křídlatku lze využít, s ohledem na produkované vysoké výnosy sušiny fytomasy z plochy, jako alternativní obnovitelný energetický zdroj. Z mladých zelených rostlin lze vyrábět v bioplynových stanicích bioplyn. Dále lze využít křídlatku jako palivo pro termické využití. Suchá fytomasa křídlatky je materiálem s vysokou výhřevností (průměrná hodnota spalného tepla sušiny nadzemní části celých rostlin je 18,402 GJ.t⁻¹) a malým obsahem popele (5 – 7 %). Jako palivo je křídlatka srovnatelná se suchou dřevní štěpkou – má velmi podobné mechanické a energetické vlastnosti.

5. VÝKONNÉ DRUHY TRAV

Jako zdroj energetické fytomasy lze využít také některé druhy trav, zejména na stanovištích s vyšší nadmořskou výškou (nad 400 m n.m.) a vyšší svažítostí terénu (erozní ohrožení). Trávy jsou jednoleté nebo častěji vytrvalé rostliny patřící do čeledi lipnicovité (*Poaceae*). Při dobrém založení porostu a vhodné péči během vegetace dávají stabilní výnosy po více let.

Většina trav má širokou ekologickou amplitudu a lze je pěstovat v různých půdně – klimatických podmínkách. Přesto jsou mezi jednotlivými druhy trav z agroekologického hlediska zřejmé určité rozdíly. Z nepotravinářského hlediska lze travní fytomasu využívat pro přímé spalování, na kogeneraci (kombinovanou výrobu elektřiny a tepla) nebo pro výrobu bioplynu. Možné je také její využití v papírenském průmyslu.

Pro energetické využití lze použít odpadní travní fytomasu z úhorů, trvalých travních porostů – luk a pastvin, údržby veřejné zeleně, nebo z porostů cíleně pěstovaných trav na orné půdě, které lze pěstovat jako travní směsi nebo jako monokultury. Pro energetické využití na spalování se spíše doporučují travní monokultury. Výnosový potenciál vhodných výkonných

trav pěstovaných jako monokultura je 8 – 9 × vyšší než ze spontánních úhorů. Z fytopatologického hlediska by se neměly trávy pěstovat v masivním měřítku v oblastech, kde je silnější výskyt viróz zjištěných na obilninách, z důvodu možného dalšího rozšiřování těchto chorob.

Na pěstování a energetické využití trav byla u nás zaměřena řada výzkumných aktivit. Z výnosového a dalších hledisek byly sledovány např. kostřava rákosovitá, ovsík vyvýšený, psineček velký, kostřavice bezbranná, lesknice rákosovitá, lesknice kanárská, proso seté, třtina křovištní, rákos obecný, sveřep vzpřímený, bezkoleneček rákosovitý případně další druhy trav. Z výsledků výzkumu vyplývá, že za vhodné druhy trav pro energetické využití lze zejména považovat chrastici rákosovitou, sveřep bezbranný, ovsík vyvýšený, srhu laločnatou, psineček velký a kostřavu rákosovitou.

V mnohých aspektech (agrotechnika, zpracování fytomasy, fytoenergetické parametry fytomasy apod.) jsou si travní druhy podobné. Stručné shrnutí biologických specifík, agroekologických nároků, agrotechniky a kvality fytomasy pro nepotravinářské aplikace (zejména fytoenergetické využití) vybraných trav je uvedeno dále.

5. 1 Pěstování trav – obecné zásady

Agrotechnika trav významně závisí na způsobu jejich využití (louky, pastviny, produkce bioplynu versus produkce fytomasy pro spalování) a také na půdně – klimatických podmínkách stanoviště. Níže uvedené druhy trav mají velmi podobnou agrotechniku. Podrobná agrotechnika a možnosti využití fytomasy jsou specifikovány především pro lesknici rákosovitou. Při zakládání porostů, pěstování, sklizni a posklizňové úpravě dalších druhů lze do značné míry postupovat obdobně jako u lesknice. Je však třeba zohlednit některá specifika u jednotlivých trav. Například ovsík vyvýšený vyžaduje díky stavbě semene (osinky) speciální secí stroj s kartáčovým ústrojím. Pro kostřavu rákosovitou, zakládanou do krycí plodiny, je nevhodná krycí plodina jarní ječmen, který pomalu se vyvíjející kostřavu příliš utlačuje apod.

Doporučované hloubky setí a výsevky při stoprocentní užitné hodnotě osiva pro založení čisté kultury vybraných trav jsou uvedeny v Tabulce 14.

Tabulka 14: Doporučované hloubky setí (cm) a výsevky (kg.ha⁻¹) při stoprocentní užitné hodnotě osiva pro založení čisté kultury vybraných trav

Travní druh	Hloubka setí (cm)	Výsevek (kg.ha⁻¹)	Poznámka
ovsík vyvýšený	3 – 4	27 – 30	u některých odrůd vyžaduje secí stroj s kartáčovým ústrojím
psineček veliký	1	10 – 12	
kostřava rákosovitá	2 – 3	15 – 16	méně vhodnou krycí plodinou je ječmen jarní
srha laločnatá	2 – 3	18 – 20	
lesknice rákosovitá	2 – 3	20 – 25	
sveřep bezbranný	3 – 4	30 – 45	

Výnosy fytomasy trav, obdobně jako je tomu i u jiných zemědělských plodin, jsou logicky značně ovlivňovány půdně–klimatickými podmínkami (ročníkové vlivy, stanovištní vlivy, půdní vlivy atd., demonstrováno v tabulce níže) a také hnojením dusíkem. Dusík má významně větší vliv hnojení fosforečnými nebo draselnými hnojivy. Hnojení dusíkem také ovlivňuje z dlouhodobého hlediska stav a životnost porostu. Na jednotlivá stanoviště je třeba pečlivě vybírat takový druh nebo odrůdu trav, která je vhodná pro dané půdně – klimatické podmínky a zajistí dobrý výnos.

V maloparcelových polních pokusech byly na vlivy ročníku a lokality ověřovány: ovsík vyvýšený odrůda Rožnovský, srha laločnatá odrůda Niva a lesknice rákosovitá odrůda Palaton. Pokusy s travami byly založeny na jaře roku 2007 jako monokultura na třech stanovištích. Trávy byly vysety a následně ošetřovány tak, aby se zamezilo jejich zaplevelení a byly tak připraveny na plné produkční využití v následujících letech.

Během vegetace nebyl zaznamenán na žádném stanovišti silnější výskyt chorob nebo škůdců ani u jednoho druhu trav. Každoročně byly provedeny dvě sklizně, a to před metáním (1. termín) a po prvních mrazech (2. termín). Třetí termín jednorázové sklizně byl na jaře následujícího roku (výsledky v Tabulce 15).

Tabulka 15: Výnosy sušiny fytomasy ($t \cdot ha^{-1}$) jednotlivých travních druhů na vybraných stanovištích (součet obou sečí a samotná druhá seč) za sledované období

Lokalita	Druh	Rok	1. seč	2. seč	Seče celkem	Pouze jedna seč
České Budějovice	Srha	2009	3,79	1,75	5,54	6,63
České Budějovice	Srha	2010	2,06	3,51	5,57	6,13
Průměr let	Srha		2,93	2,63	5,56	6,38
Lukavec	Srha	2008	7,80	1,58	9,38	9,98
Lukavec	Srha	2009	5,74	2,43	8,17	9,15
Lukavec	Srha	2010	4,25	2,48	6,73	9,56
Průměr let 2009–10	Srha		5,00	2,45	7,45	9,36
Průměr stanovišť	Srha		3,97	2,54	6,51	7,87
České Budějovice	Ovsík	2009	4,89	1,03	5,92	6,40
České Budějovice	Ovsík	2010	1,92	4,50	6,42	6,10
Průměr let	Ovsík		3,40	2,77	6,17	6,25
Lukavec	Ovsík	2008	8,70	2,65	11,35	11,33
Lukavec	Ovsík	2009	4,16	2,34	6,50	10,07
Lukavec	Ovsík	2010	4,99	3,87	8,86	4,59
Průměr let 2009–10	Ovsík		4,58	3,10	7,68	7,33
Průměr stanovišť	Ovsík		3,99	2,94	6,93	6,79
České Budějovice	lesknice	2009	5,98	2,15	8,13	7,73
České Budějovice	lesknice	2010	2,29	5,54	7,83	6,91
Průměr let	lesknice		4,13	3,85	7,98	7,32
Lukavec	lesknice	2008	8,90	1,94	10,84	8,32
Lukavec	lesknice	2009	6,66	2,30	8,96	7,28
Lukavec	lesknice	2010	5,07	2,29	7,36	6,78
Průměr let 2009–10	lesknice		5,86	2,30	8,16	7,03
Průměr stanovišť	lesknice		5,00	3,07	8,07	7,18

Z hlediska samotné sklizně se pro účely případného spalování fytomasy jeví jako nejvhodnější porost lesknice rákosovité, který většinou nepoléhá, má menší opad listů a sklízí se bez problémů i v pokročilejších růstových stádiích na jaře. Porosty ovsíku a srhy se sklízí hůře, neboť obě tyto trávy v období po prvním přemrznutí poléhají a dochází tak i k větším ztrátám během sklizně.

5. 2 Využití travní fytomasy ve fytoenergetice

Produkce a využití travní fytomasy pro spalování

U travní fytomasy, určené na spalování, se většinou uvažuje o jednorázové sklizni. Je třeba zvolit, zda sklízet v době největšího nárůstu fytomasy, pozdě na podzim nebo brzy na jaře. Obecně, největší nárůst fytomasy je u většiny plodin v době kvetení nebo těsně po odkvětu. Potom dochází k postupné ztrátě fytomasy. V prvním termínu sklizně (před metáním) je obsah vody ve fytomase mezi 60 – 80 %. Takto vlhká fytomasa se dá přímo využít pouze na výrobu bioplynu. Pokud by se měla používat pro účely spalování (přímo v kotlích nebo na výrobu pelet nebo briket) je třeba ji dosušet – za příznivého počasí přímo na poli nebo uměle v sušárnách. V těchto případech je třeba počítat s vícenáklady na uvedené operace, které v případě dosoušení teplým vzduchem produkci výrazně zdražují.

Při pozdním podzimním termínu sklizně je u většiny energetických vytrvalých rostlin, včetně trav, obsah vody většinou i nadále relativně vysoký a dosahuje hodnot 30 až 70 %. Výnos fytomasy se příliš neliší v porovnání s prvním termínem sklizně.

Produkce a využití travní biomasy pro výrobu bioplynu

Anaerobní fermentace travní biomasy na bioplyn má oproti přímému spalování několik zásadních výhod. Je možné použít čerstvou, případně zakonzervovanou (silážováním, sušením), biomasu. Generovaný bioplyn je používán k výrobě tepla a elektrické energie, případně může být po úpravě dodáván do plynovodní sítě. Digestát – zbytek po fermentaci, obsahuje prakticky nezměněné množství minerálních látek obsažených v původní biomase a umožňuje recyklaci živin a organické hmoty.

Anaerobní metanová fermentace organických materiálů je souborem procesů při nichž směsná kultura mikroorganismů postupně rozkládá biologicky rozložitelnou organickou hmotu bez přístupu vzduchu. Konečnými produkty je bioplyn (směs CH_4 , CO_2 , H_2 , N_2 , H_2S + minoritní plynné složky) a fermentační zbytek – digestát. Digestát obsahuje nerozložený resp. částečně rozložený zbytek organické hmoty a narostlou mikrobiální biomasu.

Použití travní biomasy k výrobě bioplynu má určitá specifika, vycházející hlavně z jejího chemického složení. Chemické složení i jednoho druhu rostlinné biomasy je ovlivněno typem půdy, výživou a klimatickými podmínkami stanoviště. Navíc je ovlivněno řadou faktorů spojených s produkcí, sběrem a případnou konzervací jako například dobou sklizně, počtem sečí, technologií konzervace atd.

6. VÝZNAMNÉ DRUHY ENERGETICKÝCH TRAV

6.1 Lesknice rákosovitá syn. chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea* L.)

Lesknice rákosovitá je rozšířená téměř po celé Evropě, Asii (kromě jižní části) a v Severní Americe. U nás je cizosprašným autochtonním (původním) druhem, rozšířeným na celém území, značně náročným na vláhu a živiny. V přirozených travních porostech se lesknice nejvíce vyskytuje v okolí vodních toků. Je odolná vůči drsným klimatickým podmínkám.

Biologická charakteristika

Lesknice je vlhkomilná až mokřadní tráva z čeledi lipnicovité (*Poaceae*). Patří mezi vytrvalé výběžkaté trávy. Je to mohutný (výška přes 2 metry), pozdní, vytrvalý druh. Stébla jsou ukončena jednostrannou latou, sterilní výhony jsou hustě olistěné. Hmotnost tisíce semen se pohybuje okolo 0,8 g. Listy jsou dlouhé a široké. Tvoří silné a dlouhé podzemní rhizomy, které se rozprostírají těsně pod povrchem půdy. Má mohutný a do hloubky pronikající kořenový systém, který rostlinu zásobuje vodou. Bohatě založený systém podzemních oddenků vytváří hustý, zapojený porost s pevným drnem. Je nejčastěji rozšířena na stanovištích s přebytkem vody. Snáší přechodné záplavy, ale i přisušky.

Požadavky na půdně – klimatické podmínky

Předností lesknice je široká ekologická amplituda. Roste od nížin až po podhůří, hojně v nižších a středních polohách na březích řek a na nivních loukách. Její rozšíření vysoko do hor naznačuje její velkou odolnost vůči drsným klimatickým podmínkám. Je velmi vytrvalá, ale po zasetí má pomalejší vývoj než ostatní trávy. Nejlépe se jí daří na těžších půdách s bohatou zásobou živin. V posledních letech se šíří zvláště na půdách bohatých na fosfor. Na půdní reakci není citlivá. Je přizpůsobivá půdní reakci v rozmezí pH od 4 do 7,5 s optimem okolo pH 5.

Po zakořenění ji nevadí ani delší přisušek. Stejně tak jí nevadí holomrazy ani pozdní mrazíky. Dobře snáší i zaplavení nebo krátkodobé zastínění. Uplatňuje se na všech půdách i při krátkodobém přebytku nebo nedostatku vláhy. Nevhodné jsou glejové půdy, oglejené a hydromorfní půdy. Vysokých výnosů je dosahováno v letech s vyšším srážkovým úhrnem a na půdách, kde se hranice spodní vody pohybuje mezi 30 – 40 cm.

Agrotechnika lesknice

Agrotechnika lesknice se odvíjí od užitkového směru pěstování (bioplyn, fytomasa pro spalování). Z hlediska agrotechnických opatření nečiní pěstování lesknice velké problémy. Při jejím pěstování, od přípravy půdy do sklizně, lze použít běžné zemědělské techniky a postupů obdobných jako u pícnin nebo obilnin. Je-li vyseta v čisté kultuře, dává užitek již v roce výsevu. Plného vývinu dosahuje od druhého roku. Z jara začíná obrůstat velmi časně a také rychle roste.

Lesknice je nenáročná na předplodinu. Může se pěstovat prakticky po všech předplodinách. Optimální předplodinou jsou luskovinoobilní směsky a obilniny, které následují buď po pícnině nebo po ozimé řepce. Nutné je zařadit lesknici na nezaplevelený pozemek (kvůli optimálnímu založení porostu a její vytrvalosti).

Z důvodu vysoké produkce fytomasy je lesknice při intenzivním pěstování poměrně náročná na živiny. Pozitivně tak reaguje zvýšením výnosů fytomasy na stupňované dávky N (Tabulka 16). Doporučované dávky živin při pěstování lesknice sklizené na jaře jsou $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ N, $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ K a $10 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ P (Švédsko). Ve Švédsku bylo použito s úspěchem také přihnojování čistírenským kalem. Ve Finsku používali v polních pokusech prvním rokem $40 - 70 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ N a později $70 - 100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ N. Podle našich sledování postačují na úrodnějších půdách každoroční dávky N 50 až $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Při pěstování lesknice k energetickým účelům založenou na více let, lze přihnojovat minerálními N, P, K hnojivy každoročně ihned po sklizni plodiny.

Tabulka 16: Vliv stanoviště a hnojení N na výnosy sušiny fytomasy lesknice rákosovité ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$), podzimní sklizeň, pětiletý průměr

Oblast	N0	N1	N2	Průměr
ŘVO	7,6	7,7	9,2	8,3
BVO	5,8	7,9	8,8	7,5
KVO	7,9	8,9	10,1	9,0
Průměr za všechna stanoviště	7,1	8,2	9,4	8,2

Hnojení dusíkem v minerálních hnojivech ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) N0 = 0, N1 = 30, N2 = 60

Půda by měla být před setím dokonale připravena a před setím uválena. Optimální hloubka setí je $1 - 2$ cm. Výsev je možno provádět „na podzim“ nebo časně z jara zároveň s krycí plodinou, nebo bez krycí plodiny časně na jaře. „Na podzim“ by měla být lesknice zaseta do $20 - 25$ srpna, aby do zimy dobře zakořenila. Pro dobré podmínky při vzcházení a potenciál výnosu již v prvním užitkovém roce je nejvhodnějším termínem výsev brzy na jaře.

Seje do užších řádků na vzdálenost 12,5 (15) až 30 cm podle využití. Výsevek v čisté kultuře činí 20 – 25 kg.ha⁻¹ semene. Obvyklé jsou dvě až tři seče za rok (při pěstování pro bioplynové stanice). Dobře založené porosty vydrží několik let. Porosty je možné každoročně přihnojovat nejlépe na jaře před vegetační sezónou.

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

Lesknici určenou na spalování lze sklízet od července do jara. Lepší je sklízet fytomasu přes zimu nebo po zimě brzy na jaře před novým obrážením, kdy mají rostliny nízký obsah vody (12 – 20 %) a nemusí se po sklizni dosoušet.

Lesknice určená pro energetické využití se poseká na řádek a potom se lisuje do balíků. Při energetickém využití se dají též lisovat brikety nebo pelety. Dodržení správného termínu sklizně a včasná transformace suroviny do skladovatelného stavu je základním předpokladem úspěšné produkce. Většina plodin určených pro spalování, stejně tak jako lesknice, se na rozdíl od pěstování na bioplyn sklízí pouze jedenkrát do roka. Z tohoto důvodu je dosahováno většinou nižších výnosů, v porovnání s pěstováním na píce, kdy se seče dva až čtyřikrát za rok.

Nepotravinářské využití produkce

Lesknice má perspektivu především jako surovina pro přímé termické využití (spalování fytomasy) a potenciálně (např. ve Švédsku) také pro výrobu buničiny (obsah celulózy 30 – 36 %, ligninu okolo 14 %). Nově se začíná lesknice prosazovat jako energetický zdroj i pobaltských zemích, kde jí dávají přednost před rychle rostoucími dřevinami.

Průměrné roční výnosy sušiny v okolních státech se pohybují v rozmezí 4,5 až 9,0 t.ha⁻¹. Na uměle založených loukách při hnojivé závlaze lze dosáhnout výnosů více než 15 tun fytomasy z 1 ha.

Při porovnání s některými uvedenými travami, se pro ranější jarní sklizeň jeví lesknice jako nejvhodnější, neboť přes zimní období většinou nepoléhá, její listy vyrůstají ze stébel a nevytváří přízemní trsy jako některé jiné druhy. Proto porost lesknice lépe a rychleji vysychá.

Vedle využití lesknice pro přímé spalování nebo na výrobu elektřiny (spalné teplo sušiny nadzemní fytomasy je v průměru 17,52 GJ.t⁻¹) lze její fytomasy využít v zeleném stavu pro výrobu bioplynu.

6. 2 Sveřep bezbranný (*Bromus inermis* Leyss.)

Tento druh je jednou z nejrozšířenějších vysokých trav kontinentálního klimatu. Roste a pěstuje se ve stepních oblastech. Je velice odolný vůči drsnému podnebí, zvláště vůči mrazům, stejně jako vysokým teplotám.

Biologická charakteristika

Vytváří mohutnou kořenovou soustavu (dlouhé podzemní výběžky) a vyznačuje se tak značnou suchovzdorností. Je převážně ozimého charakteru. Má vysoce vyvinutou schopnost vegetativního rozmnožování. Po sečích dobře obrůstá a vytváří početné sterilní výhonky.

Požadavky na půdně – klimatické podmínky

Sveřepu bezbrannému se daří od nížin do podhůří, na půdách nezamokřených, strukturních, dostatečně provzdušněných, spíše lehčích, neslévavých. Snáší nižší pH, přisušky i tuhé zimy. Na mezofilních loukách se nevyskytuje. Delší záplavy ho likvidují. Má vyšší nároky na obsah přijatelného Ca v půdě.

Agrotechnika sveřepu

Sveřep se vysévá se převážně v monokultuře, neboť ostatní druhy snadno potlačuje. Je třeba jej kosit na vyšší strniště (nad prvním kolénkem), pak dobře obrůstá. Je citlivý na zastínění a sešlapávání. Pastvu nesnáší.

Nepotravinářské využití produkce

Sveřep je vhodný pro produkci fytomasy pro energetické účely. V uměle zakládaných porostech, na vhodných stanovištích, při odpovídajícím hnojení a obhospodařování porostů setrvává 5 a více let, resp. i 10 – 12 let. Velice přijatelné výnosy a dobře zapojený porost měl sveřep bezbranný i po 22 letech na jednom stanovišti, byl-li řádně hnojen a udržován. Snáší celkem dobře mírně až středně zasolené půdy.

V širokém spektru ekologických podmínek produkuje výnosy sušiny vyšší než 10 t.ha⁻¹, srovnatelné s nejvýkonnějšími travami jako ovsík vyvýšený a srha laločnatá. V ČR bylo nebo je seznamu odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize zapsáno několik odrůd sveřepu. Výnosy sušiny ve třech až 4 sečích dosahují 10 – 15 t.ha⁻¹. Největší výnosy byly zaznamenány ve druhém až pátém roce.

6. 3 Srha laločnatá, syn. srha říznačka (*Dactylis glomerata* L.)

Srha laločnatá se řadí se mezi nejvýnosnější trávy se širokým uplatněním v nejrůznějších podmínkách. V seznamu odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize ČR je registrováno několik odrůd.

Biologická charakteristika

Srha laločnatá patří do skupiny volně trsnatých trav. Na jaře obrůstá jako jedna z nejranějších trav. Při své ranosti bývá často poškozena jarními mrazíky, velmi rychle však regeneruje. Metat začíná již v polovině května. Je nevyhraněně ozimá, proto v prvním roce většinou nemetá. Pokud se však první seč sklídí ještě před metáním, je tvorba fertálních výhonků v druhé seči četná. Srha obrůstá i dlouho do podzimu, kdy není poškozena mrazíky kolem $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Požadavky na půdně – klimatické podmínky

Nejlépe jí vyhovuje mezofilní stanoviště s dostatkem vláhy. Déletrvající záplavy luk i v mimovegetační dobu srha snáší špatně. Složení půdy i půdní reakce nejsou pro uplatnění srhy rozhodující. Nejlepší půdy jsou vlhké, písčitohlinité až hlinité, humózní s pH 6, i když srha snáší i slabě kyselé půdy. Nevhodné jsou půdy těžké. Na půdách lehkých a vysychavých poskytuje nízké výnosy s horší kvalitou i když transpirační koeficient (250 – 400) je podstatně nižší než pro ostatní trávy.

Agrotechnika srhy

Plného výnosu dosahuje již ve 2 – 3 roce vegetace. V příznivých podmínkách (dostatek živin a vláhy) vydrží v porostu 6 – 10 let, ale po pátém roce vegetace její výnosnost klesá. Vysoký výnosový potenciál je podmíněn vysokým vzrůstem, rychlým obrůstáním, ale i délkou vegetační doby. Hlavním výnosovým faktorem je dusík, který dokáže srha výborně zhodnotit. Ve třetím užitkovém roce byly dosaženy při aplikaci vysoké dávky kejdy výnosy přes $10\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Nepotravinářské využití produkce

Srha je vhodná pro produkci fytomasy pro energetické účely. V agroekologických podmínkách ČR bylo ve víceletých odrůdových pokusech při hnojení N $100\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ a trojsečném využití dosaženo výnosů fytomasy okolo $13,2\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Na oligotrofních stanovištích

však srha neroste a při ročních dávkách dusíku pod 100 kg.ha⁻¹ má sníženou vitalitu, konkurenční i produkční schopnost.

6. 4 Ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius* (L.) P. Beauv. ex J. Presl et C. Pres.)

Ovsík vyvýšený je víceletá, vysoce vzrůstná tráva. Jedná se o travu domácího původu (autochton). Má obtížné semenářství i setí (zahnutá osinka), užší ekologickou amplitudu a je méně vytrvalý.

Biologická charakteristika

Ovsík dorůstá až do výšky cca 150 cm (plodonosná stébla 120 – 150 cm). Trs je vzpřímený, mohutný, vystoupavý, středně hustý, vysoký 80 – 130 cm. Stéblo je hrubší, středně poléhavé se středním olistěním. Listy jsou široké, dlouhé, typicky převislé a řídce ochmýřené. Mohutným kořenovým systémem čerpá vodu i z hlubších půdních vrstev. Stejně jako srha laločnatá je ovsík volně trsnatou travou. Je převážně jarního charakteru. Z jara obrůstá jako jedna z prvních trav. V seznamu odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize České republiky je registrováno několik odrůd ovsíku.

Požadavky na půdně – klimatické podmínky

Ovsík trpí holomrazy a napadením plísní sněžnou, proto není vhodný do horších klimatických podmínek. Uplatňuje se na lehčích, sušších půdách s neutrální nebo slabě kyselou půdní reakcí a s dobrou zásobou živin. Je náročný na vápník. Nesnáší sešlapávání a spásání. Dobře snáší zastínění. Předností ovsíku je vynikající produkční schopnost a odolnost proti přísušku.

Agrotechnika ovsíku

Vývin ovsíku probíhá po zasetí rychle, vytváří mohutné vystoupavé trsy. Plných výnosů dosahuje již od druhého roku vegetace. Běžně dosahuje výnosy fytomasy 8 – 12 t.ha⁻¹. Běžně jsou uváděny výnosy sušiny biomasy v 1. užitkovém roce (1. seč) 4,31 t.ha⁻¹, ve 2. užitkovém roce (1. seč) 8,77 t.ha⁻¹.

Nepotravinářské využití produkce

Ovsík je vhodný a je používán k protieroznímu zatravnění svažitých pozemků a náspů. Je doporučován k pěstování na energetické účely. Vzhledem k vysokému hrubšímu, středně

poléhavému stéblu má předpoklady využití ve fytoenergetice pro přímé spalování nebo jako přídavek do fermentoru při výrobě bioplynu.

6. 5 Kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea* Schreb.)

Kostřava rákosovitá je v ČR autochtonem. Je to vysoká, hustě trsnatá tráva s krátkými podzemními výběžky. V seznamu odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize České republiky je v současné době (2014) registrováno 24 odrůd.

Biologická charakteristika

Kostřava rákosovitá je vytrvalý druh, dorůstající do výšky až 2 metry. Kořenový systém rostlin je bohatý, silně rozvinutý, sahající až do hloubky 150 cm, s dobrou sorpcí živin a vláhy. Vyniká časným jarním a pozdním podzimním růstem. Na jaře brzy obrůstá a zůstává zelená dlouho do podzimu.

Požadavky na půdně – klimatické podmínky

Vyskytuje se od nížin až do podhůří. Vyznačuje se vysokou tolerancí k půdním a klimatickým podmínkám, snáší dobře sucho i krátkodobé zamokření. Daří se jí dobře na stanovištích s vyšší hladinou podzemní vody. V našich přirozených porostech není příliš rozšířena, vyhovují jí zejména vlhké louky a je jedním z druhů vyskytujících se na slaných půdách s vyšší hodnotou pH.

Nepotravinářské využití produkce

Druh je vhodný pro fytoenergetické využití. V podmínkách ČR se výnosy sušiny fytomasy pohybují od 5 do 13 t.ha⁻¹ (průměrný výnos monokultury při třech sečích 8,42 t.ha⁻¹, průměrný výnos sušiny ve vhodných podmínkách v prvním užitkovém roce 5,29 t.ha⁻¹, ve druhém užitkovém roce 10,11 t.ha⁻¹). Obdobné výnosy kostřavy rákosovité jsou dosahovány i v zahraničí (SRN výnosy sušiny fytomasy v rozmezí 11,4 až 13,1 t.ha⁻¹, chudší lokality v Litvě výnosy sušiny fytomasy při jedné sklizni za rok od 6,4 do 9,2 t.ha⁻¹ apod.).

7. ENERGETICKÉ BILANCE ROSTLINNÉ PRODUKCE

Energetické bilance rostlinné produkce jsou specifické v používání dodatkových energetických vkladů při pěstování zemědělských plodin. Tím se liší od bilancí přirozených společenstev, která jsou závislá výhradně na přirozených zdrojích energií.

Zemědělství má oproti ostatním odvětvím hospodářství odlišný charakter. Na jedné straně je spotřebitelem energie. Na druhé straně však transformuje sluneční i dodatkové energie na biologickou hmotu, která poskytuje energii na zajištění dalších procesů. Získanou fytomasu je možno využít na výrobu paliv nebo slouží k výživě člověka a zvířat.

Energetickou náročnost rostlinné produkce lze hodnotit z hlediska dodatkové energie dvěma způsoby. Kromě přímé spotřeby energie ve formě paliv, elektrické energie, tepla a lidské práce, využívá zemědělství také nepřímou formu energie. Nepřímá energie je ta, která se spotřebovává na výrobu zemědělské techniky (zemědělských strojů a traktorů apod.), produktů chemického průmyslu (minerální hnojiva, prostředky na ochranu rostlin, stimulatory růstu apod.) a zemědělskou výstavbu, včetně výroby stavebních materiálů.

Hodnocení přímé spotřeby energie ukazuje na efektivnost zemědělství.

Účelem energetického hodnocení je identifikovat existující rezervy a optimalizovat energetické vklady do výrobního procesu s cílem dosažení co největšího výrobního efektu při nízké spotřebě energie. V oblasti fytoenergetiky se jedná o dosažení maximální efektivity při produkci a získávání energie z fytomasy.

7. 1 Tok a transformace energie v rostlinné produkci

V rámci rostlinné produkce dochází prostřednictvím rostlin k transformaci energie slunečního záření na energii organické hmoty. Využití slunečního záření rostlinami je relativně malé. Přesto tvoří podstatnou složku v energetické bilanci rostlinné produkce, protože nejméně desetinásobně převyšuje veškeré přímé dodatkové energie dodávané do zemědělství ve formě paliv apod.

Energetické výstupy (produkce energie) tvoří souhrn energetického obsahu vyprodukované biomasy a nevratných energetických ztrát. Z vyprodukované biomasy připadá část na užitnou produkci (hlavní a vedlejší), část na rostlinné zbytky a kořenovou biomasu. Podstatná část nesklizené biomasy se vrací do výrobního procesu ve formě energie akumulované v půdě. Produkce energie vytvořená rostlinami se stanovuje převážně jako spalné teplo měřené na kalorimetrech. Nejuniverzálnější metodou výpočtu energetického obsahu rostlinné produkce je stanovení bruttoenergie (spalného tepla) jednotky sušiny produkce.

Energetická bilance potom obecně srovnává vstupy energií do výrobního procesu s energetickými výstupy. Lze stanovit energetický zisk, který se definuje jako rozdíl mezi získanou a vloženou energií. Energetický koeficient je poměr získané energie k přímým a nepřímým energetickým vkladům. Energetická účinnost výrobních procesů v rostlinné produkci je podíl získaných a vložených energií.

Na celkové dodatkové vstupy je z běžných zemědělských plodin nejnáročnější řepa cukrová ($39,87 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$), potom brambory ($38,35 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$), pšenice ($25,26 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$). Jednotlivé dílčí vstupy se liší podle plodin a použitých agrotechnických opatření. Z průměrných celkových dodatkových vstupů ($30,19 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$) v průměru představují: živá práce 9,4 %, fosilní energie 22,3 %, stroje 12,8 %, chemické přípravky a prostředky 46,1 %, osiva 9,9 %. Vysoký podíl dodatkové energie u chemických prostředků je dán hlavně vysokou energetickou náročností na výrobu průmyslového dusíku (v průměru $82,5 \text{ GJ}\cdot\text{t}^{-1}$), kterého se aplikují relativně vysoké dávky. Případná závlaha se může podílet na energetických vstupech podle druhu závlahy od 6,6 do 21,8 % z celkových energetických vstupů.

Největší energetické výstupy (produkci bruttoenergie celkem = hlavní + vedlejší produkt) vykazuje řepa cukrová ($214,31 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$), vojtěška ($107,08 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$), pšenice ($104,40 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$), brambory ($88,62 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$). Měrná spotřeba energie na jeden vyprodukovaný GJ je pro řepu cukrovou 0,19, vojtěšku 0,12, pšenici 0,24, brambory 0,43.

Pro porovnání jsou v Tabulkách 17 a 18 stanoveny dílčí a celkové energetické vstupy, energetické výstupy a hodnoceny energetické bilance vybraných plodin zařazených do jednotlivých skupin. Z vypočtených a naměřených hodnot energetických vstupů a výstupů byl stanoven energetický koeficient (poměr celkové produkce energie/energetické vklady celkem). Získané hodnoty pro jednotlivé plodiny jsou srovnávány navzájem mezi sebou, aby se stanovila jejich energetická náročnost ve výrobním procesu a účelnost využití vkládané dodatkové energie.

Tabulka 17: Modelové energetické bilance vybraných plodin (GJ.ha⁻¹.rok⁻¹)

Parametr	Plodina					
	obilniny		okopaniny		energetické plodiny	
	pšenice ozimá	ječmen jarní	řepa cukrová	brambory konzumní	ozdobnice čínská	lesknice rákosovitá
Energetický vklad celkem	23,058	22,032	39,155	34,930	8,616	9,754
Produkce energie						
Hlavní produkt	78,862	64,194	164,341	109,507	211,068	103,663
Vedlejší produkt	83,028	49,796	64,093*	16,048*	-	-
Produkce energie celkem	161,89	113,99	228,434	125,555	211,068	103,663
Energetický koeficient						
Hlavní produkt	3,420	2,914	4,197	3,135	-	-
Produkce celkem	7,021	5,174	5,834	3,594	24,497	10,628

*běžně se nesklízí

Tabulka 18: Modelové energetické bilance vybraných plodin (GJ.ha⁻¹.rok⁻¹)

Parametr	Plodina					
	Olejniny			pícniny		
	řepka olejná	slunečnice	saflor	kukuřice na siláž	jetelotravní směska	TTP
Energetický vklad celkem	21,632	22,262	19,289	24,675	16,012	15,646
Produkce energie						
Hlavní produkt	77,373	60,198	55,084	211,020	108,339	49,841
Vedlejší produkt	48,955	-*	59,727	-	-	-
Produkce energie celkem	126,328	60,198	114,811	211,020	108,339	49,841
Energetický koeficient						
Hlavní produkt	3,577	2,704	2,856	-	-	-
Produkce celkem	5,840	-	5,952	8,552	6,766	3,186

*běžně se nesklízí

Z výsledků je patrné, že z uvedených plodin vyžadují v průměru největší energetické vstupy okopaniny, nejmenší energetické plodiny. Největší produkci energie z hlavního sklizeného produktu zajišťují ozdobnice a kukuřice na siláž a nejlépe využívají dodatkových vkladů energie do výrobního procesu energetické plodiny (ozdobnice, lesknice).

8. DOPORUČENÁ STUDIJNÍ LITERATURA

Akční plán pro biomasu v ČR na období 2012-2020: schválený vládou ČR dne 12.9.2012 pod č. j. 920/12. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2012, 100 s. ISBN 978-80-7434-074-1.

ANDERT, David a Ilona GERNDTOVÁ. Fytomasa pro energetické účely: metodika pěstování a využití zejména trav. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2011, 33 s. ISBN 978-80-86884-60-8.

ANDERT, David. Energetické využití trav a travních směsí: příručka pro pěstování, spalování a využití při výrobě bioplynu. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2007, 110 s. ISBN 978-80-86884-35-6.

HAVLÍČKOVÁ, Kamila. Analýza potenciálu biomasy v České republice. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví s Novou tiskárnou Pelhřimov, 2010, 498 s. ISBN 978-80-85116-72-4.

HAVLÍČKOVÁ, Kamila. Rostlinná biomasa jako zdroj energie. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví s Novou tiskárnou Pelhřimov, 2008, 83 s. ISBN 978-80-7415-004-3.

KASAL, Pavel, Jaroslav ČEPL a Milan ČÍŽEK. Metodika pro výběr optimálních technologických postupů pěstování topinamburu s důrazem na užitkový směr pěstování. Vyd. 1. Havlíčkův Brod: Výzkumný ústav bramborářský, 2013, 21 s. ISBN 978-80-86940-45-8.

KOLONIČNÝ, Jan a Veronika HASE. Využití rostlinné biomasy v energetice. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2011, 150 s. ISBN 978-80-248-2541-0.

MOUDRÝ, Jan a Zdeněk STRAŠIL. Pěstování alternativních plodin: (učební texty). 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 1999, 165 s. ISBN 80-7040-383-7.

NOSKIEVIČ, Pavel. Biomasa a její energetické využití. Ostrava: VŠB-Technická univerzita, 1996, 68 s. ISBN 80-7078-367-2.

PETŘÍKOVÁ, Vlasta. Energetické plodiny. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2006, 127 s. ISBN 80-86726-13-4.

STRAŠIL, Zdeněk a Jan HOFBAUER. Technologie pěstování a možnosti využití světlice barvířské - safloru (*Carthamus tinctorius* L.). Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2007, 18 s. ISBN 978-80-87011-21-8.

STRAŠIL, Zdeněk. Trávy jako energetická surovina: certifikovaná metodika pro praxi. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2011, 36 s. ISBN 978-80-7427-078-9.

STRAŠIL, Zdeněk. Základy pěstování a možnosti využití krambe: metodika pro praxi. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2010, 22 s. ISBN 978-80-7427-033-8.

- STRAŠIL, Zdeněk. Základy pěstování a možnosti využití lničky seté. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2008, 21 s. ISBN 978-80-87011-75-1.
- STRAŠIL, Zdeněk. Základy pěstování a možnosti využití olejnice iberské. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2007, 15 s. ISBN 978-80-87011-39-3.
- STRAŠIL, Zdeněk. Základy pěstování a možnosti využití ozdobnice (*Miscanthus*). Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2009, 48 s. ISBN 978-80-7427-006-2.
- USŤAK, Sergej a Olga MIKANOVA. Pěstování a využití komonice bílé při biologické rekultivaci důlních výsypek: metodika pro praxi. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2008, 24 s. ISBN 978-80-87011-73-7.
- USŤAK, Sergej. Možnosti pěstování mužáku prorostlého *Silphium perfoliatum* L. pro výrobu bioplynu: metodika pro praxi. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2012, 32 s. ISBN 978-80-7427-099-4.
- USŤAK, Sergej. Pěstování a využití šťovíku krmného v podmínkách České republiky. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2007, 32 s. ISBN 978-80-87011-26-3.
- USŤAK, Sergej. Pěstování chrastice rákosovité *Phalaris arundinacea* L. pro výrobu bioplynu: metodika pro praxi. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2012, 24 s. ISBN 978-80-7427-101-4.
- USŤAK, Sergej. Pěstování šťovíku krmného pro výrobu bioplynu: metodika pro praxi. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2012, 32 s. ISBN 978-80-7427-098-7.

9. OBRAZOVÁ PŘÍLOHA



Obr. 1 Porost čiroku cukrového na podzim



Obr. 2 Porost čiroku „Hyso“



Obr. 3 Porost topinamburu



Obr. 4 Porost olejníčky



Obr. 5 Kvetoucí rostliny olejníčky – detail



Obr. 6 Lnička setá



Obr. 7 Porost krambe



Obr. 8 Suchá rostlina krambe



Obr. 9 Světlice barvířská po odkvětu



Obr. 10 Světlice barvířská – porost



Obr. 11 Porost lnu setého



Obr. 12 Porost konopí



Obr. 13 Rostliny slézu



Obr. 14 Porost slézu



Obr. 15 a,b,c Rostliny topolovky



Obr. 16 Porost mužáku



Obr. 17 Květ mužáku – detail



Obr. 18 a,b Porosty komonice bílé



Obr. 19 Porost ozdobnice v listopadu



Obr. 20 Porost ozdobnice na jaře



Obr. 21 Porost šťovíku



Obr. 22 Rostlina šťovíku



Obr. 23 Porost křídlatky



Obr. 24 Křídlatka po zimě



Obr. 25 Porost lesknice rákosovité



Obr. 26 Porost lesknice rákosovité v zimě



Obr. 27 Polehlý porost žita lesního



Obr. 28 Porost žita lesního



Obr. 29 Porost srhy laločnaté



Obr. 30 Porost ovsíku (červenec)



Obr. 31 Porost kostřavy



Obr. 32 Porost kostřavy – detail

Autor	Ing. Tomáš Středa, Ph.D., Ing. Zdeněk Stražil, CSc.
Název titulu	PĚSTOVÁNÍ ROSTLIN PRO NEPOTRAVINÁŘSKÉ ÚČELY – SPECIÁLNÍ ČÁST
Vydavatel	Mendelova univerzita v Brně Zemědělská 1, 613 00 Brno
Vydání	První, 2014
Náklad	200 ks
Počet stran	95
Tisk	ASTRON studio CZ, a.s.; Veselská 699, 199 00 Praha 9 Neprošlo jazykovou úpravou.
ISBN	978-80-7509-005-8

Tato publikace je spolufinancována z Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky.

Byla vydána za podpory projektu OP VK CZ.1.07/2.2.00/28.0302 Inovace studijních programů AF a ZF MENDELU směřující k vytvoření mezioborové integrace.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ