

Možnosti pěstování biomasy jako energetického zdroje v Ústeckém kraji

Jan Weger, Zdeněk Stražil, Roman Honzík, Jaroslav Bubeník



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vytvoření vzdělávacího programu bylo spolufinancováno z Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky v rámci grantového projektu CZ.1.07/3.2.06/02.0011 „Vzdělávejme se v obnovitelných zdrojích energie v Ústeckém kraji“.

Publikace vznikla ve spolupráci OBV s. r. o. a VÚKOZ, v. v. i.

**MOŽNOSTI PĚSTOVÁNÍ BIOMASY JAKO ENERGETICKÉHO
ZDROJE V ÚSTECKÉM KRAJI**

Ing. Jan Weger, Ph.D.
Ing. Zdeněk Stražil, CSc.
Ing. Roman Honzík
Bc. Jaroslav Bubeník

Průhonice 2012

Kolektiv autorů

Ing. Jan Weger, Ph.D.

Bc. Jaroslav Bubeník

Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., Květnové nám. 391, 252 43 Průhonice

Ing. Zdeněk Stražil, CSc.

Ing. Roman Honzík

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Drnovská 507, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

Copyright © Jan Weger, Zdeněk Stražil, Roman Honzík, Jaroslav Bubeník, 2012

ISBN 978-80-85116-66-3 (VÚKOZ, v. v. i., Průhonice)

OBSAH

Úvod – Biomasa energetických plodin	7
Charakteristika Ústeckého kraje	10
Energetické plodiny pro Ústecký kraj	14
Energetické plodiny jednoleté	14
Kukuřice setá (<i>Zea mays</i> L.)	16
Konopí seté (<i>Cannabis sativa</i> L.)	20
Čiroky (<i>Sorghum</i> Moench)	23
Vytrvalé energetické plodiny	32
Energetické byliny a trávy	32
Ozdobnice (<i>Miscanthus</i>)	32
Šťovík krmný – Schavnat (<i>Rumex patientia</i> L. × <i>Rumex tianschanicus</i> A. Los)	37
Mužák prorostlý (<i>Silphium perfoliatum</i> L.)	42
Lesknice (chrastice) rákosovitá (<i>Phalaris arundinacea</i> L.)	44
Kostřava rákosovitá (<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.) a další druhy trsnatých trav	50
Rychle rostoucí dřeviny (RRD) – topoly a vrby (<i>Populus, Salix</i>)	52
Použitá a doporučená literatura	60

Zkratky

BPEJ	Bonitované půdně ekologické jednotky
HPJ	Hlavní půdní jednotka
MEŘO	Methylester řepkového oleje
MZE	Ministerstvo zemědělství ČR
MŽP	Ministerstvo životního prostředí ČR
OOP	Orgán ochrany přírody
RRD	Rychle rostoucí dřeviny (zejm. topoly, vrby, ale i jiné dřeviny)
SEK	Státní energetická koncepce
SHP	Severočeská hnědouhelná pánev
ÚKZÚZ	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
VÚKOZ, v. v. i.	Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví
VÚMOP, v. v. i.	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půd
VÚRV, v. v. i.	Výzkumný ústav rostlinné výroby
ZCHÚ	Zvláště chráněná území ve smyslu zákona č. 114/1992 Sb.
ZPF	Zemědělský půdní fond

VZDĚLÁVĚJME SE V OBNOVITELNÝCH ZDROJÍCH ENERGIE V ÚSTECKÉM KRAJI

Tato publikace je výsledkem jednoho ze dvou dílčích vzdělávacích programů sestavených pro účastníky dalšího vzdělávání, především pracovníky v zemědělsky hospodařících subjektech. Cílem vzdělávacího programu „*Možnosti pěstování biomasy jako energetického zdroje v Ústeckém kraji*“, na který se zaměřuje tato publikace, je snaha posílit znalosti členů cílové skupiny, jež se produkcí a zpracováním biomasy pro energetické účely zabývají, nebo o nich uvažují. Východiskem pro vzdělávací texty jsou poznatky, znalosti a zkušenosti celé řady odborníků ze zemědělských podniků, výzkumných institucí zkoumajících využití biomasy k energetickým účelům, anebo působících v souvisejících oborech. Přínosem modulu je zlepšení informovanosti o nových skutečnostech v oblasti pěstování energetických plodin a zpracování biomasy a příležitost najít komparativní výhodu pro podnikatelský subjekt při aplikaci výsledků v konkurenčním prostředí. Souvisejícím přínosem je možnost výběru alternativní varianty pěstebních metod konkrétní energetické plodiny (např. výmladková plantáž versus lignikultura RRD), uzpůsobených daným ekonomickým, klimatickým a půdně ekologickým podmínkám. Další možnost využití publikace spočívá v proškolení dalších zaměstnanců zemědělských subjektů.

Cílem pilotního ověření programu v rámci úvodního semináře bylo seznámit účastníky se současným vývojem pěstování a využití biomasy, a zároveň ověřit, ve kterých oblastech stávající nebo potenciální pěstitelé a zpracovatelé biomasy energetických plodin mohou být konkurenceschopní s ohledem na přírodní a klimatické podmínky Ústeckého kraje.

Z diskuze vyplynul zájem zemědělců o problematiku kompostování. Využití kompostáren, které mohou zpracovávat zbytkovou biomasu zemědělské prvovýroby nebo biomasu z péče o krajinu a údržby zeleně a další formy odpadní a zbytkové biomasy, není podle jejich znalostí u nás dostatečné. Z dalších témat setkání uvádíme např. úvahu o současném trendu stále větší ochoty dotačně podporovat spíše výrobu tepla z OZE oproti výrobě elektrické energie.

Na diskutovaná a aktuální témata se podle možností zaměří přednášející při dalších setkáních a zároveň je zahrnou do svých publikací.

Potenciálním zájemcům chybí komunikační prostředek pro přenos relevantních informací. Semináře jsou jedinečnou příležitostí, jak zemědělcům více přiblížit možná úskalí a doplnit informace nezbytné pro jejich rozhodování v dané oblasti.

Průběh úvodního semináře potvrdil důležitost dalšího vzdělávání v otázce energetického využití biomasy. Zvýraznil možnosti, omezení, příležitosti i ohrožení vyplývající ze zemědělské praxe a ze specifických přírodně-klimatických podmínek Ústeckého kraje.

ÚVOD – BIOMASA ENERGETICKÝCH PLODIN

Publikace je zaměřena na poskytnutí informací o sortimentu a pěstování tzv. energetických plodin, které mohou sloužit k produkci biomasy vhodné k výrobě kapalných, plyných a pevných biopaliv s ohledem na přírodní podmínky v Ústeckém kraji. Kromě konvenčních jednoletých plodin jako řepka a kukuřice to jsou zejména rychle rostoucí dřeviny nebo víceleté byliny a traviny.

U většiny víceletých, vytrvalých energetických plodin se prvním rokem musí vynaložit vyšší náklady při zakládání porostu. První využití (sklizeň biomasy) připadá v úvahu až druhým (šťovík OK2, ozdobnice) nebo až třetím rokem (topoly a vrby). Po fázi rozrůstání však poskytnou vyšší a vyrovnanější výnosy než rostliny jednoleté. Jednoleté rostliny mají tu přednost, že jsou určeny pro rychlou produkci, jejich setí a sklizeň se provádí pomocí běžné zemědělské techniky, což není vždy možné u vytrvalých rostlin. Celková energetická rentabilita je však u víceletých plodin lepší. Zatímco u jednoletých rostlin je poměr vložené a získané energie obvykle 1 : 2, u víceletých to může být podle výnosu až 1 : 10. Porovnání průměrných výnosů některých vybraných druhů rostlin v podmínkách ČR je uvedeno v tab. 1.

Energetické plodiny jsou kulturní i nově využívané druhy plodin, které nahrazují, rozšiřují a doplňují stávající sortiment plodin a přispívají k rozšíření spektra rostlinné produkce.

Výnos a kvalita vyprodukované fytomasy jsou ovlivňovány půdně-klimatickými podmínkami, ale

Tab. 1 Druhy energetických plodin a jejich výnosy na příznivých stanovištích v podmínkách ČR

Rychle rostoucí dřeviny	Výnos celkové nadzemní hmoty (t.ha ⁻¹ . rok ⁻¹ , 47 % sušiny)	
Topolový kříženec J-105 (tzv. japonský topol)	<i>Populus nigra</i> × <i>P. maximowitzi</i>	20–25***
Topolový kříženec 'Oxford'	<i>P. maximowitzi</i> × <i>P. × berolinensis</i>	10–15***
Topol černý	<i>Populus nigra</i>	13–18***
Vrba Smithova	<i>Salix</i> × <i>smithiana</i>	22–28***
Vrba červenavá	<i>Salix</i> × <i>rubens</i>	21–26***
Vrba košíkářská	<i>Salix viminalis</i>	16–21***
Vrba bílá	<i>Salix alba</i>	16–21***
Jednoleté až dvouleté	Výnos celkové nadzemní hmoty (t.ha ⁻¹ . rok ⁻¹ , 85 % sušiny)	
Laskavec	<i>Amaranthus</i>	7
Konopí seté	<i>Cannabis sativa</i>	8
Světlice barvířská – saflor	<i>Carthamus tinctorius</i>	5
Slézy	<i>Malva</i> spp.	5
Komonice bílá (jednoletá a dvouletá)	<i>Melilotus alba</i>	5
Čirok	<i>Sorghum</i> spp.	9
Ředkev olejná	<i>Raphanus sativus</i> var. <i>oleiformis</i>	5
Boryt barvířský	<i>Isatis tinctoria</i>	6
Víceleté a vytrvalé	Výnos celkové nadzemní hmoty (t.ha ⁻¹ . rok ⁻¹ , 85 % sušiny)	
Mužák prorostlý	<i>Silphium perfoliatum</i>	9
Jestřabina východní	<i>Galega orientalis</i>	6
Šťovík krmný	<i>Rumex tianshanicus</i> × <i>Rumex patientia</i>	7
Sléz vytrvalý	<i>Kitaibelia</i>	6
Oman pravý	<i>Inula helenium</i>	6
Bělotrn kulatohlavý	<i>Echinops sphaerocephalus</i>	6
Slunečnice topinambur	<i>Helianthus tuberosus</i>	6

Energetické trávy	Výnos celkové nadzemní hmoty (t.ha ⁻¹ . rok ⁻¹ , 85 % sušiny)
Sveřep bezbranný	<i>Bromus inermis</i> 7*
Psineček veliký	<i>Agrostis gigantea</i> 5*
Lesknice (chrastice) rákosovitá	<i>Phalaris arundinacea</i> 5 *
Kostřava rákosovitá	<i>Festuca arundinacea</i> 7 *
Ovsík vyvýšený	<i>Arrhenatherum elatius</i> 5 *
Srha laločnatá	<i>Dactylis glomerata</i> 7 *
Třtina rákosovitá	<i>Calamagrostis arundinacea</i> 10
Třtina křovištní	<i>Calamagrostis epigejos</i> 10
Proso vytrvalé	<i>Panicum virgatum</i> 7
Ozdobnice čínská (sloní tráva)	<i>Miscanthus sinensis</i> 15**
Běžné zemědělské plodiny	Výnos slámy/celkové nadzemní hmoty (t.ha ⁻¹ . rok ⁻¹ , 85 % sušiny)
Řepka ozimá	<i>Brassica napus</i> 3,6 / 5,6
Třitikale ozimé	<i>Triticosecale</i> 3,9 / 8,2
Žito	<i>Secale</i> 3,3 / 6,8
Pšenice ozimá	<i>Triticum aestivum</i> 3,8 / 8,5
Pšenice jarní	<i>Triticum aestivum</i> 3,2 / 7,2
Ječmen ozimý	<i>Hordeum vulgare</i> 4,5 / 9,0
Ječmen jarní	<i>Hordeum vulgare</i> 2,3 / 6,1
Oves	<i>Avena</i> 4,5 / 8,0
Kukuřice na zrno	<i>Zea</i> 6,0 / 11,3
Slunečnice roční	<i>Helianthus annuus</i> 5,0 / 7,0
Hořčice bílá	<i>Sinapis alba</i> 2,5 / 3,5
Len olejný	<i>Linum usitatissimum</i> 1,7 / 2,9

Zdroj: ČSÚ, MZe, VÚRV, v. v. i., Praha, VÚKOZ, v. v. i., Průhonice

Poznámky: * v průměru za 5leté období

** v průměru za 10leté období

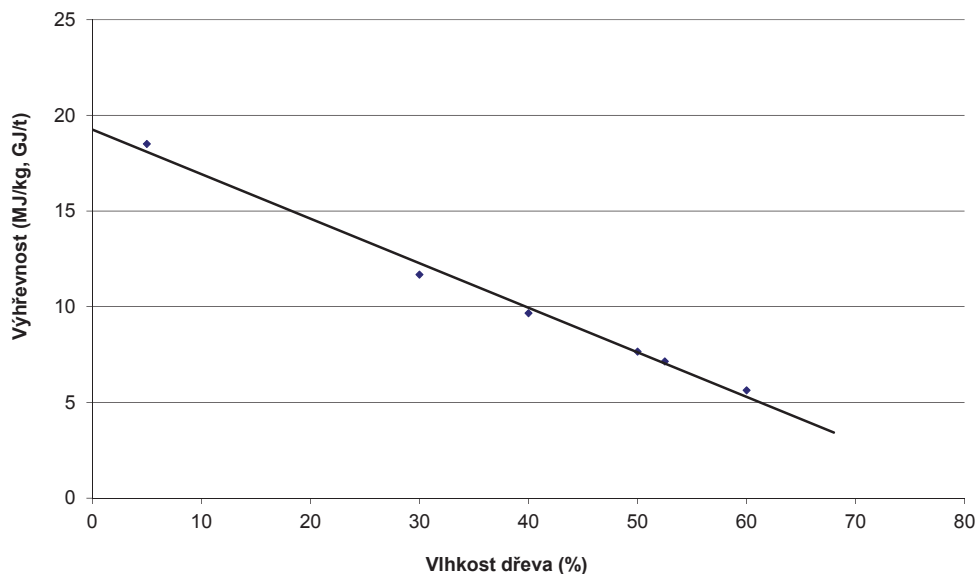
*** v průměru za životnost plantáže (15–20 let)

také dalšími faktory. Jedním z nich je také termín sklizně. Termín sklizně plodin má vliv na mnoho sledovaných ukazatelů fytohmoty. Ukazatelé se mění také, porovnáme-li jednotlivé plodiny. Z energetického, ekonomického a kvalitativního hlediska je proto důležité, v kterém termínu plodiny určené na energetické využití je nejvhodnější sklízet.

U rostlin určených na spalování je sklizeň prováděna obvykle v zimě nebo brzy na jaře, kdy mají rostliny nejmenší vlhkost (kolem 15–22 %, u RRD 45–55 %). Rostliny určené na výrobu bioplynu se sklízí zelené s nízkým obsahem sušiny podobně jako rostliny určené na zkrmování (píci) několikrát ročně. U rostlin pro výrobu kapalných biopaliv (řepka, řepa a obilniny) se sklízí v obvyklém termínu jako pro potravinové využití.

Spalné teplo a tedy i výhřevnost biomasy a dřeva jsou závislé na obsahu vody, který se v praxi pohybuje v širokém rozmezí 10–70 %. Výhřevnost s obsahem vody lineárně klesá.

Je zajímavé, že dřevo a slamnatá biomasa energetických plodin má v suchém stavu velmi podobné chemické složení. Je tvořena přibližně z 44–48 % uhlíkem, 44 % kyslíkem a 5,5–6,5 % vodíkem. Z tohoto faktu také vyplývá skutečnost proč je jejich výhřevnost přibližně stejná – obvykle se pohybuje mezi 18,5–19,5 MJ/kg. Výhřevnost absolutně suchého měkkého dřeva se průměrně pohybuje mezi 19,1 MJkg⁻¹ a 21,1 MJkg⁻¹. Rozdíly ve výhřevnosti (spalném teple) jednotlivých paliv jsou



Obr. 1 Výhřevnost dřeva v závislosti na jeho vlhkosti

dány zejména poměrem ligninu (výhřevnost je $25,5 \text{ MJkg}^{-1}$) a celulózy (výhřevnost $18,8 \text{ MJkg}^{-1}$). Mírně vyšší výhřevnost kůry a větví je potom dána vyšším obsahem pryskyřic a balzámů, které mají výhřevnost asi dvakrát vyšší než samotné dřevo.

Velkou předností dřeva je, že na rozdíl od hnědého uhlí neobsahuje síru a jeho spalování tedy není zdrojem SO_2 . Obsah popela v biomase je velmi nízký, u dřeva se hodnoty pohybují v průměru okolo 1%, ale často je jeho podíl i nižší.

CHARAKTERISTIKA ÚSTECKÉHO KRAJE

Území zájmové oblasti je v mnoha směrech heterogenní. Nejvyšší oblastí je Klínovec (1 244 m n. m.), nejnižším místem je oblast Roztok, kde ve výšce 128 m n. m. opouští řeka Labe okres Ústí n. Labem. Rozdílné je i klima, hřebeny Krušných hor a Milešovka leží v chladné oblasti. Krušné hory se nacházejí v chladné oblasti s přibližně 20 letními dny, 160 mrazovými dny a průměrnou roční teplotou vzduchu okolo 5 °C a až 1 000 mm ročního úhrnu srážek. Naproti tomu Mostecká pánev a údolí Labe jsou oblastí teplou s průměrnými ročními teplotami mezi 8–9 °C a srážkami mezi 450–550 mm.

Klimaticky leží větší část území (dolní Poohří a povodí Bíliny) ve středně teplé oblasti, kde bývá okolo 60 letních dnů, 110 mrazových dnů, průměrná roční teplota přes 8 °C a roční průměrný úhrn srážek do 600 mm. Poohří je v oblasti mírně teplé s cca 40 letními dny, 120 mrazovými dny a průměrnou roční teplotou okolo 7 °C.

Rozloha kraje je 5 335 km² a počet obyvatel je 820 000.

Severočeská hnědouhelná pánev je největší a těžebně nejvýznamnější hnědouhelnou pánví v České republice. Zaujímá plochu cca 14 000 ha. Dosud se v SHP vytěžilo více jak 3,5 mld. t uhlí, z toho 2,58 mld. t lomově. Technologie lomové těžby je závislá na nutnosti přemístit z dobývacího prostoru nadložní horniny zprvu na vnější výsypku a později na výsypku vnitřní lokalizovanou ve vyuhleném prostoru. Vzhledem ke skrývkovému poměru 1 : 3–1 : 4 to znamená na 1 t uhlí odklidit 3–4 m³ (tj. 6–8 t) nadložních hornin, v případě SHP se jedná o terciérní jílovce a jíly, částečně o terciérní písky či hlinité kvartérní horniny. Antropogenní činností zejména v důsledku těžby uhlí a rekultivací je výrazně ovlivněna hydrografická síť, vodní režimy půd a zemědělský půdní fond.

Přírodní podmínky

Geologické a geomorfologické podmínky

Geologická stavba zájmového území je velmi rozmanitá. Na území se nacházejí bohatá ložiska nerostných surovin. Krušné hory jsou tvořeny většinou proterozoickými metamorfity (svory, ruly), místy prostupují mladší magmatity (žuly, čediče), krystalinikum je vyplněno i rudnými žilami řady nerostů (fluorit, baryt, křemen). V minulých stoletích zde byla významná těžba rud v Krušnohoří (např. Měděnec, Hora sv. Kateřiny, Krupka, Cínovec). Mostecká pánev je vyplněna třetihorními a čtvrtohorními sedimenty, v nichž se nachází i vrstva hnědého uhlí. Území je charakteristické především těžbou hnědého uhlí v Severočeské hnědouhelné pánvi. České středohoří tvoří třetihorní vulkanity (čedič, znělec, pyroklastika). Významná je i těžba kameniva, převážně pro stavební účely, v oblastech Českého středohoří, méně v Krušných horách.

Geomorfologicky je území nehomogenní, můžeme jej rozdělit na čtyři hlavní geomorfologické jednotky. Značné zastoupení tu mají Krušné hory, Mostecká pánev, České středohoří a okrajově do oblasti zasahují Doupovské hory.

Krušné hory formují celé českosaské pohraniční zájmové oblasti. Krušné hory tvoří převážně hlubinné vyvěliny nebo prvohorní krystalické břidlice. Jsou přirozenou bariérou geografickou, dnes je oblast typická velmi řídkým osídlením a omezenými hospodářskými aktivitami.

Mostecká pánev je morfologicky výraznou sníženinou, která se vytvořila tektonickým poklesem v severovýchodním křídle podkrušnohorského prolomu protaženou ve směru jihozápad – severovýchod v délce cca 80 km. Zaujímá plochu zhruba 1 100 km², střední nadmořská výška odpovídá

272 m, nejvyšší bod dosahuje 450 m. Reliéf pánve se utvářel vlivem akumulčních a zejména erozně denudačních procesů, probíhajících od počátku třetihor v měkkých jezerních sedimentech. Dno lze charakterizovat jako pahorkatinu až plošinu s erozně denudačním a akumulčním reliéfem zarovnaných povrchů, říčních teras a svahových údolí vodních toků v povodí Ohře a Bíliny. V částech spojených s těžbou hnědého uhlí nalezneme mnohé antropogenní útvary. Oblast je typická vysokou hustotou osídlení, koncentrací průmyslu, specializací hospodářství na těžbu uhlí, energetiku a chemickou výrobou.

Výsypky Mostecké pánve – povrchovou těžbou hnědého uhlí v Mostecké pánvi vznikají většinou mikro- a mezoreliéfově členité výsypky. Sypáním zakladači v pásech vzniká systém drobnějších elevací v pásech a mezi pásy pak často zůstávají hlubší, mnohdy zvodnělé deprese. Tento způsob sypání výsypek je z hlediska geodiverzity a navazující biodiverzity velmi příznivý (Bažant, Janeček, 2011).

České středohoří – souvislá neovulkanická oblast v pokročilém stádiu destrukce, vyznačuje se denudačním reliéfem na neovulkanických intruzích, lávových prouděch a pyroklastikách s lokálně vyvinutými postvulkanickými zarovnanými povrchy. Dnešní tvary jsou výsledkem selektivního odnosu, který obnažil hlavní části sopečných těles z jejich sedimentárního obalu. České středohoří je značně antropogenně pozměněno v důsledku těžby stavebního kamene.

Doupovské hory zasahují do studovaného prostoru okrajově, nalezneme je pouze na jihozápadním okraji okresu Chomutov. Tvoří je převážně terciérní čediče, trachyty a jejich pyroklastika.

Klimatické poměry

Klimatickou situaci studované oblasti určuje její poloha v mírném vlhkém kontinentálním pásu, kde převládá západní proudění vzduchu. Celoročně se zde projevuje cyklonální činnost. Poloha na styku vlivu oceánu od západu a kontinentu od východu má za následek značnou variabilitu počasí. Vedle této skutečnosti má na podnebí vliv i členitý reliéf a antropogenní činnost.

Podle Quittovy klimatické klasifikace lze rozdělit území do tří základních oblastí (chladná oblast CH, mírně teplá oblast MT a teplá oblast T). MT i CH oblasti se dále dělí na několik podoblastí především v závislosti na měnící se nadmořské výšce.

Nejvýše položené části – hřebeny Krušných hor, Milešovka a dvě místa v jejím nedalekém okolí – řadíme do chladné oblasti CH. Ta je charakteristická velmi krátkým až krátkým, mírně chladným, vlhkým až velmi vlhkým létem a dlouhým přechodným obdobím s chladným jarem a mírně chladným podzimem, dlouhou až velmi dlouhou zimou a dlouhým až velmi dlouhým trváním sněhové pokrývky. Průměrné roční teploty se pohybují do 6 °C, srážky 650–1 000 mm.

Do mírně teplé oblasti MT lze zařadit svahy Krušných hor, Doupovských hor, i většinu Českého středohoří. Oblast je typická normálně dlouhým až mírně teplým a mírně suchým létem. Normálně dlouhá zima je mírně teplá a suchá s krátkým trváním sněhové pokrývky. Přechodná období (mírně teplé jaro a podzim) jsou krátká. Průměrné roční teploty jsou 6–8 °C, srážky 550 mm (v některých oblastech díky srážkovému stínu méně než 450 mm) až 700 mm.

Teplou oblast T nalezneme v údolí Labe, Mostecké pánvi a v nejnižších částech Českého středohoří. Charakterizuje ji teplé a suché léto, velmi krátké přechodné období s teplým až mírně teplým jarem a podzimem a krátkou mírně teplou a suchou až mírně suchou zimou. Průměrné roční teploty se proto pohybují mezi 8–9 °C a srážky 450–550 mm.

V oblasti Mostecké hnědouhelné pánve je průměrná roční teplota 8,2 °C, roční úhrn srážek 499 mm a průměrný úhrn srážek ve vegetační době je 299 mm. Mostecko leží v klimatické oblasti T2, pro kterou je typické dlouhé, teplé a suché léto a krátká, mírně teplá a až velmi suchá zima. Mezoklima

Tab. 2 Ukončené rekultivace v SHP do r. 2004 v ha – orientační údaje

	Zemědělské	Lesnické	Hydrické	Ostatní	Celkem
Ústecko	1197,1	613,2	20,3	43,3	1873,9
Teplisko – Bílinsko	571,8	1085,0	89,6	141,6	1888,0
Mostecko	1268,2	2269,9	121,2	1093,6	4752,9
Chomutovsko	797,1	105,0	21,4	58,0	981,5
SHP celkem	3834,2	4073,1	252,5	1336,5	9496,3

Zdroj: Ročenka životního prostředí Ústeckého kraje, 2004

Tab. 3 Rekultivace v SHP – předpoklad ukončení v období 2004–2020 v ha

	Zemědělské	Lesnické	Hydrické	Ostatní	Celkem
Ústecko	59,8	674,4	257,3	146,8	1138,3
Teplisko – Bílinsko	339,6	779,8	28,5	436,3	1584,2
Mostecko	568,1	1468,1	411,0	1311,2	3758,4
Chomutovsko	801,2	799,9	0,1	256,4	1857,6
SHP celkem	1768,7	3722,2	696,9	2150,7	8338,5

Zdroj: Ročenka životního prostředí Ústeckého kraje, 2004

oblasti může být zčásti ovlivněno antropogenní transformací reliéfu. Z hlediska dlouhodobých průměrů je Mostecko v hodnotách teploty vzduchu spíše nadprůměrné. Naopak dlouhodobé srážkové úhrny jsou v rámci ČR podprůměrné, díky srážkovému stínu Krušných hor.

Hydrologické poměry

Chomutovsko-ústecká oblast náleží do povodí řeky Labe. Z hlediska regionalizace povrchových vod můžeme území rozdělit do tří oblastí:

Krušné hory – vrcholové části v okolí Klínovce, nad Chomutovem a Teplicemi jsou velmi vodné se specifickým odtokem 15–25 l/s na km², s malou retenční schopností a vysokým koeficientem odtoku (0,46–0,6). Ostatní jižní svahy Krušných hor jsou dosti (6–10 l/s na km²) až středně (10–15 l/s na km²) vodnými oblastmi.

Pánev je málo vodná (3–6 l/s na km²) s malou až velmi malou retenční schopností, se silně až velmi silně rozkolísaným odtokem a nízkým (0,11–0,2) až středním (0,2–0,3) koeficientem odtoku.

České středohoří je málo vodné (3–6 l/s na km²), s velmi malou nebo místy dobrou retenční schopností (v závislosti na geologické stavbě), silně až středně rozkolísaným (na západě) nebo málo rozkolísaným (na východě) odtokem. Koeficient odtoku je dosti vysoký (0,31–0,45) až vysoký (0,45–0,6).

Hydrografická síť v pánvi je silně poznamenána antropogenní činností a původním přírodním podmínkám vůbec neodpovídá (např. řeka Bílina je mezi Chomutovem a Mostem vedena potrubím uměle vytvořeným koridorem).

Nejvýznamnějším tokem protékajícím v řešeném území je řeka **Labe** (dle velikosti povodí na 12. místě, dle délky toku na 13. místě v Evropě). Do oblasti vtéká nedaleko Církvic v nadmořské výšce 140 m. Labe v území protéká typickým úzce sevřeným údolím hlubokým až 300 m skrze České středohoří. Dalším významným tokem Chomutovsko-ústecké oblasti je řeka **Ohře** (2. největší řeka Ústeckého kraje), která pramení v Bavorsku 752 m n. m. Na území kraje vstupuje u Pernštej-

na na Chomutovsku ve výšce 306 m n. m. Dále protéká okresem Louny a v Litoměřicích vtéká do Labe. Řeka **Bílina** dostala svůj název podle čisté bílé vody, dnes je jednou z nejméně znečištěných řek. Pramení ve výšce 758 m n. m. poblíž Jirkova (okres Chomutov) a po 84 km toku se vlévá do Labe v Ústí nad Labem. Celá protéká pouze studovaným územím – okresy Chomutov, Most, Teplice a Ústí nad Labem. Průměrný průtok u ústí je přibližně 5,5 m³/s.

Stojaté vody

Na území řešeného území jsou stojaté vody reprezentovány rybníky, vodními nádržemi, dále se tu vyskytuje řada sníženin vzniklých po hlubinné těžbě (pinky) nebo zatopené povrchové lomy (zejména po těžbě hnědého uhlí). Zastoupení rybníků je malé a v porovnání s ČR podprůměrné. Mezi nejvýznamnější stavby ovlivňující odtokové poměry patří vodní nádrže. Významné vodárenské nádrže jsou Přísečnice (362 ha) a Fláje (153 ha). U dalších vodních nádrží převažuje víceúčelovost. Pro potřeby průmyslu jsou nejvíce využívány vodní nádrže Nechranice (1 338 ha) a Kadaň (67 ha).

Podpovrchové vody

Výskyt podpovrchových vod je ovlivněn geologicky, klimaticky, morfologicky a také antropogenní činností. Podpovrchová voda v pánevních oblastech řešeného území je často zlikvidována a silně ovlivněná důlní činností. Díky složité geologické stavbě se na území vyskytuje řada minerálních vod, zejména pak v Teplicích, kde daly vznik lázeňství.

Půdní poměry

V oblasti Krušných hor se vyskytují rezivé půdy, podzoly, kambizemě i organozemě. V pánvi se vedle kambizemí, které jsou zejména na okrajích, vyskytují pararendziny, místy se objeví i černozemě a vzácné smonice na třetihorních jílech. Nadloží a průvodní horniny uhelných slojí, ze kterých jsou sypány výsypky v mostecké pánvi, jsou tvořeny miocénními sedimenty. Převládá zde šedý miocénní jíl místy proložený písky a vulkanickými pyroklasty. Podél toku Labe a Bíliny nalezneme nivní půdy. V Českém středohoří se vyskytují také hnědozemě a degradované černozemě.

Významné je zastoupení antropogenních půd vyskytujících se zejména v důsledku těžby uhlí a následných rekultivací.

Přehled o provádění rekultivací v Severočeské hnědouhelné pánvi

Do konce sledovaného období je v SHP ukončeno 9496,3 ha rekultivací. Dominují rekultivace lesnické 43% a zemědělské – celkem 40,4%.

ENERGETICKÉ PLODINY PRO ÚSTECKÝ KRAJ

V posledních třech dekadách se začíná v různých regionech světa rozšiřovat pěstování rostlin na zemědělské půdě za účelem produkce biomasy k energetickému využití – tzv. energetických plodin. Uvádí se kolem jednoho sta rostlinných druhů rostoucích po celém světě, které byly vytipovány jako potenciální zdroj pro energetické využití. Ne všechny ve světě vytipované rostliny se dají pěstovat v půdně-klimatických podmínkách ČR nebo Ústeckého kraje. Výběr vhodných druhů energetických rostlin a pozemků pro jejich pěstování je určován mnoha faktory, zejména půdně-klimatickými podmínkami, způsobem využití produkované biomasy, požadovanou pěstební technologií včetně sklizně a dopravy apod.

Na základě výsledků výzkumu i pěstební praxe mohou být pro Ústecký kraj doporučeny vybrané energetické plodiny, jejichž popis a pěstební postup je uveden dále. Jedná se zejména o následující plodiny:

Energetické plodiny jednoleté

- Kukuřice
- Konopí seté
- Čirok
- Řepka olejka
- Cukrovka
- Tritikale

Energetické plodiny vytrvalé

Energetické byliny a trávy

- Šťovík OK2
- Ozdobnice
- Mužák prorostlý
- Lesknice rákosovitá
- Kostrava rákosovitá a další druhy trsnatých trav

Rychle rostoucí dřeviny (RRD)

- Topoly
- Vrby

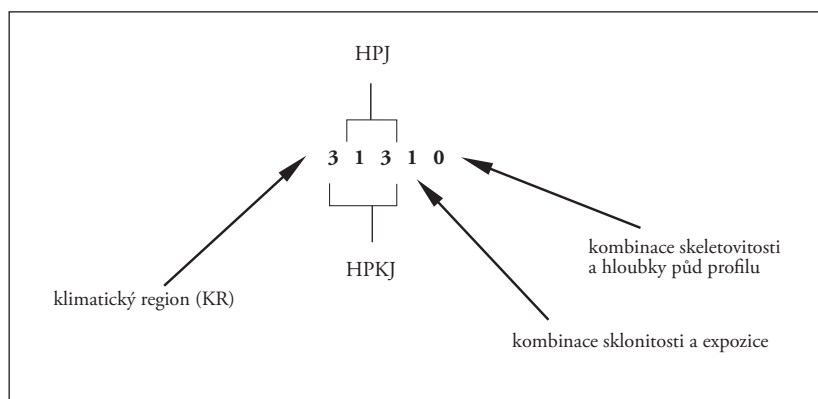
Z uvedených plodin není v této publikaci uvedeno podrobnější pojednání o řepce, cukrovce a tritikale, neboť se jedná o plodiny v praxi široce rozšířené a jejich odrůdy i pěstování jsou mezi zemědělci dobře známy. Pojednání o kukuřici je zaměřeno na produkci biomasy pro bioplyn.

Výběr vhodných lokalit pro pěstování vytrvalých energetických plodin

Výsledky dlouhodobého testování vytrvalých energetických plodin (rychle rostoucích dřevin, ale i bylin a travin) prováděné na zemědělských půdách v ČR v minulých letech ukázaly, že nejdůležitějším předpokladem pro dosažení dobrých výnosů je volba vhodného stanoviště, které je dáno kombinací půdních a klimatických podmínek. Zejména se jedná o dostupnost vody (půdní a srážkové), fyzikální vlastnosti půdy a další limitující faktory, zejm. klimatické (výskyt přísušků aj.).

Výběr vhodných klonů a odrůd vytrvalých energetických plodin pro konkrétní pozemek, případně region musí tedy vycházet v první řadě ze znalosti půdně-klimatických (stanovištních) podmínek zvolené lokality. Pokud je zvolené stanoviště – zemědělský pozemek vhodný, je možno vybrat nejvhodnější klony, příp. odrůdy na základě jejich specifických vlastností a nároků.

K výběru vhodných lokalit je možno použít rámcovou typologii zemědělských půd vytvořenou pro vytrvalé energetické plodiny na VÚKOZ, v. v. i. a VÚRV, v. v. i. Pro její vytvoření byly využívány v zásadě dva podklady: výsledky testování energetických plodin (zejm. výnosy) na výzkumných i provozních plochách a dále bonitace zemědělských půd v soustavě BPEJ – bonitovaných půdně ekologických jednotek vytvořené VÚMOP, v. v. i.



Obr. 2 Bonitovaná půdně ekologická jednotka zemědělských pozemků

Bonitovaná půdně ekologická jednotka zemědělských pozemků vyjadřuje pětímístným číselným kódem (např. 2.11.14 nebo 21114) hlavní půdní a klimatické podmínky, které mají vliv na produkční schopnost zemědělské půdy. Kombinací prvních 3 čísel vzniká tzv. hlavní půdně klimatická jednotka (HPKJ), která byla použita jako základ pro typologii stanovišť. Při analýze bylo hodnoceno více než 500 HPKJ, které jsou relevantní pro pěstování vybraných energetických plodin.

Výsledkem vícestupňové analýzy bylo vytvoření obvykle 5 skupin typologie zemědělských půd dle vhodnosti pro jejich pěstování (dle HPKJ):

1. Nepříznivá stanoviště.
2. Podprůměrně příznivá stanoviště.
3. Průměrně příznivá stanoviště.
4. Nadprůměrně příznivá stanoviště.
5. Optimální stanoviště.

Vliv dalších charakteristik zemědělských půd – zejm. sklonitosti, skeletovitosti, hloubky půdy a expozice (4. a 5. číslo BPEJ) – je posuzován jako dodatečný podle jejich vlivu na výnos a použitelné pěstební technologie (např. pouze vícefázová sklizeň RRD na prudkých svazích).

Pro výběr oblastí a pozemků vhodných pro pěstování vybraných energetických plodin je možno kromě nároků na stanoviště popsaných u jednotlivých plodin využít zejména výnosové a cenové mapy v publikaci „*Ekonomické aspekty využívání obnovitelných zdrojů energie v Ústeckém kraji*“, která je vydávána souběžně s touto publikací. V případě zájmu o posouzení vhodnosti konkrétního pozemku nebo pro výběr vhodných lokalit je možno kontaktovat autory.

ENERGETICKÉ PLODINY JEDNOLETÉ

Jednoleté energetické plodiny jsou v našich podmínkách převážně odrůdy konvenčních (potravinových) plodin s vysokým výnosem biomasy vhodné k výrobě kapalných, pevných a plyných biopaliv. Jsou vhodné pro rychlou produkci biomasy v roce založení porostu, resp. již několik měsíců po něm. Jejich důležitou předností je, že jejich agrotechnika (zejm. setí a sklizeň) se provádí pomocí běžné zemědělské techniky. Energetická rentabilita – poměr vložené a získané energie na produkci jednotky biomasy – je obvykle 1 : 2, což je méně než u víceletých energetických plodin.

Pojednání o řepce olejce a cukrovce není v této publikaci podrobněji uvedeno, neboť se jedná o plodiny v praxi široce rozšířené a jejich odrůdy i pěstování jsou mezi zemědělci dobře známy.

Řepka olejka se pěstuje na značné rozloze. Například v období 2007/2008 byla sklizňová plocha řepky 337 500 ha při produkci 1 032 000 tun. Řepka se využívá v potravinářském průmyslu, na výrobu MEŘO, značná část semene se vyváží bez dalšího zpracování jako surovina. V roce 2008 bylo více než 242 tis. tun řepkového semene zpracováno na MEŘO. Extrahovaný šrot se používá jako krmivo pro hospodářská zvířata.

S cukrovkou se počítá z energetického hlediska podobně jako s některými obilninami na výrobu etanolu. Průměrné výtěžnosti bioetanolu ze zemědělské produkce jsou uvedeny v tab. 4. Plochy cukrovky po vstupu našeho státu do EU prudce poklesly, v současné době začínají pomalu narůstat. V roce 2010 bylo cukrovkou oseto 49 474 ha při výnosu bílého cukru z hektaru 8,79 t. Výnos bulev pro výrobu kvasného lihu byl v tomto období 55,37 t.ha⁻¹.

Tab. 4 Průměrné výtěžnosti etanolu ze zemědělské produkce (zdroj: Pastorek a kol., 2004)

Fytomasa	Průměrná spotřeba na výrobu 100 l etanolu
Cukrová řepa	932 kg
Brambory	1 211 kg
Melasa	360 kg
Pšenice	260 kg
Kukuřice – mokrý způsob	268 kg
Kukuřice – suchý způsob	258 kg
Žito	241 kg
Tritikale	251 kg
Dřevo	385 kg

KUKUŘICE SETÁ (*Zea mays* L.)

Historie pěstování kukuřice jako kulturní plodiny je stará déle než 5 600 let. Z původní vlasti Jižní Ameriky se do Evropy dostala koncem 15. století a do střední Evropy se rozšířila z Balkánu. Kukuřice je druhou nejrozšířenější plodinou na světě. V Čechách má relativně krátkou historii pěstování.

Botanická charakteristika

Jedná se o robustní jednoletou rostlinu z čeledi lipnicovitých (*Poaceae*), dorůstající nejčastěji do výšky 1–3 m. Někdy zvláště v suchých podmínkách může být i nižší, např. jen 0,5 m, jsou ale známy rostliny i šestimetrové. Listy jsou střídavé, přisedlé, s listovými pochvami a souběžnou žilnatinou. Čepele jsou asi 30–90 cm dlouhé a asi 1,5–12 cm široké. Květy jsou jednopohlavní, v pohlavně rozlišených květenstvích. Samčí květenství je vrcholová lata klásků, někdy je interpretováno jako

několik hroznů vyrážející z hlavní osy. Samčí klásky jsou uspořádány v párech, kdy jeden klásek je stopkatý a druhý přisedlý a každý klásek obsahuje 2 květy. Na bázi každého klásku jsou 2 plevy, které na rozdíl od některých divokých druhů nejsou na kýlu křídlaté. Každý samčí květ obsahuje bělomázdřitou pluchu a plušku. Tyčinky jsou 3, pleny 2. Samičí květenství vyrůstají z úžlabí listu. U pěstované kukuřice seté právě to je ztlustlý klas, někdy nazývaný palice (nejčastěji 2–5, vzácněji až 10 cm silný), který se skládá z mnoha řad obilek, v každém klasu jich je od 60 po více než 1 000. U divokých poddruhů je samičí květenství mnohem skromnější dvouřadý klas či hrozen (záleží na interpretaci), pouze asi 1 cm silný a obsahuje jen 4–15 obilek. U divokých forem se klas za zralosti rozpadá, u pěstované kukuřice zůstává vcelku. Celý samičí klas je uzavřen v pochvách listenů, u divokých forem bývá obalová pochva jen jedna, na vrcholu vyčnívá chomáč čnělek s bliznami. Samičí klásky jsou podobně jako samčí dvoukvěté, ale dolní květ je sterilní, proto z každého klásku vzniká pouze jedna obilka. Na bázi klásku jsou 2 plevy, ve kterých je u divokých forem obilka uzavřena, u pěstované kukuřice jsou plevy redukovány. Každý fertillní květ obsahuje jednu suchomázdřitou pluchu a plušku, pleny u samičích květů chybí, čnělky jsou 2, ale jsou skoro po celé délce srostlé, jen nahoře dvouklané. Původně se jednalo o diploida, počet chromozómů je $2n=20$, dnes se však pěstují i tetraploidi, $2n=40$.

Kukuřice je větrosprašná (anemogamní), pyl je přenášen zejména větrem, včely a jiný hmyz sice pyl sbírají, ale jejich význam pro opylování je malý, protože nemají důvod navštěvovat také samičí květenství. Pylová zrna jsou relativně těžká a velmi rychle vysychají; udává se životnost 10–30 minut. Pyl je rozprašován zhruba po dobu 14 dní. Samčí pohlavní orgán většinou dozrává dříve než samičí, což je považováno za původní mechanismus zabezpečující cizosprašení. U mnohých moderních odrůd však dozrávají obě květenství ve stejnou dobu. V přirozených podmínkách se kukuřice rozmnožuje pouze semenem. Zhruba 95 % semen je oplodněno cizosprašením, zbytek samosprašením. Kukuřice během domestikace ztratila schopnost uvolňovat semena z palice, a tak je zcela závislá na pomoci člověka. Kukuřice se nerozmnožuje vegetativně. Kukuřice je plodina s fotosyntézou typu C4. Díky tomu je schopná za dostatečného osvětlení velmi rychle růst a produkovat enormní množství biomasy.

Nároky na stanoviště

Kukuřice je rostlina teplomilná. Suma teplot potřebná během vegetace činí 1 700–3 100 °C. Minimální teplota pro klíčení je 6 °C. Kukuřice je citlivá na kolísání teplot v průběhu vegetačního období.

Pro dostatečné zásobení bioplynových stanic je nezbytné značné množství silážní hmoty kukuřice s vysokou kvalitou. K daným účelům jsou vhodné hybridy s velmi vysokými výnosy suché hmoty, odolné vůči poléhání – mívají pevnější stonek a výnos sušiny kolem 18–25 t/ha. Neméně důležitá je odolnost vůči chladu a tolerance k suchu, která zajistí stabilní výnosy i v klimaticky extrémních letech. Rovněž by takové rostliny kukuřice měly být odolné vůči houbovým chorobám.

Nároky na půdu jsou závislé na oblasti pěstování. V bramborářské a chladnější řepařské výrobní oblasti preferuje půdy hluboké, hlinité, výhřevné, s dostatkem humusu. Nejvhodnější je jižní expozice. Snáší i půdy slabě kyselé nebo slabě zásadité. Na půdách s pH <5 se snižuje výnos rostlinné hmoty až o 30 %. Nevyhovují jí půdy kamenité, zamokřené a mrazové kotliny nebo pozemky erozně ohrožené.

Kukuřice má nízké nároky na vláhu, hodnoty transpiračního koeficientu jsou průměrně 256 mm. Nadbytek vláhy a nedostatek vzduchu v půdě se projeví na barvě listů (světlá barva) a na tvorbě zakrnlých palic.

Povolené odrůdy

Výběr hybridu patří mezi nejdůležitější pěstitelská opatření. V ČR je k dispozici velké množství hybridů v závislosti na účelu pěstování (využití) a klimatických podmínkách. Číslo FAO (číslo ranosti) určuje délku vegetační doby hybridu. Rozdíl o 10 čísel FAO znamená rozdíl ve zralosti o 1–2 dny, případně 1–2 % sušiny v době dozrávání. Pro bramborářskou výrobní oblast se doporučují hybridy s číslem FAO do 200 (příp. 250), pro obilnářskou výrobní oblast FAO 250 a pro řepářskou výrobní oblast 280–300. Pro nejteplejší oblasti je možné použít hybridy nad FAO 300.

Zařazení do osevního postupu

Nejvhodnější předplodinou jsou jeteloviny nebo víceleté pícniny. Výbornou předplodinou jsou také okopaniny hnojené statkovým hnojem. Jako zlepšující plodinu kukuřici často zařazujeme mezi dvě obiloviny (za nejlepší předplodinu se považuje pšenice). Úspěšně je možné kukuřici pěstovat také několik let po sobě, ale zvyšují se nároky na agrotechniku a hnojení.

Agrotechnika

Kukuřice je náročná na přípravu půdy. Vyžaduje půdy hluboko zpracované. Na podzim je dobré provést podryvání na hloubku 45–50 cm. Podryvání můžeme provádět jednou za 4–5 let. Bez podryvání je vhodné provést podmítku. Po podmítce by za 14 dní měla následovat střední nebo hluboká orba. Pro zakládání porostů kukuřice můžeme použít také minimalizační technologie. V srážkově a půdně příznivých oblastech můžeme provádět pouze diskování. Možné je spojení všech jarních operací dohromady (rotační brány + válec + výsevní ústrojí).

Na jaře půdu smykujeme a vláčíme. Setové lužko se kypřením připravujeme na hloubku 4–6 cm.

Hloubka výsevu je 40–60 mm (podle použitého hybridu a půdy). Na těžších, vlhčích a chladnějších půdách sejeme mělčeji. V horších klimatických a půdních podmínkách se vysévá menší počet jedinců na hektar (nižší hustota porostu), naopak v teplejších oblastech se vysévá větší počet jedinců na hektar. Výsevek je přibližně 30 kg/ha. Výsev při teplotách 8–10 °C. Vzdálenost řádků 50–80 cm. Počet jedinců na ha se řídí raností hybridu. Výsev by měl být ukončen do 10. května. Při volbě termínu výsevu je třeba přihlížet k těmto okolnostem – výrobní oblasti, charakteristice stanoviště (příchod mrazíků, expozice stanoviště), půdní vyžrálosti stanoviště (zrnatostní složení, vlhkost), výkonu secího stroje k plánované ploše kukuřice, ranosti hybridu (odolnost vůči chladu, rychlost počátečního růstu, výsledky chladového testu). Setí v oblastech náchylných k silným jarním mrazíkům nesmíme uspěchat, naopak opožděný termín setí v teplejších a sušších oblastech může přinést větší citlivost na sucho a zákonitě snížení výnosu. V aridních oblastech sejeme kukuřici tzv. „na vláhu“, v chladnějších humidních oblastech je rozhodující teplo. Platí zásada, že čím dříve vyséváme kukuřici, tím mělčeji, do prohřáté půdy. Při pěstování kukuřice na zelené krmení se vysévá 200 000–220 000 rostlin na ha. Výsev je tím hustší, čím kratší je vegetační doba.

Kukuřice dobře využívá živiny z organických hnojiv (chlévkový hnůj, kejda). Kejdu (celková dávka dusíku z kejdy 120–150 kg/ha) můžeme rozdělit do tří dávek (podzim, před setím a při výšce porostu do 30 cm). Hnojení organickými hnojivy je významné zejména na půdách s nižší sorpční schopností (aplikace průmyslových hnojiv by byla spojena s vyšším vyplavováním).

Hnojení

Na výnos 10 t.ha⁻¹ je potřeba 100–130 kg N, 30–45 kg P, 80–160 kg K. Vyšší dávky hnojiv používáme v bramborářské výrobní oblasti. Hnojení P a K na podzim podle zásoby živin v půdě. Fosfor se navíc může aplikovat do půdy při setí blízko osiva, tzv. „hnojení pod patu“ (50 mm vedle osiva

a 50 mm pod úroveň osiva). Důvodem je lepší příjem fosforu při vzcházení (zkrácení vegetační doby). Dávku dusíku aplikujeme buď jednorázově před setím nebo můžeme část aplikovat za vegetace do meziřadí ve fázi 5–6 listů. Jednorázová aplikace hnojiv před setím má za následek až 50% ztráty na živinách.

Ochrana rostlin

Pro hubení plevelů je možné využít meziřádkovou kultivaci, která je dnes nahrazena aplikací herbicidů. Výhodou mechanického způsobu likvidace plevelů je provzdušnění půdy a vytvoření příznivých podmínek pro růst rostlin.

Sklizeň a posklizňové ošetření

Sklizeň na zelené krmení se v posledních letech používá minimálně. Termín sklizně je ve fázi intenzivního růstu, nejpozději na počátku mléčné voskové zralosti. Průměrná vegetační doba pro kukuřici na zelené krmení je 80–110 dnů. Sušina 14–25 %. Jednotlivé části řezanky dlouhé 50–150 mm.

Sklizeň na siláž – rozhodující pro termín sklizně je obsah sušiny. Optimální obsah je 28–33 %, což odpovídá mléčné voskové zralosti. U stay green hybridů je to při sušině 33–36 %. V této fázi je podíl palic 45–55 %. Při sušině 28 % by délka řezanky měla být 20–25 mm, při sušině 32 % 5–7 mm. Při sklizni je nutné použít řezačky, které jsou schopny dobře rozdrtit zrna. Při nedokonalém narušení prochází zrna zažívacím traktem zvířat bez využití. Sklizeň silážní kukuřice by měla být ukončena do příchodu prvních mrazíků (teploty $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu 3–4 hodin). Zmrzlá kukuřice se musí sklídit do 2–3 dnů.

LKS (Lieschen-Kolben-Schrott) – sklizeň kukuřičných palic a listenů. Sušina dosahuje hodnoty 50–55 %. Podíl vlákniny 11 %. Používají se řezačky s rádkovým adaptérem, který zajistí sklizeň samotných palic, případně s malým podílem stébla nad palicí. Sláma se drtí a zaorává.

CCM (Corn Cob Mix) – sklizeň zrna s větvenem bez listenů. Využívají se speciální stroje nebo upravené obilní kombajny. Materiál se šrotuje na co nejmenší části. Sušina dosahuje 55–60 %. Podíl vlákniny 5 %. Využíváno pro výživu prasat a vysokoužitkových dojnic.

Využití produktu

Kukuřice skýtá vysoký energetický potenciál, a to přibližně 324 000 MJ/ha. Tato skutečnost je také předpokladem k dobrému zhodnocení biomasy celých rostlin na výrobu energie. Energetické využití kukuřice je zaměřeno hlavně na produkci bioplynu z kukuřičné siláže.

Kukuřičná siláž, určená k výrobě bioplynu, by měla být zásadně jen ze zdravých, zelených a nepremrzlých rostlin, s celkovým množstvím sušiny mezi 28–32 %. Pro co nejvyšší produkci metanu nesmí hmota obsahovat větší množství plísni a toxinů. Pokud je siláž dobře zakonzervovaná, vznikne také více energie, a tedy i více metanu.

Ekonomika

Ekonomika pěstování kukuřice na zrno – celkové náklady pěstování kukuřice činily 20 782 Kč/ha při celkové hodnotě produkce 22 710 Kč/ha v KVO (výnos 7,5 t/ha), resp. 19 684 Kč/ha v ŘVO (výnos 6,5 t/ha). V KVO činil zisk 1 928 Kč/ha, v ŘVO pak byla ztráta $-1\ 098\text{ Kč/ha}$. V tomto

případě je výnosový práh pro nulovou rentabilitu 6,86 t/ha.

Ekonomika pěstování kukuřice na siláž – celkové náklady pěstování kukuřice činily 19 768 Kč/ha – při výnosu 36 t/ha v KVO, 38 t/ha v ŘVO a 32 t/ha v BVO činily náklady na 1 t produkce 549 Kč/t, 520 Kč/t, resp. 618 Kč/t.

KONOPI SETÉ (*Cannabis sativa* L.)

Pěstování konopí setého má v ČR dlouholetou tradici. V České republice se začalo konopí pěstovat od počátku 17. století. Vlákno se využívalo hlavně na výrobu plachet a lanoví pro lodě a potřeby armád. Od počátku 20. století docházelo k poklesu pěstebních ploch z důvodu dovozu levnějšího bavlněného vlákna. K oživení pěstování došlo v meziválečném období, kdy se v Evropě pěstovalo konopí na 50 000 ha opět hlavně pro potřeby armád. Po druhé světové válce nastal úpadek pěstování konopí v důsledku převahy bavlny a umělých vláken. S pěstováním se v bývalém Československu skončilo v roce 1956, v dalších letech se pěstovalo pouze v jižních částech Slovenska a k úplnému konci pěstování došlo v roce 1988. Hlavním důvodem byla vysoká náročnost na ruční práci při sklizni, posklizňové úpravy stonku a nedostatečné strojové vybavení. Opětovně se konopí seté pokusně začalo pěstovat v letech 1996–1999. V roce 2007 bylo touto plodinou oseto celkem 1 600 ha a v provozu byla i čtyři zpracovatelská centra na zpracování konopného stonku.

Botanická charakteristika

Jednoletá, dvoudomá rostlina z čeledi konopovitých (*Cannabaceae*). Samčí rostliny (poskonné) jsou vyšší a štíhlejší než samičí. Listy jsou světlejší, vrcholová část šedozelená. Samičí rostliny (hlavaté) jsou nižší, silnější, více olistěné a tmavší. V normálním porostu je poměr samčích a samičích rostlin 53 : 47 %. Vyskytují se i jednodomé formy, tj. se samčími a samičími květy na jedné rostlině. Kořen je kulovitý, silný a v hlubokých půdách dosahuje délky až 2 m. Silně je vyvinuto kořenové vlášení. Stonek je vzpřímený, nevětvený, až 2 cm silný a vysoký až 3–4 m. V prvních fázích růstu je měkký, dužnatý, později odspodu dřevnatý; obsahuje 13–20 % vlákna. Listy jsou dlaniťe dělené, chloupkaté, tří- až třináctičetné s krátkými stopkami, převážně střídavé, zelené, zabarvené podle pohlaví rostliny. Květy vyrůstají ve svazcích v úžlabí listů; jsou větrosnubné. Samčí jsou prašníkové a samičí pestíkové. Plod je vejčitá šedohnědá nažka (semeno). HTS se pohybuje v rozmezí od 8 g do 26 g (podle odrůdy). Semena jsou klíčivá 2–3 roky, třetím rokem klesá klíčivost až o 30–40 %.

Konopí seté pochází pravděpodobně ze Střední Asie, přesněji z údolí pohoří Altaje a Tchienšanu. Tento druh je typický pro oblasti ležící na sever od 30° severní šířky a zplaněle dnes roste např. v povodí Volhy, v Himálaji, v Mongolsku a jinde. Pěstuje se v řadě zemí Evropy, Asie a Severní Ameriky.

Nároky na stanoviště

Konopí vyžaduje teplejší oblasti, je možno jej pěstovat ve všech úrodnějších oblastech našeho státu. Vyhovují mu oblasti s průměrnými ročními teplotami 8–10 °C. Jižní formy pěstované na semeno však potřebují sumu teplot 2 200–2 800 °C. Na mráz je konopí citlivější než len, mladé rostliny však snášejí slabší mrazíky, doporučuje se vysévat v době po „ledových mužích“. Přesto je možné, i když s nižšími výnosy, konopí pěstovat i v horších půdách a v chladnějších oblastech. Roste i na zúrodněných slatinách, rozoraných loukách nebo vysušených rybnících.

Vyžaduje úrodnější půdy, na horších půdách v chladnějších oblastech se snižují dosahované výnosy. Nejvhodnější jsou úrodné, hluboké, propustné, hlinité až hlinitopísčité půdy, s dobrou zásobou ži-

vin, především N a K, bohatě zásobené humusem, neutrální až mírně zásadité. Nevhodné jsou půdy mělké, šterkovité, kamenité, písčité, vysychavé, stejně tak jílovité, ulehlé, s vysokou hladinou spodní vody. Nesnáší kyselé půdy – pH půdy by nemělo klesnout pod 5. Je citlivé na nedostatek mědi.

V prvních fázích růstu vyžaduje konopí dosti vody, později je schopné odolávat přechodnému suchu.

Povolené odrůdy

V současné době (2011) jsou v seznamu odrůd pro ČR zapsané dvě odrůdy konopí setého – Bialobrzeskie a Monoica. Jinak celosvětově existuje značná řada odrůd.

Zařazení do osevního postupu

Konopí je jednou z mála plodin, které se po sobě snášejí. Není náročné, ale vyšších výnosů hmoty dosahuje po organicky hnojené předplodině. Nejvhodnější předplodinou jsou plodiny, které zanechávají po sobě půdu čistou, nezaplevelenou, kyprou, dobře zásobenou živinami, hlavně dusíkem, tzn. okopaniny, kukuřice, luskoviny a jeteloviny. Lze je pěstovat jak po obilninách, tak po dvouděložných plodinách. Konopí je zároveň dobrou předplodinou i pro náročné plodiny. Zanechává půdu čistou, bez plevelů a ve velmi dobrém stavu.

Agrotechnika

Základní příprava půdy vyplývá ze stanovištních nároků konopí. Nejlepší je hluboká orba na podzim, stejně tak dobré je i hloubkové kypření, zvláště v těžkých, jílovitohlinitých půdách. Předsetová příprava postačí jako pro obiloviny.

Sejeme od druhé poloviny dubna do počátku května (lepší časnější termín). Výsevek a šířka řádků se různí dle daného užitkového směru:

- na vlákno – 80–100 kg/ha a šířka řádků 12–25 cm;
 - na semeno – 20–40 kg/ha a šířka řádků 40–60 cm;
 - kombinované (vlákno + semeno; též pro energetické účely) – 40–80 kg/ha a šířka řádků 20–25 cm.
- Hloubka setí: 2–4 cm; hlouběji na hlubokých nebo dobře připravených půdách v sušších oblastech. Optimální počet rostlin na 1 m² – na semeno 100 rostlin, na vlákno 250–300 rostlin. K setí technického konopí je nutné používat osivo s nízkým obsahem (méně než 0,3 %) THC látek. Pro pěstování konopí platí v ČR ohlašovací povinnost na příslušných úřadech (referáty životního prostředí). Po zasetí je vhodné pozemek uválet; v případě kornatění povrchu lehce převláčet. U širokých řádků (při pěstování konopí na semeno) je možné plečkovat.

Hnojení

Konopí lze hnojit organickými i průmyslovými hnojivy zároveň. Doporučená dávka organických hnojiv je 30 t/ha i více. Vhodné je i zelené hnojení. Z mikroelementů je konopí náročné na obsah Cu a Fe v půdě. Nedostatek Cu má vliv na nižší kvalitu stonků. Vápnění nejlépe na podzim nebo k předplodině. Konopí má značný příjem Ca.

Na produkci stonků má největší vliv draselné a dusíkaté hnojení. Zároveň je příznivě ovlivněna i jakost vláken. Při produkci semen je kladen důraz především na obsah fosforu v půdě. Průmyslová hnojiva je vhodné rozdělit – 2/3 dávky fosforečných a draselných hnojiv zaorat na podzim, 1/3 zapravit spolu s dusíkatými hnojivy při předsetové přípravě, celkově v dávce 34–38 kg/ha v P₂O₅ a 60–80 kg/ha v K₂O.

Doporučená dávka dusíku (po obilovinách) je 50–60 kg N/ha (nejlépe LV, LAV). Po okopaninách, luskovinách a jetelovinách je vhodné dávku N snížit. Je možné rovněž použít dusíkaté hnojivo k přihnojení na list (do výšky porostu 10–15 cm).

Ochrana rostlin

Konopí má velice dobrou konkurenční schopnost vůči plevelům.

V současné době se u nás vzhledem k malému rozsahu pěstování konopí škůdci ani choroby neprojevují a pokud ano, tak jen velmi málo. Řada škůdců i chorob je shodných jako u chmele a i podle toho a s ohledem na daného patogena se volí vhodné chemické prostředky.

Ze škůdců mohou v úvahu připadat dřepčík chmelový, mūra gama, šedavka luční, některé další druhy motýlů, mšice konopná, polyfágní mšice, klopuška chmelová, lalokonosci a practvo.

Z chorob pak bílá sklerociová hniloba, plíseň šedá, fusarióza a virózy.

Sklizeň a posklizňové ošetření

Sklizeň na semeno – porost se sklízí v době, kdy jsou semena v dolní polovině květenství plně vyzrálá, ve střední části ve voskové zralosti, na vrcholku zelená. Může se použít dvoufázové i přímé sklizně. Při přímé sklizni se používá obilní sklízecí mlátička. Vymláčené semeno se čistí a třídí na obilních čistíčkách. Maximální vlhkost pro uskladnění je 8–9%. Výnos semene se většinou pohybuje v rozmezí 0,5–1,6 t/ha.

Sklizeň na vlákno – porost se sklízí v době, kdy je střední část lat samčích rostlin v plném květu, příp. 1–2 týdny po odkvetení samčích rostlin. Konopí se seče různými způsoby a speciálními stroji – speciálními žacími stroji nebo žacími řezačkami. Stonky se po posečení (pořezání na délku 50–60 cm) skládají do řádku na strniště, po 3 dnech po dobu 14 dní se obrací. Stonky se tak pomačkají a přitom se vyrosí. Postupně vysychají až na vlhkost cca 20%. Poté se odváží k dalšímu zpracování (zpravidla slisované do velkých balíků). Výnos stonků se většinou pohybuje v rozmezí 5–12 t/ha, z toho výnos vláknů 0,5–1,5 t/ha, výnos pazdeří 1,5–4 t/ha.

Sklizeň pro energetické účely – porost se sklízí co nejpозději, nejlépe po přemrznutí.

Využití produktů

Stonky – vlákna:

- textilní průmysl – (plátno, potahové látky, koberce aj. – více jak 5 000 druhů textilních produktů), výroba lan, nití, plachet, méně hodnotná a krátká vlákna slouží jako izolační materiál (tepelná, zvuková izolace), pro výrobu geotextilií, též jako těsnicí materiál;
- papírenský průmysl – bankovky, cigaretový papír, filtry;
- automobilový průmysl – dveřní výplně;
- chemický průmysl – zdroj rostlinné buničiny a biopaliva.

Stonky – pazdeří:

- zdroj celulózy – možná výroba více než 25 000 produktů;
- stavebnictví – pazderodesky, příčky, přísádky do spojovacích směsí (až 40 %);
- automobilový průmysl – výplně;
- stelivo pro drobné zvířectvo;

- energetické účely (výroba pelet) – spalné teplo slámy 18,1 MJ/kg sušiny.

Stonky – odpadní voda z máčidel:

- využití jako hnojivo.

Semena – olej získaný z konopných semen:

- potravinářský průmysl (např. konzervárenství);
- kosmetický průmysl – krémy, vlasová kosmetika – šampóny a kondicionéry);
- chemický průmysl – výroba laků, fermeží, mazivových olejů, mýdel;
- farmaceutický průmysl (dermatologie) – silný baktericidní účinek;
- krmivářský průmysl – zkrmování pokrutin; vlastní semena jako ptačí zob (semeneček);
- lékařství – fytylin v plevách – chudokrevnost apod.

Květy:

- potravinářský průmysl – ověřováno cca 200 potravinářských výrobků s obsahem konopného květu; mnohé již běžně ve výrobě – nápoje;
- kosmetický průmysl – květové silice.

Celé rostliny:

- fytoenergetické využití.

Ekonomika

Pro ekonomické zhodnocení je potřeba vycházet z celkových průměrných variabilních a fixních nákladů jednotlivých pěstitelů. Průměrně vychází náklady na 20 000 Kč/ha. Cena rosených stonků se pohybuje mezi 2 700–3 000 Kč/t, cena vlákna mezi 11–17 Kč/kg, cena volně loženého pazdeří mezi 1 500–4 500 Kč/t, cena semene pak od 19 do 25 Kč/kg.

ČIROKY (*Sorghum Moench*)

K potenciálním zdrojům získávání energie z fytomasy patří i rostliny rodu čirok. Tyto rostliny vytvářejí za vhodných podmínek dostatek fytomasy, která může být použita vedle jiných možností také k energetickému využití (výroba bioplynu, výroba etanolu, spalování). Využití čiroku je všestranné. V Asii a Africe převládá jeho použití jako potraviny, v Evropě a Americe jako krmné plodiny. Čiroky patří k teplomilným plodinám. Jsou odolné proti suchu. V současné době se pěstuje na všech světadílech od 50° s.š. do 30° j.š. Celková světová produkce v roce 2010 činila 55 646 992 t, a to na celkové rozloze 40 508 600 ha (FAO, 2012).

Čirok je prastará kulturní rostlina, na jejíž původ existuje více názorů. Například podle Vavilova pochází ze tří genových center východoasijského, indického a afrického. Využití čiroku je např. doloženo již ze starého Egypta, kde jej využívali jako kulturní plodinu. Do Evropy se dostal nejdříve do Itálie z Indie za doby Plinia Staršího – známého římského botanika, autora nejvýznamnější přírodovědné encyklopedie starého Říma (*Historia naturalis*), ale potom se na čirok zapomnělo.

Do Čech byl ve větší míře zaveden ve 20. letech minulého století, kdy se využívalo značné množství technického čiroku. Druhá vlna využití následovala v 50. letech, později však došlo k jeho vytlačení kukuřicí, která se začala masověji využívat. Poslední vlna zvýšeného zájmu o čiroky u nás souvisí především s rozvojem bioplynových stanic, pro které poskytuje velké množství kvalitní hmoty.

Botanická charakteristika

Rod čiroků (*Sorghum* Moench) patří do skupiny vousatkovité (*Andropogoneae*), do čeledi *Poaceae* – lipnicovitých, do podčeledi *Panicoidae* – prosovitých.

Čirok obecně je jednoletá nebo víceletá statná tráva s bohatě rozvětveným hluboko kořenícím kořenovým systémem tvořící četná stébla vyplněná dřeví obsahující sladkou šťávu, vysoká 1–3 m i více. Stébla jsou rozdělena kolénky na články. Čepel může být 40–100 cm dlouhá, 4–10 cm široká a je pokryta slabou vrstvou vosku. Květenstvím je lata různého tvaru, velikosti a hustoty s jednokvětými klásky. Dozrávání probíhá postupně a k plnému dozrání je třeba poměrně dlouhá doba. HTS je rozmanitá, podle odrůd kolísá od 10 nad 30 g. Zrno (obilka) je kulovité nebo vejcovité, buď úplně pluchaté nebo částečně obnažené, případně zcela nahé. Čiroky jsou cizosprašné, ale dobře se opylují i vlastním pylem. Vyznačují se podobně jako kukuřice pomalým počátečním růstem. Patří mezi rostliny typu C4.

Čiroky vytvářejí velmi mnoho forem, které se pěstují ve všech světadílech. Systematikou tohoto rodu se zabývala řada autorů, ale není dosud uspokojivě vyřešena. Důvodem nejednotnosti je především široká variabilita čiroků, kdy jednotlivé typy se liší celkovým habitem, vzrůstností, uspořádáním lat a podobně.

Dnes se v botanické praxi nejčastěji používá klasifikace, kterou zpracovali de Wett a Huckabay, která uvádí pouze jeden polymorfní druh *S. bicolor* s dvěma poddruhy, několika varietami a řadou forem. V zemědělské praxi se však využívá klasifikace, kterou publikoval Mansfeld (1952). Čirok dělí na čtyři variety podle praktického využití:

- a) Čirok obecný (*S. vulgare* var. *eusorghum*). Pěstuje se hlavně na zrno, které má značný obsah bílkovin a škrobu. Většinou jde o formy s nižším vzrůstem.
- b) Čirok technický (*S. vulgare* var. *technicum*). Má silně vyvinutou latu, která bývá surovinou pro výrobu košťat a kartáčů. Zrno je vedlejším produktem.
- c) Čirok cukrový (*S. vulgare* var. *saccharatum*). Má šťavnatou dřev 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 sudánský (*S. vulgare* var. *sudanense*). Tato skupina má tenká stébla, bohaté olistění a vytváří velké množství hmoty. Je kvalitní pícninou. Je vhodný pro případné energetické využití.

Nároky na stanoviště

Čiroky jsou značně náročné na teplo. Semena začínají klíčit při teplotě 10–12 °C. Největšími nároky na teplo se vyznačují zrnové čiroky, mnohé z nich se pěstují jen v tropických nebo subtropických oblastech. Poněkud menší nároky na teploty při klíčení a vzházení má sudánská tráva, která klíčí a vzhází již při teplotách 8–10 °C. I nejméně náročné druhy čiroku, pokud se pěstují na zrno, vyžadují sumu teplot 2 500 °C. Některé odrůdy čiroků jsou na teploty méně náročné (variety *technicum* a *sudanense*). Při pěstování na hmotu mohou být sumy teplot i nižší. Čirok se podobně jako kukuřice vyznačuje pomalým počátečním růstem, po tomto období dochází k rychlému růstu, který je intenzivnější i ve srovnání s kukuřicí, přičemž obě tyto plodiny využívají rychlou tzv. C4 fotosyntézu.

Nároky na vodu jsou u čiroků poměrně menší než u kukuřice, přičemž největší nároky na vodu jsou ve fázi sloupkování a metání, kdy vytváří největší množství organické hmoty. Čiroky jsou méně poškozovány nedostatkem vody než kukuřice. Ve srovnání s kukuřicí mají dvojnásobné množství kořenových vlásečnic na jednotku hlavních kořenů a takový povrch listů, který snižuje odpar. Proto

potřebují asi o 1/3 méně vody než kukuřice a v extrémním suchu mají schopnost přejít do klidového stavu a obnovit růst v souvislosti s nadcházejícími dešti. Mají nízký koeficient transpirace – 200 litrů na 1 kg sušiny (kukuřice 300 litrů) a schopnost asimilovat i při vysokých teplotách. Protože se čiroky vyznačují dlouhým vegetačním obdobím, využívají také dobře srážky ve druhé polovině léta, které nemůže využít ani kukuřice. Čirok může jako plodina náročnější na teplo, odolnější proti suchu a méně náročná na půdu nahradit kukuřici na extrémních stanovištích.

Na půdu jsou čiroky poměrně nenáročné, přesto vysoké výnosy poskytují jen na strukturních půdách. Na půdu jsou méně náročné než kukuřice. Velikou předností čiroků je, že se jim daří i na půdách částečně zasolených, kde jiné zemědělské plodiny poskytují pouze malé výnosy. Koncentrace sodíkových solí může při pěstování čiroků dosahovat až 1 % a teprve při koncentracích solí okolo 2 % je v těchto půdách i pěstování čiroků omezeno. Nejlépe se jim daří na středních, teplých půdách s dostatkem humusu a živin. Nedaří se jim na kyselých půdách.

Povolené odrůdy, hybridy

Mezinárodní unie pro ochranu nových odrůd rostlin (UPOV – International Union for the Protection of New Varieties of Plants) do současnosti celosvětově zaregistrovala celkem 4 333 odrůd čiroku (UPOV, 2012). U států EU jsou uvedeny jenom ty, které mají registrovány odrůdy také na národní úrovni. Jinak vzhledem k jednotnému Evropskému katalogu bylo ve všech státech unie registrováno celkem 440 odrůd, z toho v ČR 10. V současné době se pěstují, podobně jako u kukuřice, nejvíce hybridní odrůdy.

Značnému zájmu šlechtitelů (v zahraničí) se těší kříženci čiroku obecného se súdánskou trávou (*Sorghum bicolor* × *Sorghum sudanense*), mezi odrůdami je možná značná variabilita. V našich podmínkách se asi jedná pravděpodobně o nejrozšířenější formu, která se obvykle využívá pro výrobu kvalitní siláže, senáže s vysokým obsahem hemicelulózy, přímé krmení, pastvu skotu a výrobu bioplynu.

Dosažení vysokých a stabilních výnosů biomasy pro různé účely využití je založeno na volbě vhodných hybridů. Například pro výrobu bioplynu se využívají hybridy doporučené k silážním účelům a mající maximální potenciál pro výrobu bioplynu.

Hybridy čiroku jsou k nám v současné době dováženy a nabízeny prostřednictvím osivářských firem, např. SEED SERVICE. Uvedená firma nabízí hybridy čiroku jako např. NK Sucrosorgo 506, který je extrémně suchovzdorný a v našich podmínkách dozrává, Lussi CS hybrid čirok × súdánská tráva vhodný pro výrobu biomasy pro bioplynové stanice, krmný čirok Jumbo CS vhodný pro všechny typy terénu, silážní čirok Bovital vhodný k pěstování ve všech výrobních oblastech, hybrid Biomass 150 vhodný pro výrobu biomasy pro bioplynové stanice a další druhy podle způsobu využití na zrno, pastvu, senáž, siláž, jako např. GK Emese, Express, Sweet Virginia, Sweet Caroline, Nutri Honey, Latte, Honey Graze BMR, Goliath apod.

Zařazení do osevního postupu

Čirok můžeme zařadit do osevního postupu podobně jako kukuřici. Čirok nemá zvláštní nároky na předplodinu. V oblastech s nízkou intenzitou hnojení se čirok zařazuje po dobrých předplodinách. Lze jej zařadit po obilninách, zejména po ozimé pšenici. Jako hlavní plodinu zařazujeme také po okopanině nebo jetelovině. Jako druhou plodinu po ozimé luskobilní směsce. Při intenzivnějším hnojení a používání herbicidů může následovat čirok i více let po sobě. Při používání herbicidů s dlouhou dobou působení je třeba brát v úvahu možné reziduální zbytky. V zahraničí se čiroky stále více prosazují jako následná plodina po energetickém žitu na zeleno, ozimém ječmeni na GPS nebo po první (jarní) sklizni víceleté pícniny.

Čirok je sám obecně špatnou předplodinou, neboť odčerpává mnoho vláhy a živin. Po čiroku pěstovaném pro energetické využití a sklizeném do konce zimy lze pěstovat pouze jařiny, případně některé technické plodiny. Po čiroku pěstovaném na píci nebo na výrobu etanolu se pěstují především obilniny. Při dostatku času na kvalitní přípravu půdy lze následně pěstovat ozimou pšenici, jinak lze pěstovat jarní ječmen a další jařiny.

Agrotechnika

Příprava půdy je obdobná jako u kukuřice. Základní příprava půdy se dělá podle předplodiny. Příprava půdy pro čiroky je také do značné míry závislá na půdních a klimatických podmínkách dané oblasti.

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, jak to umožní počasí, je vhodné zpracovat půdu smykem a bránami. Tím se půda urovná, prokypří a vytvoří se podmínky pro vzejití plevelů. Při předsetovém zpracování půdy lze využít kombinátorů zabezpečujících co nejmenší počet operací. Je vhodné zkypřit povrch půdy jen do hloubky setí. Při pěstování v aridních a suchých oblastech je nutné přípravu půdy provádět systémem „Dry farming system“. Ten spočívá v orbě do hloubky 18–20 cm, kdy je posléze pozemek uvláčen, aby se vypařovací plocha povrchu půdy zmenšila na minimum. Povrch půdy je nutné do výsevu a později až do doby plného vzejití porostu udržovat stále bez půdního škraloupu. Rozrušování půdního škraloupu je důležité k porušení kapilárního systému v orniční vrstvě půdy, aby výpar vody z půdy byl co nejmenší. Po zasetí je důležité pozemek uválcovat cambridskými válci, a to především tehdy, když je horní vrstva ornice přerušena. Válením se utlačí půda v hloubce zasetých semen, a tím se zabezpečí přívod vody k semenům z hlubších vrstev půdy. Válení po setí se v případě použití vhodného secího stroje s přítlačnými kotouči neprovádí.

Optimální doba setí je dána požadavky na teplotu půdy pro vyklíčení. Doba výsevu je velmi důležitá zvláště v okrajových oblastech. Musíme proto při volbě doby setí brát v úvahu celé prostředí dané oblasti, teplotu půdy a její vlhkost. Sejeme koncem dubna nebo začátkem května, když je půda již prohřátá alespoň na 12 °C. Při pěstování na zeleno sejeme do užších řádků (15–40 cm) s výsevem 30–50 kg/ha (20–30 rostlin/m²). Názory na vhodnou šířku řádků pro čirok jsou podle různých autorů rozdílné. Vlastní volbu šířky řádků volíme podle odrůdy, její vzrůstnosti, délky vegetační doby apod. V konvenčním způsobu pěstování, kde lze použít herbicidy, není třeba řešit šířkou řádků možnost mechanické regulace plevelů. Výsev čiroků na zrno se nejčastěji provádí do řádků vzdálených od sebe 30–80 cm, vzdálenost rostlin v řádku 25–30 cm. Některé vícesetné hybridy čiroku se mohou sít i do užších řádků. Při širších řádcích můžeme plečkovat.

Výsevní množství čiroků se odvíjí od účelu pěstování a pohybuje se od 15 do 30 kg/ha. U čiroků pěstovaných pro zelenou hmotu je výsevní množství vyšší. Doba výsevu je velmi důležitá zvláště v okrajových oblastech. Musíme proto při volbě doby setí brát v úvahu celé prostředí dané oblasti, teplotu půdy a její vlhkost. Hloubka setí čiroků je 3–5 cm. Po setí se doporučuje pozemek uválet. Velmi důležitým zásahem je včas rozrušovat půdní škraloup, který se vytváří zvláště po deštích. Doba výsevu je velmi důležitá zvláště v okrajových oblastech, kde je nebezpečí poškození vzcházejících porostů nízkými teplotami. Výsev tedy provádíme v takové době, kdy je půda dostatečně teplá (nejméně 10–12 °C v oblasti setového lůžka), a kdy je půda i dostatečně vlhká. Výsev se provádí secími stroji, používají se secí stroje konstruované pro výsev obilnin, nebo speciální secí stroje na přesný výsev kukuřice nebo čiroku. Osivo čiroků má mít klíčivost nejméně 80 %, čistotu 98 %. Pro výsev se používá osivo tříděné a před výsevem se doporučuje provádět moření osiva především proti sněti čirokové (*Ustilago sorghi*).

Hnojení

Čirok je plodina velmi náročná na příjem živin. Potřeba živin je ovlivněna výší výnosu suché hmoty z jednotky plochy. Hnojení je podobné jako u kukuřice

Počáteční růst čiroku je pomalý, proto je odběr živin zpočátku malý. Vzhledem k nízkému počátečnímu a dlouhotrvajícímu odběru živin se doporučuje používat hnojiva s pomalým a trvalým uvolňováním živin. Po nárůstu 3–4 lístků začíná intenzivně přijímat živiny, což se projevuje silným růstem. Od této vývojové fáze až po vymetání je spotřeba dusíku a draslíku největší. Fosfor přijímá čirok zpočátku (tj. asi prvé čtyři týdny) velmi pomalu a v malém množství. Spotřeba fosforu se stupňuje až do fáze kvetení, kdy je příjem největší. Ve větší míře využívá čirok také vápník, ale až v pozdějším vegetačním období.

Protože čirok nepoléhá, můžeme k němu hnojit většími dávkami dusíku. Na začátku růstu potřebuje dusík v lehké přístupné formě. Vyššími dávkami dusíku se zvyšuje výnos zelené hmoty a obsah bílkovin, to má velký význam při pěstování cukrového čiroku na krmení. Přehnojováním dusíkem se však prodlužuje vegetační období. Draslík podporuje odolnost proti chladu a mrazu. Zvyšuje tvorbu sušiny a podporuje tvorbu cukrů. Se zvyšujícími dávkami draslíku se zvyšuje podíl sacharózy, klesá podíl redukcujících cukrů a snižuje se obsah bílkovin a dusíkatých látek celkem. Při dostatku draslíku rostlina dobře hospodáří s vodou.

Lze používat zelené hnojení nebo hnojení chlévským hnojem nebo kejdou. Doporučované dávky jsou 30–50 t/ha chlévského hnoje. Dávky živin v průmyslových hnojivech budou záviset 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.

Ochrana rostlin

Čiroky rostou z počátku velmi pomalu. Proto je důležité zajistit bezplevelný stav porostu zejména v prvních 40–50 dnech po vzejití. Při širších řádcích lze použít plečky. Plečkování může mít kladný účinek nejen na likvidaci plevelů, ale také hlavně na slehlých půdách po deštích zkypruje a provzdušňuje půdu.

V samotném boji proti plevelům je postřik herbicidy v porovnání s plečkováním účinnější. Pokud používáme preemergentní aplikace triazinových přípravků, tato musí být přesná a v doporučených dávkách, neboť čirok není proti atrazinu tak odolný jako kukuřice.

Před setím čiroku je výhodné vyčistit pole neselektivním (totálním) herbicidem. Je možné aplikovat také postemergentní herbicidy v případě nutnosti ošetření během vegetace s účinnými látkami MCPA při výšce rostlin cca 15 cm. V případě zapelevelení ježatkou kuří nohou (*Echinochloa crus-galli*), zvláště u čiroků pěstovaného na přímou sklizeň zrna nebo siláže, se v zahraničí nejvíce osvědčila preemergentní aplikace přípravku Gardoprim Plus Gold v dávce do 4 l.ha⁻¹. Proti jednoděložným plevelům lze doporučit Dual Gold 960 EC. Proti dvouděložným plevelům byl v pokusech v Troubsku s úspěchem použit postemergentní postřik Banvelem 480 S v dávce 3 l/ha. Dále lze použít další herbicidy jako Gesaprim 90 WG, nebo jiné herbicidy podle převažujícího druhu plevelu. Pozor, v ČR je registrace pouze do kukuřice!

V oblastech tradičního pěstování patří k hlavním houbovým patogenům čiroku plíseň čiroková (*Sclerospora sorghi*), která je rozšířena zvláště v subtropických oblastech (Indie, jižní Asie) a řadí se mezi oomycety. Na listech se též někdy vyskytuje rez čiroková (*Puccinia purpurea*) vytvářející uredia s uredosporami na spodní straně listů. Na čiroku parazituje několik rodů snětí. Ochrana proti sněti spočívá v moření osiva. Z ostatních houbových chorob se nejčastěji vyskytují *Helminthosporium turcicum* Pass., *Ascochyta sorghina* Sacc., *Fusicladium sorghi* Pass. Menší význam mají choroby jako jsou

šedá skvrnitost listů způsobená houbou *Cercospora sorghi*, helminthosporiová spála listů způsobená *Helminthosporium turcicum* a černá hniloba způsobená *Rhizoctonia bataticola*.

Z živočišných škůdců napadá čirok hmyz i vyšší živočichové. Mladé rostlinky jsou často okusovány larvami kovaříka – drátovci, nebo larvami chrousta obecného. Larvy poškozují především kořenový systém.

Na mladých porostech škodí také, housenky osenice polní. Později v období vegetace se mohou vyskytovat listové mšice, zavíječ kukuříčný (*Ostrinia nubilalis* Hübner). V období dozrávání působí škody na zrnu ptáci.

Sklizeň a posklizňové ošetření

Z hlediska pěstování a sklizně nejsou s čiroky problémy, neboť se používá, podobně jako u kukuřice, běžně dostupná zemědělská mechanizace. Čirok cukrový se silážuje napřímo při optimálním obsahu sušiny. Súdánská tráva a její kříženci se hodí pro dvoufázovou sklizeň v době, kdy mají vysokou stravitelnost, nebo pro přímou sklizeň tehdy, když je obsah sušiny optimální. Na podzim se potom sklízí napřímo a jako zelená hmota nebo zasilážované se využívají pro výrobu bioplynu. Vícesečné čiroky jsou velmi hodnotnou pícninou pro přežvýkavce. Čirok technický se sklízí v době technické zralosti, když jsou laty žluté a pružné.

Zrnový čirok sklízíme kombajnem upraveným na vysoký řez. Sklízíme v době, když jsou zrna dobře vybarvená a lesklá. Výdrolu se nemusíme obvykle obávat, proto můžeme sklízet až v plné zralosti. Sklizeň provádíme nejlépe za suchého počasí, aby se vlhkost obilky zbytečně nezvyšovala. Po sklizni je potřeba zrno přechistit a dosušit na skladovací vlhkost 14–15 %. Zrno je nutné sušit při teplotě 45–50 °C. Vysušené zrno se uskládá obdobně jako zrno obilnin. Potenciál výnosu zrnového čiroku se pohybuje v rozmezí 5–6 t/ha. V nejteplejších oblastech je srovnatelný s výnosem kukuřice na zrno.

Čiroky se u nás většinou pěstují na výrobu fytomasy určené ke krmným účelům nebo výrobu bioplynu. Sklizeň závisí na směru pěstování. K sečení se používá celá škála řezaček nebo žací strojů různých výkonů, často vybavených integrovaným rozhazovačem píce na celou šířku pokosu. Žací stroj může být vybaven tzv. kondicionérem – mačkácími válci nebo výkyvnými „V“ prsty zabezpečujícími mechanickou dezintegraci fytomasy. Kondicionováním se urychluje proces zasychání posečené píce. V případě, že posečená biomasa nepromokne, není ji potřeba obracet.

Posečená fytomasa se nechá zavadnout na sušinu 28–35 %, obvykle do 24 hodin, a následně je shrnovaná shrnovačem do řádků. Cílem operace je soustředit zavadlou biomasu do objemových řádků, které zajistí dokonalé plnění řezacího ústrojí řezačky. Shrnovače jsou konstruované převážně jako rotační. Výkon je značně variabilní a závisí na použitém stroji, množství biomasy apod.

Čirok je výnosná pícnina dosti bohatá na bílkoviny (obsahuje jich více než kukuřice). Na zelenou píci jej sečeme sklízecími řezačkami před metáním, na siláž jej sklízíme na začátku metání (později rychle dřevnatí a špatně obrůstá). Obvykle dává dvě seče, první podle podnebí koncem června až do poloviny července, druhou od poloviny do konce září. Aby bylo možno píci déle zkrmovat, je možno vysévat čirok v několika termínech. U čiroku na zeleno při opožděném kosení také roste obsah glykosidů, kyseliny kyanovodíkové apod. Dá se krmit ve směsi s jinými zelenými krmivy.

V případě využití zelené hmoty sečené v období do začátku metání je obsah bílkovin v píci velmi vysoký, srovnatelný s obsahem v mladých travách nebo horší než ve vojtěšce. V uvedené růstové fázi mají rostliny vysoký obsah rozpustné vlákniny, který se stárnutím rostlin postupně ubývá a ředí se i obsah bílkovin. K výrazné lignifikaci dochází v době odkvétání rostlin.

V případě čiroku na siláž, podobně jako kukuřice, se biomasa nechá dozrát na poli na sušinu 28–35 % a pak se přímo sklízí a řeže řezačkou nebo při nižším obsahu sušiny se poseká, nechá zavadnout,

shrne se, nařeže a odveze. Takových hodnot sušiny (28–35 %) fytomasy čiroku, podobně jako kukuřice, dosahuje na podzim. V tomto období se může čirok na siláž sklízet již bez dosoušení.

Za běžných agrotechnických podmínek v teplejších oblastech je možné dosáhnout u nás na podzim výnosu 20 tun sušiny z hektaru. Také pro podmínky SRN jsou uváděny výnosy čiroku 15–20 tun sušiny z hektaru. Pro některé druhy čiroku jsou ve světě uváděny výnosy až 75 t/ha zelené hmoty.

V pokusech VÚRV, v. v. i., bylo dosaženo průměrných výnosů sušiny fytomasy bez ohledu na agrotechnická opatření sklizené na podzim od 31,24 t/ha v Troubsku do 5,14 t/ha v Lukavci (tab. 5). Uvedené průměrné výnosy sušiny fytomasy byly také ovlivněny započtením čiroku cukrového, který vykazoval na všech stanovištích nízké výnosy (tab. 5). Ze sledovaných genotypů čiroku dosahovaly ostatní v průměru podobných výnosů sušiny (18,02 t/ha sudánská tráva, 17,71 t/ha čirok zrnový a 17,29 t/ha 'Hyso'). Porovnáme-li jednotlivá stanoviště, nejvyšších výnosů fytomasy v průměru všech sledovaných genotypů bylo dosahováno na nejteplejším stanovišti v Troubsku, nejmenších výnosů na nejchladnějším stanovišti v Lukavci (tab. 5).

Tab. 5 Průměrné výnosy sušiny fytomasy (t/ha) sledovaných genotypů čiroku v průběhu období 1993–2004

Stanoviště/Druh	Sudánská tráva	Čirok 'Hyso'	Čirok zrnový	Čirok cukrový
Ruzyně	9,388	11,928	12,360	8,731
Troubsko	26,660	27,173	31,240	9,327
Lukavec	-	-	21,875	5,140
Chomutov	-	12,776	5,347	7,444

Využití produktů

Možnosti využití čiroků – všech forem – jsou velmi široké. Jako obilnina zaujímá čirok čtvrté místo za pšenicí, rýží a kukuřicí. V potravinářském průmyslu je využíván čirok cukrový pro výrobu sirupů, cukrovin, lihu, lihových nápojů a piva, protože snadno a rychle zkvašuje. Velmi rozšířená je příprava kaší z mouky a krup v kombinaci s masem a zeleninou. Průmyslové využití čirokové mouky je pro výrobu lepidel, olejů a škrobu. V poslední době zaznamenává razantní nárůst v produkci etanolu jako paliva z biomasy. Čirok je dále vhodný jako kvalitní krmná plodina pro vysoký obsah cukrů, velmi dobré stravitelnosti a vysokému výnosu zelené silážní hmoty. Varieta technického čiroku je surovinou pro výrobu kartáčů a košťat.

Potravina a krmivo

Zrno slouží jako potravina (mouka, krupice, sirup, alkoholické nápoje). Zrno se dá využít také jako krmivo nebo osivo. Zrno čiroku má stejnou výživnou hodnotu jako rýže. Obilky čiroku zbavené pluch se připravují buď v celku, nebo se z nich častěji mele mouka, která je vhodná především pro přípravu kaší. V oblastech jeho pěstování jsou obilky čiroku i významným krmivem pro drůbež i výkrm prasat. Z obilek čiroku se také připravuje čirokové pivo, které je oblíbené nejen pro svou opojnost, ale i jako zdroj vitamínů skupiny B, kterých je v některých oblastech pěstování čiroku nedostatek. Stonky lze zkrmovat nebo silážovat na krmivo pro zvířata. U odrůd čiroku cukrového se zpracovávají celé rostliny k výrobě cukrových sirupů nebo se silážují a zkrmují.

Například sudánská tráva je výnosná pícnina dosti bohatá na bílkoviny (obsahuje jich více než kukuřice). Na zelenou píci ji sečeme před metáním (když je vysoká asi 50 cm), na siláž ji kosíme na začátku metání (později rychle dřevnatí a špatně obrůstá). Obvykle dává dvě seče, první podle podnebí koncem června až do poloviny července, druhou od poloviny do konce září. Aby bylo mož-

no píci déle zkrmovat, je možno vysévat travu v několika termínech. Je přípustná také kombinovaná sklizeň na zrno a slámu obvykle s použitím desikantů.

Bioplyn

Čiroky svou podstatou nejsou vhodné pro přímé spalování. Obsah vody je během vegetace i po zimě, kdy mráz většinu jiných plodin vysuší, velmi vysoký. V našich pokusech byl obsah vody v rostlinách čiroku na jaře v průměru ještě kolem 42 %. Takto vlhký materiál nelze ve většině kotlů přímo spalovat nebo jej bez problémů skladovat. Je třeba jej uměle dosušet, což je ale značně nákladné. Také porosty ponechané přes zimu poléhají, takže se špatně sklízí, jsou napadány plísněmi a navíc vykazují značné ztráty (v našich pokusech v průměru 37,5 %).

Z těchto důvodů je čirok daleko vhodnější pro výrobu bioplynu. V případě čiroku na siláž, podobně jako kukuřice, se biomasa nechá dozrát na poli na sušinu 28–35 % a pak se přímo sklízí a řeže rezačkou nebo při nižším obsahu sušiny se poseká, nechá zavadnout, shrne se, nařeže a odveze. Takových hodnot sušiny (28–35 %) fytomasy čiroku, podobně jako kukuřice, dosahuje na podzim. V tomto období se může čirok na siláž sklízet již bez dosoušení. V zahraniční literatuře se uvádí, že čirok dává o 15–20 % méně metanu než kukuřice, ale dává více metanu (*Sorghum saccharatum*) než *Miscanthus*.

Dle údajů ze sousedního Německa výnosy suché hmoty při sklizni na siláž u různých odrůd a hybridů čiroků dosahovaly hodnot 9–22 t na 1 ha, přičemž nejvyšších výnosů obvykle dosahoval hybrid čiroku zrnového a súdánské trávy, který se v současné době nachází v ověřovacích zkouškách v ČR. 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, zejména metanu jako hlavní energetické složky, a to díky vyšším průměrným výnosům sušiny biomasy. Pro dosažení vyšších výnosů však potřebujeme pečlivě vybrat vhodné odrůdy a dodržet veškeré požadavky agrotechniky. V podmínkách ČR jsou důležité především rané odrůdy čiroků.

Další možnosti využití

Pro technické účely lze ze zrna získat škrob nebo líh.

Pro výrobu etanolu je z čiroků asi nejvhodnější čirok cukrový. Čirok cukrový obsahuje ve stonku směs mono- a disacharidů a je zkoumán jako nová cukrodárná rostlina, připadající v úvahu pro pěstování v teplejších oblastech střední Evropy. Dřeň je šťavnatá i v době biologické zralosti zrna. Výnos etanolu ze zrna čiroku je uveden dále (tab. 6). Vedle zrna se dá získávat z čiroku cukrového také etanol z celé rostliny. Z výnosu fytomasy 22,7 t/ha přepočtených na sušinu lze získat 6,5 t/ha volně zkvasitelného cukru.

Suché stonky lze spalovat (spalné teplo sušiny stonků = 17,66 MJ/kg). Z lat čiroku obecného technického, které jsou mohutné a pružné, lze vyrábět košťata a kartáče.

Ekonomika

Vzhledem k proměnlivosti dotačních podmínek nelze u čiroků a jejich produktů jednoznačně vyhodnotit jejich ziskovost nebo ztrátovost.

VÚZT, v. v. i., Praha-Ruzyně uvádí na svých internetových stránkách náklady technologických ope-

Tab. 6 Výtěžnost etanolu ze zrna čiroku

Druh	Škrob/Cukr v % čerstvé hmoty	Výnos (t/ha)	Výtěžnost etanolu (l/t)	Výtěžnost etanolu (hl/ha)
Čirok – zrno	70,0	1–6	340	3,4–20,0

rací pěstování čiroku určeného pro energetické využití. Celkové náklady (variabilní a fixní) představují 19 617 Kč/ha.

Normativy zemědělských výrobních technologií (Kavka a kol., 2006) uvádějí pro pěstování čiroku celkové technologické náklady (variabilní a fixní náklady) podle náročnosti od 12 955 do 18 524 Kč/ha (od 1 425 do 1 851 Kč/t sušiny).

Náklady na výrobu a zpracování se musí kalkulovat na jednotlivé konkrétní případy, neboť náklady a cena vypěstované suroviny bude záviset na mnoha okolnostech, jako jsou způsob zakládání a sklizně, vzdálenost přepravy, způsob naskladnění, skladování a vyskladnění apod. Náklady a zisky budou záviset také na dosahované velikosti výnosů.

VYTRVALÉ ENERGETICKÉ PLODINY

Životnost plantáží vytrvalých energetických plodin se pohybuje v rozmezí 10–25 let. Produkční cyklus zahrnuje opakované sklizně porostu v periodách dlouhých 1–8 let (byliny/traviny – dřeviny).

Na rozdíl od jednoletých energetických plodin se jedná většinou o plodiny v praxi málo známé. Na základě výsledků výzkumu, ale i komerčních praxe byly pro různorodé podmínky Ústeckého kraje vybrány ty nejperspektivnější, jejichž popis a pěstební postup je uveden dále.

Agrotechnika některých vytrvalých energetických plodin vyžaduje upravené nebo speciální zemědělské, příp. lesnické stroje (např. sázecí a sklízecí stroje pro RRD, příp. ozdobnici). Energetická rentabilita – poměr vložené a získané energie na produkci jednotky biomasy – je u vytrvalých energetických plodin výrazně lepší než u plodin jednoletých – obvykle v poměru 1 : 10 a lepším.

ENERGETICKÉ BYLINY A TRÁVY

OZDOBNICE (*Miscanthus*)

Ozdobnice lze obecně charakterizovat jako vytrvalé trávy vysokého vzrůstu s fotosyntézou typu C₄ (dle přeměny uhlíku), dosahující za příznivých podmínek přes 30 t výnosu sušiny, která za vhodných podmínek dobře využívá sluneční energii, vodu, živiny, jež je značně odolná proti chorobám a škůdcům. Ozdobnice pochází z jihovýchodní Asie a byla původně přivezena do Evropy jako okrasná rostlina. Ozdobnice je slibná plodina určená pro nepotravinové využití dávající vysoce kvalitní lignocelulotický materiál využitelný v energetice nebo při výrobě vláken a biomateriálů.

V uplynulém dvacetiletí byly v Evropě zahájeny pokusy s jejím plošným pěstováním. V současné době je v Evropě vysázeno asi 500 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 a v USA.

Za příznivých pěstitelských podmínek může ozdobnice poskytovat přes 30 t sušiny nadzemní fytomasy z hektaru ročně. Rod *Miscanthus* je přirozeně rozšířen převážně v tropických a mírných oblastech. Zahrnuje celkem 33 taxonů. Ozdobnice je vytrvalá rostlina typu C₄.

Z hlediska agrotechniky lze většinu pracovních operací při pěstování ozdobnice od přípravy půdy do sklizně zajistit běžnou zemědělskou mechanizací. Pouze při velkoplošném zakládání porostu je vhodné zakládat ozdobnici modifikovanými sazeči na cibuli, nebo stroji na výsadbu lesních stromků. Ozdobnice se jeví jako perspektivní rostlina pro energetické využití zvláště v teplejších a mírně chladných oblastech s vyššími srážkovými průměry. Při jejím pěstování je možno, kromě mnoha výhod, jako je dosahování každoročních vysokých výnosů sušiny fytomasy, vysoce efektivní využívání vody, vysoce efektivní využívání dusíku, sklizeň většinou běžně používanými sklizňovými mechanismy apod., vytknout dvě její nevýhody. V prvním roce po výsadbě může za nepříznivého počasí přes zimní období dojít k vymrznutí založeného porostu a druhou nevýhodou jsou značné náklady na sadbu. Ozdobnice se z energetického hlediska, v porovnání s ostatními uvedenými plodinami, hodí spíše pro spalování (výrobu tepla a elektřiny) než k výrobě bioplynu.

Z domácích i zahraničních výsledků výzkumu z mnoha zemí Evropy lze konstatovat, že tento rostlinný druh je velmi zajímavý z hlediska využívání rostlinných surovin. Výnosový potenciál ozdobnice předstihuje možnosti všech domácích druhů, včetně rychle rostoucích dřevin. I přes některé nevyřešené výše uvedené otázky a problémy, které se současně běžící výzkumné programy snaží řešit, lze považovat ozdobnici (*Miscanthus*) za významný surovinový zdroj pro průmyslové a energetické využití.

Botanická charakteristika

Rod *Miscanthus* je přirozeně rozšířen převážně v tropických a mírných oblastech. Zahrnuje celkem 33 taxonů. Z uvedených druhů pouze *M. tinctorius*, *M. sinensis* a *M. sacchariflorus* jsou hlavně využívány pro produkci fytohmoty a průmyslové využití. Největší rozšíření a v současné době asi i největší význam a využití má *Miscanthus sinensis* Andersson. Z hlediska rajonizace je *M. sinensis* nejvhodnější pro severní Evropu, *M. × giganteus* pro střední Evropu a *M. sacchariflorus* vyžadující teplejší podmínky pro jižní Evropu (hlavně pro Středomoří). Pro pěstování bez rizik nechtěného šíření rostlin do krajiny můžeme doporučit *M. × giganteus*. U tohoto klonu se oddenky příliš nerozrůstají, rostliny nejsou agresivní a v našich podmínkách se nevytvářejí zralá semena, která by se mohla nechtěně šířit do krajiny.

Ozdobnice se botanicky řadí do třídy jednoděložné (*Monocotyledonae*), čeleď lipnicovité (*Poaceae*), tribus vousatkovité (*Andropogoneae*). Ozdobnice je vytrvalá rostlina typu C4. Stébla jsou pevná, dřevnatějící, u *Miscanthus × giganteus* vysoká přes 3 m. Latu má širokou, okolíkatě patrovitou, větévky odvislé. Klásky na bázi s jemnými chlupy přibližně stejně dlouhými jako osinaté nebo bezosinné chlupy. Květy jsou v uvedených chlupatých, nachově hnědých kláscích, vytvářejících rozvětvené laty. *Miscanthus × giganteus* kvete vzácně v povětrnostně příznivých letech pozdě na podzim. Čepele listů jsou až 1 m dlouhé, 1 cm široké. Listy jsou lysé, středně zelené, vytrvávající přes zimu, kdy často bronzově zlátnou. Oddenek je krátký, často dřevnatý. Ozdobnice potřebuje 3–4 roky na to, aby dosáhla plné zralosti.

Nároky na stanoviště

Ozdobnici se nejlépe daří na lehčích strukturních půdách, spíše v teplejších oblastech s vyšším množstvím srážek. Doporučují se humózní písčité půdy s vysokou hladinou podzemní vody (ne více než 60 cm) s malým nebo žádným zaplevelením vytrvalými plevele (např. pýr, šťovíky). Nároky na půdu nejsou tak vyhraněné. Ozdobnici nevyhovují mělké půdy v kombinaci s dlouhým obdobím sucha během léta a také chladné jílovité půdy. Optimální pH půdy je v rozmezí 5,5–6,5. Při pH nad 7,0 byly pozorovány výnosové deprese. Plodina dobře hospodaří s vodou, neboť její koeficient transpirace je kolem 250 litrů na kg sušiny. Přesto pro dosažení 40 t sušiny ozdobnice z hektaru je teoreticky potřeba cca 1 000 mm srážek. Všechny druhy ozdobnice u nás raší poměrně pozdě koncem dubna.

Pro výběr oblastí a pozemků vhodných pro pěstování ozdobnice je možno využít zejména výnosové a cenové mapy v publikaci „**Ekonomické aspekty využívání obnovitelných zdrojů energie v Ústeckém kraji**“, která je vydávána souběžně s touto publikací.

Povolené odrůdy

V současné době není v naší republice ve Státní odrůdové knize ČR registrován žádný druh ani klon nebo odrůda ozdobnice. V zahraničí je vyšlechtěno a povoleno k pěstování velké množství klonů (odrůd) ozdobnice, které mají různou výšku, habitus, postavení listů na stéble, barevnost, výnosový potenciál apod. Týká se to hlavně ozdobnice čínské *M. sinensis*. Mezi nejvýnosnější patří odrůdy Silberfeder, Pünktchen, Poseidon, Silberspine, Goliath.

U pěstování odrůd a klonů ozdobnice čínské (*Miscanthus sinensis*) bylo v našich podmínkách pozorováno dozrávání semen a následně spontánní šíření rostlin do krajiny. Z tohoto důvodu je třeba dávat pozor při výběru jednotlivých klonů *M. sinensis* i z hlediska, aby nedošlo k jejich nechtěnému křížení a následnému šíření do krajiny. Tomuto jevu je třeba věnovat ve výzkumu do budoucna větší pozornost.

Pro pěstování bez rizika nechtěného (invazního) šíření rostlin do krajiny můžeme doporučit již poměrně rozšířeného triploidního křížence *Miscanthus × giganteus* – v češtině nejčastěji označovaného jako ozdobnice obrovská. U tohoto křížence se oddenky příliš nerozrůstají a rostliny nejsou agresivní, neboť nevytvářejí zralá semena, která by se mohla nechtěně šířit do krajiny.

Zařazení do osevního postupu

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

Agrotechnika

Porosty ozdobnice lze založit vysetím semen, pomocí sazenic vypěstovaných z tkáňových kultur (mikropropagace) nebo pomocí oddenků. Perspektivní a levnější zakládání porostů ozdobnice ze semen zatím nebylo v praxi ověřováno. Byly také ověřovány pokusy s vypěstováním rostlin z částí stébel. Pro ozdobnici je nejlépe vybrat pokud možno nezaplevelený pozemek s výše uvedenými parametry a vhodné předplodině. Na podzim je nutno provést podmítku s rozmělněním posklizňových zbytků a hlubokou orbu. Před sázením na jaře následuje příprava setového 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) nebo odkopky.

Ozdobnice se sází v době, kdy je teplota půdy vyšší než 10 °C, tj. od poloviny května do poloviny července, a to od 10 000 ks/ha do 20 000 ks/ha. Termín sázení je závislý na době, kdy se již nevykytují jarní mrazíky. Také není dobré sázet rostliny příliš pozdě, neboť pozdě sázené rostliny nedovolují dobré založení a rozvoj rostlin a na konci vegetačního období translokaci rezervních látek zpět do rhizomů před zimním obdobím. Při výsadbě rostlin vypěstovaných *in vitro* se doporučuje kořenové baly sazenic navlhčit a vysazený porost pokud je možnost zavlažovat. Velkoplošně je možno sázet modifikovanými sazeči na cibuli, nebo stroji na výsadbu lesních stromků.

Hnojení

Na dobře zásobených půdách se obejde ozdobnice prvním rokem bez hnojení. Na půdách s menší zásobou živin se doporučuje hnojit prvním rokem do poloviny června jednorázově do 50 kg/ha N kvůli vymrzání. V dalších letech se velikost dávky má přizpůsobit zásobám živin v půdě a dosahovaným výnosům. Druhým rokem je třeba při hnojení vycházet ze zásobenosti půd. V průměru se doporučuje hnojit druhým rokem a další léta 70 kg/ha K, 40 kg/ha P a 50–100 kg/ha N, nejlépe na jaře a dusíkem od jara do poloviny července. Doporučuje se podle zásobenosti půd hnojit i mikroelementy Cu, Zn, B, Mn. V Rakousku bylo s úspěchem použito i hnojení kejdou skotu v dávce 30 m³/ha.

Vliv hnojení dusíkem na výnosy ozdobnice v našich pokusech je uveden v tab. 7. Z výsledků je patrné, že hnojení dusíkem mělo příznivý vliv na zvyšování výnosů fytomasy. Zahraniční prameny udávají, že při vyšších dávkách N (nad 100 kg/ha) již nedochází k podstatnému nárůstu fytomasy.

Také výsledky z pokusů prováděných v západní Evropě potvrzují, že použité každoroční dávky N (0, 90, 180 kg/ha) neměly podstatný vliv na výnosy. Maximální výnosy nadzemní biomasy ozdobnice se pohybovaly mezi 25–30 t/ha sušiny. Obsah N, P, K, Mg ve stéblech byl maximální na

Tab. 7 Vliv hnojení N na výnosy sušiny nadzemní fytomasy ozdobnice (t/ha) sklizené na podzim na vybraných stanovištích (průměr let 2001–2004)

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

Poznámka: hnojení dusíkem v průmyslových hnojivech (kg/ha): N1=0, N2=50, N3=100

počátku růstové periody v květnu a potom klesal, zatímco koncentrace v rhizomech byla stabilní během celého období růstu.

Ochrana rostlin

Porosty ozdobnice nejsou v současné době výrazněji napadány chorobami nebo škůdci, proto není třeba používat chemické ochrany. Prvý rok po vysazení, než se porost zapojí, je možno používat mechanické hubení plevelů (např. prutové brány) nebo aplikovat herbicidy. Druhým rokem nebo spíše třetím rokem není většinou již třeba používat prostředky na ochranu rostlin, protože opadávající listová hmota vytváří vrstvu mulče, která potlačuje růst plevelů. Kromě toho dochází k neustálému rozšiřování oddenků částí, ze kterých ozdobnice každoročně vyrůstá.

Před výsadbou byl v Německu s úspěchem proti plevelům použit na podzim před výsadbou postřik Roundupem. Proti dvouděložným plevelům doporučují v Německu herbicidy, které se používají do kukuřice. K odstranění lipnice roční a pýru se nabízí Cato, které však v roce výsadby může způsobovat růstové deprese. Dobře byl v roce výsadby snášen Tolkan Fox. Dále se dobře osvědčily Capsolane, Tribunil + Centrol B a Concert. Roundup lze také použít v druhém roce v březnu před vzejitím ozdobnice.

Ozdobnice je druh plodiny, která ve většině případů potřebuje po založení porostu ochranu proti plevelům. Není vhodné používat herbicidy ihned po vzejití rostlin, protože u nově vzešlých rostlin často přetrvává přesazovací stres. V tomto období je u rostlin, které jsou široce sázeny a pravidelně rozmístěny, nejvhodnější mechanická ochrana proti plevelům. Později, kdy je ozdobnice více adaptována, může být použita celá řada selektivních herbicidů.

Sklizně a posklizňové ošetření

Pro energetické využití (spalování) převažuje sklizeň po zimě (únor, březen), neboť odpadnou problémy s dosoušením. V této době má sklizená fytomasa podle zahraničních údajů vlhkost kolem 22 až 38 %. Podle našich sledování měla ozdobnice třetím rokem po výsadbě sklizená koncem února v průměru vlhkost 22 %.

Při sklizni fytomasy ozdobnice po zimě je třeba počítat se ztrátami sušiny až 30 % (vlivem značného opadu listů a dalších ztrát). Pro jižní Evropu jsou uváděny ztráty fytomasy ozdobnice při jarní sklizni 30–50 % v porovnání se sklizní na podzim. V našich pokusech v polních podmínkách jsme zjistili ztráty fytomasy ozdobnice obrovské (*M. × giganteus*) přes zimní období v rozmezí 24–36 %.

Různými technologiemi sklizně ozdobnice se zabývali např. v Holandsku nebo v Dánsku. Dánové pro sklizeň ozdobnice doporučují následující sklizňové mechanismy:

◀ Přesný 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.

- ◀ Sklízecí sekačka a lis na obří balíky. Výhodou této technologie je, že je vysoce výkonná a že následné nakládání, transport a skladování může být skutečně úsporné.
- ◀ Lis na velké balíky spojený se sekačkou. Výhodou této technologie je, že celý proces sklizně může být proveden jediným strojem s relativně malým odpadem a že sklizená ozdobnice může být nakládána racionálně.
- ◀ V Německu, kromě jiného, doporučují sklízet ozdobnici samochodnými sekačkami Claas. Posekaný materiál se lisuje svinovacími lisami Heston 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).

Likvidace porostu

Při konečné likvidaci porostu ozdobnice je možno použít jak chemických, tak i mechanických způsobů. Chemická likvidace spočívá v použití herbicidu Roundup Bioaktiv nebo Rapid na nově rašící výhonky na jaře. Při chemickém způsobu rušení porostu se však mohou vyskytnout potíže při zakládání nové plodiny. Mechanické rušení porostu spočívá v rozbití a zničení oddenků půdní frézou nebo ve rozrušení rhizomů (rotačním kultivátorem) většinou na podzim, kde rhizomy jsou přes zimní období zničeny mrazem. Přezívající rostliny je možné na jaře následně likvidovat Roundupem.

Při likvidaci porostu ozdobnice je ekonomicky výhodnější oddenky vyorat, prodat je nebo využít na založení nového porostu.

Výnosy fytomasy

Výnosy ozdobnice jsou závislé na celé řadě faktorů. Jsou to půdně-klimatické podmínky stanoviště, vybraný klon, agrotechnická opatření včetně hustoty výsadby a hnojení, termín sklizně apod.

Teoretická hodnota potenciálního výnosu v EU se pohybuje od 27 t/ha v Irsku, Skotsku a Skandinávii do 59 t/ha ve Středomoří. Praktické výnosy jsou, i když je dodržena optimální agrotechnika, nižší. Důvodem je hlavně to, že porost není aktivní po celý rok, a tak je využito pouze asi 80 % záření, a také to, že plodina nemá většinou dostatek vody během vegetace.

Ozdobnice se v prvním roce (rok výsadby) nesklízí, v druhém roce činí produkce fytomasy do 10 t/ha sušiny, ve třetím roce a dalších letech 15–25 t/ha sušiny, při intenzivním hospodaření i více než 30 t/ha sušiny. Ve většině případů je třeba, aby při sklizni byl co nejmenší obsah vody v rostlinách. Proto se doporučuje, aby porosty po přechodu prvních mrazů zůstaly na poli přes zimu. Proto převažuje sklizeň po zimě (únor, březen), neboť tak odpadnou problémy s případným dosoušením. V této době má sklizená fytomasa ozdobnice podle zahraničních údajů vlhkost kolem 22–38 %. Podle našich sledování měla fytomasa ozdobnice třetím rokem po výsadbě sklizená koncem února vlhkost 32 %. Největší výnosy fytomasy ozdobnice jsou v období anteze (otevření květu).

Využití produktu

S ozdobnicí se ve většině projektů ze západní Evropy počítá hlavně pro energetické účely na výrobu tepla (přímé spalování – kogenerace nebo pyrolýza). Výhřevnost celých rostlin je kolem 19,0 GJ/t sušiny. Energetický obsah (výhřevnost) fytomasy je hlavně závislá na obsahu vody. Při obvyklé sklizňové vlhkosti 20 % je 16 GJ/t, což je více než u severočeského hnědého uhlí užívaného v elektrárnách pro výrobu elektřiny, pro které se uvádí výhřevnost 12–14 GJ/t.

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 materiál pro výrobu dřevoláknitých desek, dřevitých lepenek, rohoží nebo došek. Z ozdobnice se dále vyrábějí snadno likvidovatelné obalové materiály.

Ekonomika

Normativy zemědělských výrobních technologií uvádějí pro pěstování ozdobnice založené na 10 let celkové technologické náklady (variabilní + fixní náklady) podle náročnosti od cca 19 000 do 21 662 Kč/ha (od 1 354 do 2 376 Kč/t). Levněji vyjdou porosty ozdobnice mechanicky založené z rhizomů oproti sazenicím.

Podrobnější analýza ekonomiky pěstování biomasy energetických plodin je uvedena v publikaci „**Ekonomické aspekty využívání obnovitelných zdrojů energie v Ústeckém kraji**“, která je vydávána souběžně s touto publikací.

ŠŤOVÍK KRMNÝ – SCHAVNAT (*Rumex patientia* L. × *Rumex tianschanicus* A. Los.)

První mezidruhový kříženec šťovíku zahradního a šťovíku ťanšanského byl vytvořen v polovině 80. let v oddělení nových kultur Národní botanické zahrady Ukrajiny pod vedením profesora J. A. Uteuše. V roce 1988 byl kříženec zaregistrován v Ukrajině (bývalém SSSR) jako šťovík krmný odrůda „Rumex K-1“. Následně se však ukázalo, že tento kříženec byl nestabilní – v porostu byly pozorovány původní formy rodičovských rostlin, což se projevilo na rozdílné výšce rostlin, jejich morfologických a biochemických ukazatelích. V této souvislosti bylo uskutečněno mnohostupňové křížení a selektivní výběr za účelem získání více stabilního křížence. Výsledky víceleté šlechtitelské práce i získané zkušenosti ve výzkumu různých druhů šťovíku umožnily vytvoření nového, vysoce produktivního, velmi plastického křížence šťovíku krmného s vysokým obsahem bílkovin, který dostal pracovní název „Rumex OK2“. Oficiální registrované jméno odrůdy v EU je ‘Schavnat’. Jako perspektivní energetická plodina je šťovík krmný v ČR od roku 1992 pěstován experimentálně (VÚRV, v. v. i.) a po ukončení registrace v roce 2001 i provozně.

Botanická charakteristika

Šťovík patří do čeledi *Polygonaceae*. Jedná se o křížence šťovíku zahradního *Rumex patientia* L. (mateřská linie) a šťovíku ťanšanského *Rumex tianschanicus* A. Los. (otcovská linie), který byl vyšlechtěn metodou víceletého výběru. Habitus rostlin – polosevřený. Šťovík je vytrvalá rostlina. Průměrná výška rostlin v době kvetení 235 cm (od 220 do 280 cm). Kořen rostliny je mohutný, od třetího roku rozvětvený, jemnější část kořenů dosahuje hloubky až 1,5–2,0 m. Forma stonků – rovné, zespodu okrouhlé, bez chmýří, šťavnaté. Průměr stonků u bazální části (ve výši 15 cm) 15–24 mm. Počet internodií od 25 do 50. Trsnatost silná. Rostlina vytváří v průměru 4–6 vegetativních výhonů. Spodní listy mají délku 45–60 cm, jsou umístěny na dlouhých žlábkovitých řapících. Horní stonkové listy mají rozměr 28 × 9 cm, 24 × 10 cm až 30 × 12 cm. Tvar listů vejčité-kopinatý, okraje listové destičky celokrajné nebo lehce ozubené. Řapíky jsou dlouhé 15–30 cm. Řapíky spodních listů i květenství mají růžové zabarvení. Všechny listy jsou lehce ozubené, vejčité-kuželovité. Listy jsou

šťavnaté, na rostlině umístěné ve spirále. Květenství – laty, dlouhé 90–130 cm (občas až 180 cm), skládá se z 10–20 větvíček prvního řádu. Květy drobné, dvoupohlavné, růžového odstínu. Okvětí se skládá z šesti téměř volných okvětních lístků, umístěných ve dvou kruzích po třech v každém kruhu. Vnitřní okvětní lístky se rozrůstají a vytváří plodové blány. Tyčinky 3 i 6nitkovité se štětičkovitým pestíkem. Plod je trojboká nažka. Hmotnost 1 000 plodů do 4,5 g; semen – 3,05 (od 2,8 do 3,3) g. Semeno světlehnědé barvy, lesklé.

Šťovík vydrží na stejném stanovišti 15–20 let. Je to velmi raná plodina, která obvykle zachytí a využije jarní vláhu. Z toho však vyplývá, že se hodí především do oblastí, kde se zimní období projevuje sněžným pokryvem a minusovými teplotami, tj. do oblastí, kde se vytváří zimní zásoba vody. Navíc, plodina je velmi odolná vůči vymrzání. Z těchto důvodů jsou pro pěstování šťovíku krmného vhodné především podmínky střední a severní Evropy.

Nároky na stanoviště

Při výběru vhodné lokality rozhodují ne tolik kvalita půdy a nadmořská výška, neboť tato plodina je mrazuvzdorná a na teplo nenáročná, ale vláhová jistota a srážky. Růstu šťovíku prospívají půdy středně těžké. Nevhodné jsou půdy kyselé (pH 5 a nižší) a také půdy silně kamenité nebo písčité. Růstu prospívá dostatek srážek s rovnoměrně rozloženou vláhovou jistotou v průběhu vegetace. Naopak nevhodné jsou zamokřené půdy.

Pro výběr oblastí a pozemků vhodných pro pěstování šťovíku je možno využít zejména **výnosové a cenové mapy** v publikaci „**Ekonomické aspekty využívání obnovitelných zdrojů energie v Ústeckém kraji**“, která je vydávána souběžně s touto publikací.

Povolené odrůdy

V současnosti je u nás registrována a pěstována pouze odrůda ‘Schavnat’, u které se v praxi používá původní pracovní název Rumex OK2.

Zařazení do osevního postupu

Vhodnými předplodinami jsou veškeré pícniny, okopaniny a obiloviny (poslední s výjimkou těch pozemků, kde se v předchozím roce aplikoval herbicid Glean nebo na pozemcích, kde byly v předchozích letech aplikovány přípravky s účinnou látkou atrazin, trifluralin a chlorsulfuron). Víceleté trávy jako předplodina jsou méně vhodné z důvodu možného sekundárního zaplevelení, čímž vznikají větší nároky na chemickou ochranu herbicidy.

Agrotechnika

Optimální postup přípravy zahrnuje podzimní středně hlubokou až hlubokou orbu s částečným urovnáním povrchu. Vhodná je rovněž podzimní aplikace draslíku, fosforu a organických hnojiv. Na jaře věnujeme přípravě půdy velkou pozornost, zejména hubení plevelů a úpravě povrchu půdy. Pozemek urovnáme smykováním a vláčením. Tři až čtyři týdny před setím doporučujeme převláčet pozemek lehkými branami nebo mělce prokypřit kombinátorem či rotavátorem. Těsně před setím uvalíme půdu hladkými válci.

Jako optimální byly stanoveny: výsevek 5–7 kg/ha, hloubka setí 1–1,5 cm, šířka řádků 12,5–25 cm

pro energetické účely a 40–60 cm pro produkci zelené biomasy na krmivo. Optimální vzdálenost mezi jednotlivými rostlinami v řádku je 6–10 cm pro energetické účely a 12–16 při pěstování na krmivo. Co do termínů setí je šťovík velmi plastická plodina a lze ji sít od dubna do července, ale pouze za příznivého vlhkostního stavu půdy. Při 20–30% odchylkách od optimálních parametrů výsevu jsou rozdíly ve stavu porostů a výnosech patrné pouze první dva až tři roky, v dalších letech se tyto rozdíly nivelují. HTS je 3–3,3 g. Kultura šťovíku krmného odrůdy Rumex OK2 není vhodná pro pěstování ve směsi.

Hnojení

Na kyselých půdách s $\text{pH} < 5,5$ je nutno před založením porostu šťovíku provést vápnění. Před zakládáním porostu na lehčích půdách použijeme dolomitický vápenec cca 2–2,5 t/ha, na těžších půdách lze použít i pálené vápno 1,5–2 t/ha. Po 3–5 letech v případě poklesu pH pod hodnotu 5,5 je nutno vápnění zopakovat, ale vždy v kombinaci s kultivací porostů obvykle koncem léta nebo na začátku podzimu jednou za 2–3 roky.

Aplikace fosforečných hnojiv – aplikujeme libovolné hnojivo obsahující fosfor (většinou superfosfát), a to pouze při nízké a velmi nízké zásobě přístupného P (méně než 50 mg/kg půdy dle rozborů Mehlich-III). Před setím hnojíme v dávce P 40–60 kg/ha, tj. 480–720 kg/ha 19 % superfosfátu. V dalších letech používáme poloviční dávky fosforečných hnojiv, tj. 20–30 kg P/ha nebo 240–360 kg/ha 19 % superfosfátu. Při vyšším obsahu P v půdě hnojení neprovádíme vůbec (můžeme použít pouze startovací dávku při setí).

Aplikace draselných hnojiv – aplikujeme libovolné hnojivo obsahující draslík (většinou draselná sůl – DS), a to pouze při nízké a velmi nízké zásobě přístupného K (méně než 170 mg/kg půdy dle rozborů Mehlich-III). Před založením porostů hnojíme v dávce 60–80 kg K/ha, tj. 120–160 kg/ha 60% DS. Při údržbě již založených porostů používáme poloviční dávku – 30–40 kg K/ha. Při vyšším obsahu K v půdě hnojení neprovádíme vůbec.

Jelikož šťovík krmný pěstujeme především na biomasu, hnojení dusíkem má největší prioritu. Doporučujeme každoroční aplikaci tzv. regeneračního hnojení na počátku obrůstání (březen–duben), a to v dávce 30–60 kg N/ha (LAV, LV), tj. 110–220 kg LAV 27,5 % N volně loženého nebo 200–400 kg LV 15 % N volně loženého na 1 ha. Místo minerálních hnojiv můžeme pro regenerační hnojení rovněž použít močůvkování 15–30 m³/ha či aplikaci kejdy 7,5–15 m³/ha. V obou případech je to ekvivalent 30–60 kg/ha N. Při pěstování biomasy za účelem produkce bioplynu je nejvhodnější pro hnojení použití hnojivých odpadů z bioplynové stanice. Regenerační hnojení doporučujeme zopakovat po sklizni, zejména při pěstování na zeleno.

Při letním hnojení vystačíme s polovičními dávkami dusíku ve srovnání s jarním hnojením. V případě, že se z důvodů špatného počasí nepodařilo provést regenerační hnojení na jaře, můžeme v létě použít plnou jarní dávku hnojení. Rovněž tak musíme dávku dusíku zvýšit při několikeré sklizni na zeleno, neboť v tomto případě dochází k daleko většímu odčerpání živin, než v případě sklizně dozrálého porostu na suchou hmotu. Od začátku července do začátku období nevhodného ke hnojení (obvykle 10.–11. měsíce podle typu hnojiva) je na orné půdě omezeno používání tekutých statkových hnojiv (do 80 kg N/ha) a minerálních dusíkatých hnojiv (do 40 kg N/ha). Celková roční dávka čistého N ve všech formách hnojiv nesmí překročit 170 kg/ha. U porostů šťovíku neprovádíme obvykle hnojení dusíkem na podzim nebo po poslední seči. Můžeme však zkombinovat organické hnojení s kultivací porostů diskovými branami nebo rotavátorem, což se provádí obvykle koncem léta nebo na začátku podzimu (nejpozději však do 1. 10.) jednou za 2–3 roky za účelem provzdušnění kořenů a regeneraci porostu.

Hnojení kaly – norma připouští použití max. 5 tun sušiny kalu na 1 ha v průběhu tří po sobě následujících let, přičemž rozmetat lze kaly s minimálním obsahem 18 % sušiny. Na trvalých porostech kaly s vysokým obsahem sušiny použít nelze z důvodu nesplnění podmínky o potřebě zaorání kalu ihned po aplikaci. Proto doporučujeme používat pouze tekuté kaly s obsahem sušiny v rozmezí 5–18 %, přičemž je nutno použít tlakové radlicové aplikátory.

Princip nízkonákladového hnojení energetických plodin spočívá v tom, že použijeme maximálně povolené množství kalu (dle rozborů 5–10 t/ha sušiny kalu jednou za 3 roky, tj. cca 1,7–3,4 t sušiny kalu na 1 ha ročně), a pak rozdíl mezi vnesenými živinami a vyžadovanými dávkami kompenzujeme aplikací klasických minerálních nebo organických hnojiv. Jelikož šťovík je plodina vysokoproduktivní, čerpání živin obvykle převyšuje maximálně přípustnou dávku dusíku dle nitrátové směrnice, proto při výpočtu potřebné dávky dusíku vždy využijeme tuto hodnotu (tj. 170 kg čistého N na 1 ha za rok).

Ochrana rostlin

Na ochranu porostů proti zaplevelení je šťovík vysoce náročný především v prvním roce pěstování. Jedním z univerzálních způsobů likvidace plevelů u mladých porostů šťovíku je sečení a mulčování plevelů, které provádíme ve výšce 3–5 cm nad zemí. Na pozemcích silně zaplevelených trávovitými plevely (zejména pýrem) likvidaci plevelů provádíme vhodnými graminicidy. Podmínkou aplikace herbicidů je nárůst plevelů do výšky cca 5–15 cm. Při vyšším porostu plevelů provádíme sečení. Vhodné prostředky na dvouděložné plevele jsou zatím ve stadiu výzkumu.

Šťovík krmný je celkem odolný k působení houbových a bakteriálních chorob. Pouze ojediněle ve velmi vlhkých letech bývají listy napadány antraknózou (*Colletotrichum cereale*). Na ochranu použijeme vhodný fungicid (Dithane DG Neo-Tec, Dithane M 45, Novozir MN 80 atd). Začátkem července se může vyskytnout cercosporiáza. Pokud je silnější napadení, lze použít postřik vhodného fungicidu (např. Topsin M70 WP). Zpravidla ale není toto ošetření nutné, choroba se vyskytuje jen sporadicky.

Ochraně proti škůdcům věnujeme zvýšenou pozornost. V některých případech (zejména u druhé seče, v suchých letech i u první) pozorujeme poškození zelených listů hmyzem (především dřepčák, mandelinka ředkvičková a zlatohlávek). Výskyt škůdců je obzvlášť nebezpečný pro mladé porosty šťovíku v prvním roce, kdy v některých případech může kompletně zlikvidovat založené porosty. Výskyt škůdců v pozdějších stádiích růstu rostlin (dozrávání plodů) již nemůže zásadně ovlivnit výnosy, a proto nevyžaduje aplikaci chemických postřiků. Při obrůstání porostů po uskutečnění seče, zejména na pozemcích silně zaplevelených, je aplikace pesticidů proti hmyzu nezbytná. To samé platí v případě hojného výskytu škůdců v raných stádiích růstu – v těchto případech je bezpodmínečně nutné zabezpečit chemickou ochranou porostu šťovíku proti hmyzím škůdcům.

Sklizeň a posklizňové ošetření

Nespornou výhodou šťovíku je jeho brzké dozrávání. Jako krmná plodina vyniká především extrémně ranou zralostí (první seč koncem dubna) a vysokým obsahem surového proteinu v raných stádiích růstu.

Pro fytoenergetiku je důležité, že tato plodina rychle ukončí vegetaci a vysychá „na kořenu“ již uprostřed léta. Je to jedna z mála energetických plodin, kterou lze sklídit již v červenci v suchém stavu (do 25 % vlhkosti). Sklizeň celé nadzemní hmoty včetně semen, která jsou důležitou složkou posílení výhřevnosti sklizené biomasy, se provádí při vlhkosti 20–30 %, v době těsně před stadiem plné zralosti, aby došlo k minimálnímu výtoku semen. V zájmu omezení ztrát a zajištění co nejvyš-

ších výnosů celkové nadzemní hmoty je vhodné posekat porost již koncem června, nechat na řádcích doschnout a sbírat po vysušení. Ponechání porostů co nejdéle za účelem co možná nejsušší biomasy může vést u přezralých porostů až k trojnásobnému snížení výnosů sušiny biomasy z 1 ha.

Jako u většiny ostatních energetických plodin se pro účely spalování sklízí jednou za rok. Druhá seč není vhodná, neboť odstranění zelených listů snižuje obsah zásobních látek v kořenech. Používá se běžná zemědělská technika. Přímá sklizeň řezačkou se doporučuje tam, kde je kotelná či jiné zařízení pro využití sklizeného šťovíku blízko pole, aby nebyla doprava zbytečně nákladná. V ostatních případech volíme sečení a položení do řádků a následné lisování do kulatých nebo hranatých balíků.

Při využití biomasy šťovíku na krmivo nebo za účelem produkce bioplynu sklízíme plodinu na zeleno při sušině cca 18–22 %. Je to obvykle ve stadiu nasazení až začátku dozrávání plodů. V tomto případě lze sklízet 2–3× za vegetaci a výnosy zelené hmoty dosahují cca 30–50 tun z 1 ha.

Po sklizni na suchou hmotu je třeba případný zaplevelený porost herbicidně ošetřit (totální herbicid), a to těsně po sklizni, než začne šťovík obrůstat, aby se nepoškodily nově narostlé zelené listy. Po odplevelení je nutno zajistit kultivaci porostu za účelem provzdušnění, nejlépe diskováním nebo rotavátorováním. Pozor, toto lze provádět výhradně při dostačující vlhkosti půdy, neboť při kultivaci suché půdy bude porost zničen. Doporučená hloubka kultivace je 6–8 cm. Pokud se provzdušnění nezajistí, a to hned od 2. roku vegetace (1. sklizňový rok), porost degraduje a výnosy se snižují. Tuto operaci doporučujeme provádět minimálně 1× za 2–3 roky, ale kultivaci můžeme uskutečnit i každoročně.

Využití produkce

Šťovík krmný je typickou víceúčelovou plodinou a má více potenciálních způsobů využití:

- krmivo – jak v čerstvém stavu, tak i pro silážování;
- zelenina – obdoba špenátu;
- energetické účely – suchá nebo mokrá technologie (suchá technologie je přímé spalování biomasy – sklizeň 1× do roka, mokrá pak fermentativní produkce bioplynu – sklizeň 2–3× do roka);
- zdroj biochemicky aktivních látek (BAL) – farmaceutický, chemický průmysl.

Šťovík lze poměrně dobře silážovat a tím konzervovat krmivo nebo surovinu pro produkci bioplynu. Kvalita siláže šťovíku je podobná siláži z vojtěšky. Výťažnost bioplynu se přibližuje hodnotám dosažitelným u kukuřice. Navíc v době, kdy kukuřici teprve sejeme (konec dubna – začátek května), šťovík už můžeme sklízet na zeleno. Obzvláště vhodnou je příprava siláže ze směsi šťovíku a trávy – v tomto případě lze šťovík sklízet i ve více raných stádiích, tj. při nižší sušině (12–16 %). Přídavek trávy zlepšuje silážovatelnost, krmnou hodnotu a následnou výtěžnost bioplynu.

Jelikož šťovík krmný je potenciálním zdrojem velice zajímavého spektra biologicky aktivních látek, je tato rostlina perspektivní pro zpracování v tzv. biorafinériích, kdy se v prvním stádiu získávají biochemikálie s vyšší přidanou hodnotou, pak následuje zpracování na biopalivo, fermentování na bioplyn a v konečném stadiu spalování procesních bioodpadů nebo jejich aerobní fermentování za účelem produkce organického hnojiva. Vícestupňové zpracování biomasy zvyšuje celkovou přidanou hodnotu produktů obdržených z jednotky biomasy, a tím zvyšuje jejich rentabilitu.

Za podmínky dodržení základních agrotechnických postupů šťovík každoročně poskytuje dostatečně vysoké výnosy – cca 6–10 t/ha suché biomasy.

Ekonomika

Extenzivní technologie s nízkými vstupy (N) bez dotační podpory je ztrátová, což znamená, že mu-

síme preferovat především standardní a intenzivní postupy. Celková tržní cena produkce bez dotace se srovná s celkovými náklady při výnosu cca 8 t.ha⁻¹. Z toho vyplývá, že při současné úrovni cen biomasy 1 100 Kč, je ekonomicky rentabilním minimální (prahový) výnos cca 8 t z 1 ha. Ještě větší možnosti poskytuje použití zelené hmoty šťovíku pro výrobu bioplynu místo kukuřice, neboť cena 1 tuny zelené hmoty je u šťovíku cca 1,5–2,5× nižší než u kukuřice.

Podrobnější analýza ekonomiky pěstování biomasy energetických plodin je uveden v publikaci „**Ekonomické aspekty využívání obnovitelných zdrojů energie v Ústeckém kraji**“, která je vydávána souběžně s touto publikací.

MUŽÁK PROROSTLÝ (SMOLOROŇ PROROSTLÁ) (*Silphium perfoliatum* L.)

Botanická charakteristika

Smoloroň prorostlá neboli mužák prorostlý je vytrvalá bylina z čeledi hvězdnicovitých (*Asteraceae*). Dužnatý silný vzpřímený stonk dorůstající 1,2–2,5 m (i více) je na průřezu čtyřhranný. Stonky po zlomení nebo naříznutí roní gumovitou pryskyřičnou mizu. 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. Květy, o průměru max. 7,5 cm, jsou žluté se světle žlutými okvětními lístky (20–40) a tmavěji žlutým středem. Plodem je nažka. Hlavní kořen je dosti dlouhý a sahá do hloubky cca 120–150 cm.

Nároky na stanoviště

V přirozených podmínkách původu 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. Na půdní reakci není zvláště citlivý. Výnosy bývají nižší na půdách chudých, mělkých, vysušných. Vyžaduje středně vlhké až vlhčí stanoviště, ale zapojený porost toleruje i přísušky.

Zařazení v osevním postupu

Je vhodné zařadit mužák na nezaplevelený pozemek. Vhodnou předplodinou jsou např. organicky hnojené plodiny.

Agrotechnika

Příprava pozemku před setím spočívá v podzimní hluboké orbě, na jaře pak v operacích zajišťujících rovný, nezaplevelený povrch půdy s drobtovitou strukturou (vláčení, smykování, příp. válení, aplikace hnojiv a preemergentních herbicidů).

Vlastní setí mužáku se termínově realizuje v měsíci dubnu do řádků 50 cm širokých při dodržení hloubky setí 3 cm. Výsevek činí 12–15 kg/ha. Starší rostliny mužáku vytvářejí trsy – shluky – z nichž jednotlivé rostliny vyrůstají a mužák se dá dělením těchto trsů velice dobře množit, a to při vysoké (více jak 95%) ujímavosti. Problémem je ale vysoká pracnost – potřeba ruční práce při dělení jednotlivých trsů. Dobře založené porosty mužáku vydrží na stanovišti až 20 let.

Hnojení

Mužák dobře reaguje na vyšší dávky dusíku. Ovšem dávky nad 120 kg/ha mohou způsobovat nadměrné poléhání porostu během vegetace. K mužáku se doporučuje v závislosti na půdních podmínkách dávka 100–120 kg/ha N. Rostliny rovněž velice dobře reagují na dodání organických hnojiv. Z hlediska techniky aplikace hnojiv je vhodné P a K hnojiva aplikovat na podzim po sklizni a brzy na jaře provést přihnojení N hnojivy (LAV, LA apod.). U pozdnějšího hnojení může nastat problém s popálením rostlin, kdy díky vysoké hustotě a kompaktnosti porostu granule N hnojiv ulpí na listech – nedostanou se na povrch půdy.

Ochrana rostlin

Choroby ani škůdci obvykle u mužáku nečiní problémy. Plevelé mohou činit problém v roce výsevu, v dalších letech se porost zahustí tak, že plevele jsou absolutně potlačeny. Herbicidní ochrana není ještě dostatečně ověřena, zatím se pokusně používají herbicidní přípravky jako v systému pěstování slunečnice.

Sklizeň

Zatím nejsou, z důvodu absence větších pěstebních ploch, zkušenosti se strojovou sklizní. V závislosti na způsobu následného využití (bioplyn – zelená, čerstvá hmota; spalování – hmota s vyšším obsahem sušiny) se předpokládá použití sklizňové techniky jako pro silážní kukuřici (řezanka) nebo strojové pokosení porostu do řádku (ale dostatečně vysušeného) s následným lisováním do balíků. Z hlediska využití mužáku pro spalování je vhodné sklízet porost tehdy, když hmota vykazuje vyšší procento sušiny. Toto 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 (mokro) a druhým problémem je pak nepravidelné dozrávání (usychání) porostu, kde část porostu může být čerstvá – dužnatá a část již zahnědlá – suchá. Řešením by se mohla zdát sklizeň v zimním nebo jarním termínu následujícího roku – toto 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. V polních pokusech se dosáhlo v závislosti na agrotechnických opatřeních a půdně-klimatických podmínkách výnosů sušiny nadzemní fytomasy v průměru 15–20 t/ha.

Využití produkce

- celé rostliny – krmivo,
- energetické využití (přímé spalování, produkce bioplynu).

Ekonomika

Vzhledem k nedostatku informací o výnosovém potenciálu nelze u mužáku jednoznačně vyhodnotit jejich ziskovost nebo ztrátovost. Podrobnější analýza ekonomiky pěstování biomasy energetických plodin je uvedena v publikaci „**Ekonomické aspekty využívání obnovitelných zdrojů energie v Ústeckém kraji**“, která je vydávána souběžně s touto publikací.

LESKNICE (CHRASTICE) RÁKOSOVITÁ (*Phalaris arundinacea* L.)

syn.: (*Balclutha arundinacea* /L./ Dum)

Lesknice rákosovitá, nazývaná také chrastice rákosovitá, je vytrvalá tráva relativně náročná na vodu a živiny, nenáročná na agrotechniku, dávající ve vhodných podmínkách vysoké výnosy nadzemní fytomasy.

Botanické zařazení

Lesknice rákosovitá je vytrvalá, cizosprašná, výběžkatá tráva z čeledi lipnicovité (*Poaceae*). Patří k autochtonním druhům. Je přirozeně rozšířena na celém území našeho státu, všude tam, kde je dostatek půdní vláhy. Lesknice rákosovitá roste divoce téměř po celé Evropě, Asii (kromě jižní části), Severní Americe. Lesknice patří mezi naše nejvyšší trávy. Výška stébel často přesahuje 2 m. Mohutná přímá stébla jsou zakončena dlouhou jednostrannou latou. Sterilní výhony jsou stébelné, hustě olistěné. Listy jsou dlouhé a široké. List je v pochvě stočen. Plochá listová čepel je na povrchu hladká, naspodu a po stranách drsná. Stébla jsou silná, lesklá, zakončena dlouhou jednostrannou latou jednokvětých klásků. Obilka bývá 3–4 mm dlouhá, vejčitá a je silně lesklá. Trsy lesknice nevytváří. Bohatě založený systém podzemních oddenků vytváří hustý, zapojený porost s pevným drnem. Lesknice rákosovitá vytváří dlouhé podzemní oddenky, které jsou rozprostřeny těsně pod povrchem půdy. Kořenový systém je mohutný, jdoucí do značné hloubky. Lze ji pěstovat také pro senokosné účely. Je-li vyseta v čisté kultuře dává užitek již v roce výsevu. Plného vývinu dosahuje již od druhého roku. Rovněž z jara začíná obrůstat velmi časně a také rychle roste. Choroby ani škůdci obvykle u lesknice nečiní problémy.

Nároky na stanoviště

V přirozených travních porostech se lesknice rákosovitá nejvíce vyskytuje v okolí vodních toků. Její rozšíření vysoko do hor upozorňuje na její velkou odolnost vůči drsným klimatickým podmínkám. Nejlépe se jí daří na těžších půdách s bohatou zásobou živin. Na půdní reakci není zvláště citlivá. Je dobře přizpůsobivá půdní reakci v rozmezí pH od 4,0 do 7,5, s optimem kolem pH 5,0. Po zakořenění jí neškodí ani delší přísušek. Holomrazy ani pozdní jarní mrazíky jí neškodí. Také zastínění nebo krátkodobé zaplavení snáší dobře. Její předností je velmi široká ekologická amplituda. Uplatňuje se na všech půdách (při vyšším hnojení i na chudších), a to i při přebytku nebo nedostatku vláhy. Vysokých výnosů je však dosahováno v letech s vyšším srážkovým úhrnem a na půdách, kde se hranice spodní vody pohybuje mezi 30–40 cm. Lesknice je velmi vytrvalá, ale po zasetí má pomalejší vývoj než základní trávy.

Povolené odrůdy

Zatímco v sousedních státech mají v listině povolených odrůd lesknici uváděnou, v našem seznamu odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize České republiky k 1. 10. 2004 není registrována žádná odrůda. Případné osivo ve větším množství je třeba shánět v zahraničí. V zemích EU se považuje za standard odrůda Palaton (USA). Některé další zahraniční odrůdy: Luba, syn. Motycka (POL), Motterwizer (D), Pervenec (SUN), Peti, Szarvasi 50, Szarvasi 60, Keszthelyi 52 (H), Lara (NOR), Vantage, Venture (USA), Belevue, Rival (Canada).

Pro energetické a průmyslové využití se v zahraničí šlechtí nové odrůdy lesknice, které by se měly lišit od krmných tím, že mají vysoký poměr stonků oproti listům, nízký obsah popele a prvků jako

jsou křemík, draslík a chlór. Chlór při spalování způsobuje korozi spalovacích zařízení a popel se při vysokém obsahu uvedených prvků a při nízkých teplotách taví a spéká. Pokud je v materiálu vysoký obsah křemíku, projeví se to nízkou teplotou tavení popela, což může při nevhodné konstrukci spalovacího zařízení způsobovat provozní potíže.

Zařazení do osevního postupu

Je vhodné zařadit chřastici na nezaplevelený pozemek. Lesknice je nenáročná na předplodinu. Může se sít prakticky po všech předplodinách. Vhodnou předplodinou jsou okopaniny hnojené chlěvským hnojem, luskovinoobilní směsky a obilniny, které následují buď po pícnině nebo po ozimé řepce.

Agrotechnika

Agrotechnika závisí na účelu pěstování. Chřastici je možno pěstovat na semeno, píci nebo průmyslové využití. Na semeno se seje na přiměřeně vlhký pozemek s těžší půdou s dostatkem živin do širších řádků (25–30 cm). Pozemek musí být nezaplevelený. Z plevelů jsou nejnebezpečnější plevelné trávy jako pýr plazivý, lipnice obecná apod. Po předplodině by měla být provedena podmítka, přihnojení P, K následované střední orbou. Půda by měla být před setím dokonale připravena a před setím uválena. Výsevek při pěstování na semeno činí 10–15 kg/ha. Optimální hloubka setí je 2–3 cm. Výsev je možno provádět na podzim nebo časně z jara zároveň s krycí plodinou nebo bez krycí plodiny. Na podzim by měla být lesknice zasetá co nejdříve (do 20.–25. srpna), aby do zimy dobře zakořenila. Při setí na jaře do vhodné krycí plodiny (např. jarní pšenice, oves) se doporučuje výsevní množství snížené o 20–40 %. Pokud chceme, aby lesknice měla dobré podmínky pro vzcházení a dala již v prvním užitkovém roce plný výnos semene, je nejvhodnějším termínem výsev brzy na jaře. Lesknice dozrává ke konci července. Chřastici na semeno je třeba sklízet opatrně, neboť obilky dozrávají značně nestejně a snadno vypadávají. Výnosy semene se udávají 0,2–0,4 t/ha.

Při pěstování na píci (nadzemní fytomasu) se seje lesknice do užších řádků na vzdálenost 12,5 (15)–30 cm. Výsevek v čisté kultuře činí 20–25 kg/ha semene. Porosty lesknice určené pro energetické využití se zakládají obdobně jako na píci. Dobře založené porosty vydrží několik let. Doporučují se však sklízet přes zimu nebo po zimě brzy na jaře před novým obrážením, kdy mají rostliny nízký obsah vody (12–20 %). Porosty je možné každoročně přihnojovat, nejlépe na jaře počátkem vegetačního období. Většina plodin, stejně tak jako lesknice, se pro energetické účely, na rozdíl od pěstování na píci sklízí pouze jedenkrát do roka. Z tohoto důvodu je dosahováno nižších výnosů v porovnání s pěstováním na píci, kdy se seče 2–3× za rok.

Hnojení

V literatuře se uvádí, že je lesknice značně náročná na živiny. Ve Švédsku uvádějí průměrné dávky živin při pěstování lesknice sklizené na jaře 80 kg/ha N, 30 kg/ha K a 10 kg/ha P. S úspěchem tam také bylo použito přihnojování čistírenským kalem. Ve Finsku používali v polních pokusech prvním rokem 40–70 kg/ha N a později 70–100 kg/ha N. Podle našich sledování postačují na úrodnějších půdách každoroční dávky N 50–80 kg/ha. Při hnojení musíme také uvažovat, jaká je zásoba živin v půdě, kde se plodina pěstuje, a jakých výnosů se dosahuje na daném stanovišti, tedy jak mnoho živin odchází z pole se sklizenou fytomasou. Při pěstování lesknice k energetickým účelům lze porost založený na více let přihnojovat průmyslovými N, P, K hnojivy každoročně ihned po sklizni.

Dávka dusíku v semenářských porostech se doporučuje vyšší, minimálně 110 kg/ha od druhého užitkového roku (130–150 kg/ha), z čehož alespoň 40–60 kg je nutné aplikovat spolu s fosforem

a draslíkem počátkem září. Na jaře je třeba aplikovat N hnojiva včas. Jarní dávku N lze rozdělit, ale i druhá dávka by měla být aplikována před sloupkováním.

Ochrana rostlin

Choroby ani škůdci obvykle u lesknice nečiní problémy. Za určitých podmínek se mohou vyskytnout listové choroby (*Stagonospora*, *Helminthosporium*). Proti plevelům je možno aplikovat herbicidy, které se používají do jarních obilnin, a to nejlépe ve fázi 2–5 listů lesknice. Doporučuje se Starane EC 250 v dávce 2 l/ha nebo Lontrel 300 v dávce 0,8 l/ha, Agritox v dávce 1,5 l/ha nebo Harmony Extra v dávce 0,5 kg/ha. Je možné použít i další herbicidy, které jsou uvedeny např. v příručkách pro ochranu rostlin.

Sklizeň a posklizňové zpracování

Lesknice určená pro spalování se v roce výsevu sklízí v drtivé většině na jaře, kdy se poseká na řádek a potom se lisuje do balíků. Sklízecí mechanismy se někdy upravují tak, že se sníží otáčky bubnu a zvětší se průchodnost sklízecího ústrojí. Při těchto opatřeních je snižován odrol listů. Při energetickém využití se dají též lisovat brikety nebo pelety. Při sklizni lze využít existující zemědělskou mechanizaci, která je běžně dostupná v zemědělských provozech. Dodržení správného termínu sklizně a včasná transformace suroviny do skladovatelného stavu je základním předpokladem úspěšné produkce.

Při jednofázové sklizni sklízecí řezačkou v ranějších termínech (léto až podzim) je řezanka odvezena na místo, kde je obvykle třeba ji dosušit.

Při vícefázové sklizni je porost v první fázi sklizen pomocí sklízecí mlátičky nebo žacího stroje. Sklízecí mlátička je použita v případě, že je v první fázi sklíženo semeno. To je v pracovním ústrojí odděleno. Zbýlý materiál je uložen na pozemku v řádcích a sklízí se jako seno (obracení, shrnování, lisování). Při sklizni na semeno je stěžejní výnos fytomasy z první seče. Druhou seč (otavu) je možno použít podle stávajícího počasí a potřeby (fytomasa na energii, případně senáž). V případech, kdy se v první fázi semeno nesklízí, lze použít žacího stroje.

Při vícefázové sklizni s využitím sklízecích lisů je porost v první fázi pokosen žacím strojem. Následně je možno materiál, který se nechá doschnout na řádcích, sklídit do balíků hranolovitých či kulatých. Hranolovité balíky je nutné následně skladovat v zakrytých prostorech s ochranou proti dešti, kulaté balíky opatřené fólií je možno skladovat přímo na poli. Výhodou sklizně svinovacím lisem do kulatých balíků je vyšší výkonnost a vyšší hustota stlačeného materiálu ve srovnání s hranatými balíky. V případě omezeného prostoru pro skladování a při manipulaci však lze předpokládat výhody hranatých balíků.

Vícefázový způsob sklizně rostlinné biomasy je časově a personálně náročnější a zahrnuje větší počet operací, které nutně znamenají větší počet přejezdů po pozemku. Výhodou je možnost oddělené sklizně semen a možnost samovolného dosychání suroviny na pozemku mezi jednotlivými fázemi sklizně. Při porovnání sklízecích lisů a sklízecích řezaček ve vícefázových postupech sklizně z hlediska měrné spotřeby PHM nebyl zaznamenán výrazný rozdíl. Při sklizni lesknice určené na bioplyn se doporučují 3–4 seče za rok. Při sklizni se používá řezačka a sklizená fytomasa se odváží přímo do bioplynové stanice nebo se z ní připravuje senáž.

Technologie pěstování trav pro energetické využití se podstatně neliší od technologií doporučených pro produkci píce. Zásadní rozdíl je v době sklizně v relaci ke způsobu energetického využití, a tím optimálního výnosu sušiny nadzemní biomasy a obsahu vody. Pro výrobu bioplynu se jeví u sledo-

vaných trav jako optimální sklizeň při obsahu vody kolem 70 %, zatímco pro spalování z hlediska vlhkosti sklizeň při 20–25 % vody, což je dosaženo až po přemrznutí, kdy však ztráty opadem činí až 50 % (v průměru 25,2 %).

Hlavní rozdíl mezi pastevními, resp. pícninářskými a energetickými travními porosty spočívá v důrazu na tvorbu fytomasy a čistotu porostu. Zatímco u pastevních a lučních porostů a porostů určených pro produkci píce na orné půdě je environmentální funkce plněna ve vysoké míře, u energetických travních porostů dochází k jejímu oslabení. Protierozní efekt zůstává zachován, avšak vzhledem k důrazu na maximální přiblížení travní monokultuře dochází k oslabení podpory biodiverzity. Kvůli nutnosti přihnojování a případně i dodatečných zásahů proti plevelům je nemožné, resp. neefektivní pěstovat energetické trávy v ekologických systémech hospodaření. Významným rozdílem je i snížení důrazu na krmivářskou hodnotu energetických trav, resp. na jejich složení z hlediska výživy hospodářských zvířat.

Výnosy

Výnosy fytomasy trav jsou značně ovlivňovány půdně-klimatickými podmínkami a také hnojením dusíkem nebo termínem sklizně. Dusík má daleko větší vliv na výnosy trav než hnojení fosforečnými nebo draselnými hnojivy. Hnojení dusíkem také ovlivňuje z dlouhodobého hlediska stav a životnost porostu. Příklady jsou uvedeny níže.

Vliv hnojení N na výnosy nadzemní fytomasy lesknice rákosovité v různých půdně-klimatických podmínkách byl sledován v pokusech založených v roce 1994. Před setím byla použita na všech variantách dávka 50 kg/ha⁻¹ K a 26,5 kg/ha P. V produkčních letech byly použity každoročně 3 odlišné dávky N v průmyslových hnojivech: N0 = bez dusíku, N1 = každoroční jednorázová dávka na jaře 30 kg/ha, N2 = každoroční jednorázová dávka na jaře 60 kg/ha. V tabulce 8 jsou uvedeny výsledky z let 1996–2000, tedy již z plně zapojených a vyzrálých porostů. Z výsledků je patrné, že výnosy fytomasy lesknice jsou značně závislé na průběhu klimatických podmínek v jednotlivých letech a na daných stanovištích. Například v Ruzyni výnosy fytomasy z jednorázové sklizně na podzim kolísaly v průměru od 5,7 t/ha sušiny v roce 2000 do 12 t/ha v roce 1996. Obdobné značné kolísání výnosů je patrné i na ostatních stanovištích. Kolísání výnosů je závislé hlavně na rozdělení srážek během vegetace v jednotlivých letech a na daných stanovištích. Největší meziroční kolísání průměrných výnosů přepočtených na sušinu bylo zaznamenáno v Lukavci (3,9–13,8 t/ha), nejmenší v Troubsku (7–12,3 t/ha). Lesknice také reagovala příznivě zvýšením výnosů fytomasy na stupňované dávky N. Již každoroční nižší dávky N (30 kg/ha) aplikované na jaře zvyšovaly v průměru let výnosy fytomasy na všech stanovištích. V průměru let a stanovišť zvyšovala dávka 30 kg/ha N výnosy sušiny fytomasy lesknice o 15,5 % (1,1 t/ha). Také následné přihnojení N v dávce dalších 30 kg/ha v ledku amonném během vegetace dále zvyšovalo výnosy fytomasy o 32,4 % (2,3 t/ha) oproti nehnojeným parcelám.

Tab. 8 Vliv stanoviště a hnojení N na výnosy sušiny fytomasy lesknice rákosovité (t/ha) sklizené jednorázově pozdě na podzim (průměr let 1996–2000)

Stanoviště	Hnojení N:	N0	N1	N2	Průměr
Ruzyně		7,6	7,7	9,2	8,3
Lukavec		5,8	7,9	8,8	7,5
Troubsko		7,9	8,9	10,1	9,0
Průměr za všechna stanoviště		7,1	8,2	9,4	8,2

Poznámka: Hnojení dusíkem v průmyslových hnojivech (kg/ha) N0=0, N1=30, N2=60 (porosty byly založeny v roce 1994).

Pokud jde o výnosy, potom např. ve Švédsku se uvádějí průměrné výnosy sušiny lesknice za 5 let pěstování (od druhého roku) při dávce 100 kg/ha N 9 t/ha na konci vegetační sezóny a 7,5 t/ha na jaře. Ztráty sušiny přes zimní období se uvádějí kolem 25 %. Průměrné výnosy sušiny v okolních státech se pohybují v rozmezí 4,5–9,0 t/ha. Uvádí se, že na uměle založených loukách při hnojivé zvlaze lze dosáhnout výnosů více než 15 t sena z 1 ha.

Z energetického a ekonomického hlediska je také důležité, ve kterém termínu plodiny sklízet, zda 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 má obsah vody ve fytomase rozmezí 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 dodávat vícenáklady na tyto operace, které nejsou hlavně v případě dosoušení teplým vzduchem nejlevnější.

Při pozdně podzimním termínu je u většiny energetických vytrvalých rostlin obsah vlhkosti většinou i nadále relativně vysoký a dosahuje hodnot 30–70 %. Výnos není o mnoho menší v porovnání s prvním termínem.

Fytomasa lesknice není bez dosoušení ani koncem listopadu vhodná pro okamžité spalování. V daném termínu jsme v průměru zjistili obsah vody kolem 50 %. Jsou dvě možnosti, jak se zbavit do zimy přebytečné vody. Buď porost na podzim desikovat nebo jej sklídit a dosušit uměle. Porost je možno také sklízet přes zimní období, pokud to půdně-klimatické podmínky a sněhové poměry dovolí, nebo je možno sklízet až na jaře, až do doby než začne znovu růst (obrážet). První mrazy porost vysuší, takže jej lze pak sklízet a přímo spalovat. Vlhkost pod 20 % při jarním termínu sklizně je vhodná přímo k lisování do briket nebo pelet, skladování nebo okamžitému spalování. Ztráta fytomasy 22,5 % přes zimní období není v porovnání s některými ostatními plodinami vysoká. Ztráta je kompenzována úbytkem vlhkosti, neboť na podzim bychom museli sklizenou fytomasu dosušet. Porost lesknice přes zimní období většinou nepoléhá, což umožňuje bezproblémovou sklizeň bez větších ztrát fytomasy.

Jarní sklizeň (II.–III.) určená pro spalování je doporučována také proto, že při pozdějších termínech sklizně se snižuje obsah draslíku, chlóru, dusíku a síry ve fytomase lesknice i dalších plodin oproti raným termínům sklizně. Množství živin obsažených v rostlinách je při jarní sklizni téměř poloviční v porovnání s rostlinami sklizenými např. v srpnu. Jako důvod se uvádí translokace živin do kořenové části a jejich vyluhování během zimy. Porovnání obsahu prvků u lesknice rákosovité při podzimní a jarní sklizni podle našich sledování je uveden v tab. 8. U pozdních termínů sklizně (březen) se např. při spalování fytomasy lesknice zvyšuje teplota spékání popele a jsou zaznamenány nižší emise SO_x a NO_x oproti ranějším termínům sklizně (červenec–září). Obsah popele v rostlinách je ovlivněn také typem půdy. Bylo zjištěno, že při pěstování lesknice na těžkých jílovitých půdách byl obsah popele 10,1 % v porovnání s rostlinami pěstovanými na půdách humózních, kde byl obsah popele pouze 2,2 %.

Další výhodou sklizně po zimě je, že na podzim některá stébla u některých populací lesknice mají tendenci tvořit zelené větve z paždí na listových pochvách, což zapříčiňuje nežádoucí zvýšení obsahu vody.

Využití produktu

Vedle využití lesknice pro přímé spalování (spalné teplo sušiny nadzemní fytomasy je v průměru podle našich měření u lesknice 17,52 GJ/t nebo na výrobu elektřiny lze její fytomasy využít v zeleném stavu jako krmivo (čerstvá píče, seno, siláž), příp. i pro výrobu bioplynu. Porost lze také využít na výrobu osiva pro následnou reprodukci.

Zcela nově se začíná lesknice zavádět jako energetický zdroj i v pobaltských zemích, kde jí dávají přednost před rychle rostoucími dřevinami. Například ve Švédsku má lesknice sloužit jako zdroj pro výrobu buničiny (obsah ligninu je kolem 14 %, obsah celulózy 30–36 %) nebo jako potenciální energetický zdroj.

Lesknice lze použít jako palivo přímo dodávané do vhodného kotle, nebo ji lze dále zpracovat lisováním do formy pelet či briket. Přímé spalování je vhodné ve velkých topeništích, kdy je palivo dodáváno ve formě balíků. Vhodným rozduřovadlem jsou pak tyto balíky převedeny do formy, kdy je možno materiál mechanicky a pneumaticky dodávat do kotle. Při spalovacích zkouškách byla v kotli určeném pro spalování slámy použita jako palivo lesknice ve formě balíků. Emise CO byly zjištěny asi na hladině 1 000 mg/m³ (při 11 % O₂), přičemž limitní hodnota pro toto spalovací zařízení je 650 mg/m³. Koncentrace NO_x ve spalinách byly pod dovolenou hranicí. Výhodou lesknice jako paliva je však zvýšená teplota tání popela (1 190 °C) oproti obilní slámě (860 °C). Tím se dá v mnoha případech zabránit spékání popela v topeništi.

Při použití lesknice pro lisování topných pelet mají tyto produkty poměrně dobré vlastnosti pro použití v automatických kotlích i mechanické vlastnosti charakterizující možnosti dopravy a skladování. Hodnota otěru dle ÖNORM M 7135 je asi 1,6 %, přičemž hraniční hodnota je 2,3 %. Rovněž hustota pelet (1,28 kg/m³) splňuje požadavek normy (1,12 kg/m³). Při použití pelet lisovaných z čisté lesknice v kotli pro dřevní pelety je možno dosáhnout koncentrací CO a NO_x v kouřových plynech srovnatelných s dřevními peletami a splňujících požadavky na ochranu ovzduší.

Anaerobní fermentace travní biomasy na bioplyn má oproti přímému spalování několik zásadních výhod. Je možné použít čerstvou, příp. zakonzervovanou (silážováním, sušením) biomasu. Vznikající bioplyn je možno využít k výrobě tepla a elektrické energie, případně po úpravě dodávat do sítě zemního plynu. Digestát – zbytek po fermentaci obsahuje prakticky nezměněné množství minerálních látek obsažených v původní biomase a umožňuje recyklaci živin spojené se zvyšování produkce biomasy a následné snížení měrných provozních nákladů na produkci a sklizeň travní biomasy.

Anaerobní metanová fermentace organických materiálů – *metanizace* – je souborem procesů, při nichž směsná kultura mikroorganismů postupně rozkládá biologicky rozložitelnou organickou hmotu bez přístupu vzduchu. Konečnými produkty je bioplyn (směs CH₄, CO₂, H₂, N₂, H₂S + 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 a klimatickými podmínkami stanoviště. Navíc je ovlivněno řadou faktorů spojených s produkcí, sběrem a případnou konzervací jako např. způsobem hnojení, dobou sklizně, počtem sečí, technologií konzervace atd.

Sušina travních siláží se pohybuje v rozmezí 28–35 %. Velikost částic siláží závisí na technologii sklizně a ovlivňuje měrnou hmotnost siláže, která se pohybuje v rozmezí 650–800 kg/m³. Jelikož je nepřímá úměra mezi velikostí částic a produkcí bioplynu, je výhodné zpracovávat biomasu nařezanou na co možná nejmenší části. Na druhou stranu jemnější řezání vyžaduje větší spotřebu energie. Proto je volena kompromisní velikost částic – řezanky kolem 2–5 cm. Delší vlákna mají tendenci vyplouvat na hladinu suspenze a tvořit pevnou, až několika desítek centimetrů silnou, i pro plyny těžko propustnou vrstvu (deku). Vážné problémy může způsobovat namotávání dlouhých vláken na hřídele míchadel.

Ve srovnání s kukuřicí a obilninou tritikale je u trav a lučního porostu dosažena nižší produkce

metanu. To však neznamená, že trávy a luční porosty nejsou vhodným substrátem do bioplynových stanic. Je však důležité zabezpečit kvalitní substrát pro celoroční provoz bioplynové stanice.

KOSTŘAVA RÁKOSOVITÁ (*Festuca arundinacea* Schreb.) A DALŠÍ DRUHY TRSNATÝCH TRAV

Kostřava je vysoká, hustě trsnatá tráva s krátkými podzemními výběžky. Kořenový systém rostlin je bohatý, silně rozvinutý, sahající až do hloubky 150 cm, s dobrou sorpcí živin a vláhy. Kostřava rákosovitá vyniká časným jarním a pozdním podzimním růstem. Je to vytrvalá rostlina dorůstající do výšky až 2 m. 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. Na jaře brzy obrůstá a zůstává zelená dlouho do podzimu. Kostřava je naší domácí rostlinou. 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. V našich podmínkách se výnosy sušiny fytomasy pohybují od 5 do 13 t/ha. Frydrych a kol. (2001) udává průměrný hektarový výnos sušiny kostřavy rákosovité ve vhodných podmínkách ČR v prvním užitkovém roce při sklizni v plné zralosti 5,29 t/ha, ve druhém užitkovém roce 10,11 t/ha. V ekonomických kalkulacích se uvažuje podle intenzity vstupů s výnosem kostřavy od 5 do 9 tun sušiny na hektar. Pokud jde o výnosy kostřavy rákosovité v zahraničí, potom pro podmínky SRN se uvádí výnosy sušiny fytomasy v rozmezí 11,4–13,1 t/ha. Na chudších lokalitách v Litvě se uvádí výnosy sušiny fytomasy trav určených pro energetické využití při jedné sklizni za rok od 6,4 do 9,2 t/ha. V podmínkách Finska má kostřava rákosovitá v průměru o 12 % vyšší výnosy sušiny fytomasy než kostřava luční. V seznamu odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize České republiky je v současné době registrováno 21 odrůd a je podáno dalších 16 žádostí o registraci nových odrůd.

Dalšími travami, které v našich podmínkách dosahují obdobných výnosů jako lesknice rákosovitá, a které se jeví jako vhodné pro energetické využití, jsou např. **psineček veliký** (*Agrostis gigantea* Roth.), **ovsík vyvýšený** (*Arrhenatherum elatius* (L.) Beauv.), **sveřep bezbranný** (*Bromus inermis* (L.) Leyss.), **srha laločnatá** (*Dactylis glomerata* L.), apod. Nepříznivé ekologické podmínky drsného klimatu nejlépe snáší **kostřava červená** (*Festuca rubra* L.). Tyto trávy včetně kostřavy rákosovité mají velmi podobnou agrotechniku a možnosti využití jako lesknice rákosovitá, proto při jejich zakládání, pěstování, sklizni a posklizňové úpravě lze postupovat obdobně jako u chřastice.

Závěr

Z výsledků je patrné, že vybrané trávy, pokud jsou dobře založeny a udržovány jejich porosty, vydrží na jednom stanovišti bez snížení výnosů fytomasy po řadu let. Pro jejich zavádění hovoří nízká cena při zakládání porostů, žádné nebo minimální používání herbicidů nebo pesticidů, i další nízké přímé náklady. Trávy dobře reagují zvýšením výnosů na hnojení dusíkem. Travní porosty významně přispívají zejména na svažitých pozemcích k omezení vodní eroze, zadržení živin, k udržení cyklu uhlíku i úrodnosti půdy. Většinu trav lze u nás pěstovat téměř ve všech klimatických podmínkách od nížin, přednost mají humidní oblasti vzhledem k relativně vysokým nárokům trav na vláhu.

Nejběžnějšími formami energetického využití trav v současnosti je spalování a výroba bioplynu. Při pěstování na spalování je vhodnější jarní termín sklizně, kde není třeba dosoušení. Přestože během zimy dochází ke ztrátám, jsou náklady při jarním termínu sklizně na ha i na tunu produkce v porovnání s letním termínem nižší.

Trávy a luční porosty jsou vhodným substrátem do bioplynových stanic, ačkoliv při srovnání s kukuřicí a tritikale je u trav a lučního porostu dosažena nižší produkce metanu.

Porovnáme-li pěstování fytomasy travních porostů na spalování a na bioplyn, můžeme z ekonomického hodnocení konstatovat, že pěstování trav na bioplyn je dražší než na spalování. Průměrné náklady na tunu sušiny na spalování bez započtení dotací kolem 1 500 Kč jsou značně vysoké a při daných modelových výnosech nemohou zatím konkurovat jiným běžným klasickým palivům. Podobné je tomu s náklady při pěstování uvedených trav na bioplyn.

Důležité upozornění. Uvedené trávy i další druhy trav by se neměly ve větším množství pěstovat v oblastech, kde je silnější výskyt viróz zjištěných na obilí z důvodu možného dalšího rozšiřování těchto chorob. Mapy výskytu dalších škodlivých činitelů lze najít, podobně jako níže uvedený obrázek, na internetových stránkách Státní rostlinolékařské správy: www.srs.cz.

Ekonomika travin

Normativy zemědělských výrobních technologií uvádějí pro pěstování lesknice rákosovité celkové technologické náklady (variabilní + fixní náklady) podle náročnosti od cca 5 000 do 7 884 Kč/ha (od 657 do 872 Kč/t). Tyto normativy uvádějí také náklady pro další trávy jako jsou kostřava rákosovitá, psineček veliký nebo ozdobnice čínská.

Podrobnější analýza ekonomiky pěstování biomasy lesknice rákosovité a dalších travin je uvedena v publikaci „**Ekonomické aspekty využívání obnovitelných zdrojů energie v Ústeckém kraji**“, která je vydávána souběžně s touto publikací.

RYCHLE ROSTOUCÍ DŘEVINY (RRD) – TOPOLY A VRBY (*Populus, Salix*)

Výmladkové plantáže rychle rostoucích dřevin jsou novou formou zemědělského hospodaření, která je založena na vynikající regenerační schopnosti – tzv. pařezové výmladnosti – vybraných klonů topolů a vrb, která umožňuje jejich opakované sklízení bez potřeby založení nového porostu. Základní prvky pěstování výmladkových plantáží byly vytvářeny v Severním Irsku, Anglii a Švédsku již v průběhu 70. a 80. let minulého století jako alternativní způsob zemědělského hospodaření zajišťující surovinu pro papírenský průmysl a palivo pro energetiku.

Pěstují se výhradně na zemědělské půdě převážně obvyklou nebo upravenou zemědělskou technikou. Sortiment (odrůdy a klony topolů a vrb) a jeho pěstování v ČR upravuje legislativa rezortů zemědělství a životního prostředí.

Ze současné rozlohy okolo 20 000 ha výmladkových plantáží vrb v Evropě se ročně sklízí asi 4 000 ha převážně v severní Evropě. Štěpka z plantáží je zde pro svoji homogenitu i dostupnou cenu žádaným biopalivem v obecních teplárnách a velkých elektrárnách. Rozloha vrbových plantáží narůstá také v Polsku, Dánsku a Baltských zemích a v poslední době také na Slovensku a Maďarsku.

Výmladkové plantáže topolů se pěstují asi na 10 000 ha hlavně ve střední a jižní Evropě, nejvíce pak v severní Itálii (cca 7 500 ha), Německu (2 200 ha) a Rakousku (cca 1 000 ha). V těchto i mnoha dalších zemích rozloha topolových výmladkových plantáží postupně narůstá vlivem příznivých ekonomických a dotačních podmínek, které jsou často podporovány regionálními samosprávami, agrárními komorami nebo podnikatelskými skupinami.

V ČR byla první výmladková plantáž založena v roce 1994 a doposud bylo vysazeno přes 750 ha výmladkových plantáží, z čehož nejméně 25 ha jsou matečnice (pro produkci sadebního materiálu). Česká republika má podle výsledků našich pokusů poměrně vhodné podmínky pro pěstování jak topolů, tak vrb. V praxi zatím převažuje pěstování jediného klonu topolů, tzv. japonského topolu (Max-4, resp. J-105). Podle stávající energetické politiky (SEK, 2003) by se výmladkové plantáže měly pěstovat do roku 2030 na rozloze cca 60 tis. ha, aby byly splněny její cíle.

Hlavními výhodami pěstování RRD je velmi kvalitní produkt (dřevní štěpka), která je v současnosti velmi žádaná pro zajištění dodávek do tepláren i elektráren. Perspektivní je také zpracování štěpky na pelety a případně jako surovina papírenského a chemického průmyslu, např. pro výrobu etanolu.

Botanická charakteristika

Botanické zařazení: Topoly a vrby jsou samostatné rody (*Populus* a *Salix*) patřící do čeledi vrbovitě (*Salicaceae*). Jedná se o listnaté dřeviny s rychlým výškovým růstem a hmotnostním přírůstem v první dekádě růstu. Topoly jsou přirozeně rozšířené zejména v mírném pásu na severní polokouli. Celkem zde roste 35 botanických druhů rozdělovaných obvykle do 6 sekcí. U nás rostou 3 druhy. Záměrně pěstované jsou zejména odrůdy – kříženci několika málo druhů topolů černých, balzámových a případně osik. Vrby jsou naproti tomu zastoupeny ve všech světadílech kromě australsko-novozélandské oblasti a Antarktidy. Roste zde více než 350 druhů převážně malého, příp. keřovitého vzrůstu. U nás roste 27 druhů.

Nároky na stanoviště

Stromovité druhy topolů a vrb, které jsou zdrojem odrůd a klonů pro výmladkové plantáže, jsou především vlhkomilné dřeviny lužních lokalit, které dobře snášejí dočasné zaplavení. Řada „doporučených“ klonů a odrůd proto preferuje vodou dobře zásobené pozemky, na nichž dávají i nejvyšší výnosy. Vybrané druhy vrb (např. vrba bílá a její kříženci *Salix alba*, *S. × rubens*) snesou zaplavení po dobu až 60 dní, takže dobře prospívají na lužních stanovištích s humózní půdou a nestagnující

vodou. Naproti tomu podle dosavadních zkušeností má většina klonů vrb i topolů špatný růst a malé výnosy na půdách zrašeliněných nebo s vysokou hladinou stagnující vody.

Často tradovaný názor, že topoly a vrby dávají dobrý výnos jen na vlhkých (hydromorfních) půdách v teplejších klimatických regionech, nepotvrzují výsledky polního testování, které ukazují, že je možné nalézt klony zejména topolů, které dosahují dobrého růstu a výnosů i na méně tradičních stanovištích. Například kříženci topolu černého (*Populus nigra*) a balzámových topolů (*P. maximowiczii*, příp. *P. simonii*) mají velmi širokou ekologickou amplitudu a mohou být pěstovány od vlhkostně příznivých až do mírně sušších stanovišť. Na vysychavých a extrémně chudých půdách je pěstování výmladkových plantáží RRD nevhodné.

Topoly i vrby jsou převážně světlomilné druhy, stabilní zastínění jim nevyhovuje. Na takovýchto místech – např. sousedství vzrostlých porostů, prudké severní svahy či hluboká údolí – můžeme očekávat pomalejší růst, nižší výnosy a i vyšší výskyt škodlivých činitelů.

Nejvyšší nadmořská výška pro zakládání produkčních výmladkových plantáží topolů a vrb se v našich podmínkách pohybuje okolo 550–650 m. V těchto nadmořských výškách však hrají významnou roli další mikroklimatické a ekologické podmínky, které mohou růst topolů a vrb výrazně omezovat jako, např. vítr, mráz nebo vysoký stav zvěře.

Z hlediska typologie zemědělských půd (v systému BPEJ) vyhovují „doporučeným“ klonům topolů a vrb především klimatické regiony KR 3, 5–7. Nevhodné jsou KR 2, 4 a 9. Vhodné půdy jsou zejména semihydromorfní a hydromorfní půdy (HPJ 42–52, 56–71) a dále vlhčí černozemě a hnědozemě (HPJ 0–3, 8–12, 24–26 a 28–30). Nevhodné jsou zejména vysychavé a skeletovité půdy (HPJ 34–41, 16–22, 55) a dále přemokřené půdy (HPJ 72–76).

Pro výběr oblastí a pozemků vhodných pro pěstování RRD v Ústeckém kraji je možno využít zejména výnosové a cenové mapy v publikaci „**Ekonomické aspekty využívání obnovitelných zdrojů energie v Ústeckém kraji**“, která je vydávána souběžně s touto publikací.

Vhodné druhy pro ČR a Ústecký kraj

V České republice zatím nejsou registrovány žádné domácí odrůdy topolů a vrb pro pěstování na zemědělské půdě. I když v naší pěstební praxi převládá pěstování jednoho klonu topolu (J-105), je pro pěstování ve výmladkových plantážích možno vybírat z poměrně širokého sortimentu tzv. nechráněných klonů a registrovaných odrůd topolů a vrb. Jsou to zejména:

1. Vybrané klony vrb a topolů z domácích sbírek

Jedná se klony topolů (např. J-105, P-468, P-464) a vrb (např. S-337, S-195, S-218) vybrané v rámci testování z domácích sbírek prováděném od roku 1994 v rámci projektů VÚKOZ, v. v. i. Klony nejsou chráněny šlechtitelskými právy. Patří mezi ně i u nás zatím nejvíce pěstovaný topolový klon J-105 (Max-4) známý pod populárním označením „japan“ nebo „japonský topol“. Díky dlouhodobému pěstování a testování je pro tyto klony dostupná sadba a údaje o pěstebních nárocích. Klony byly odsouhlaseny MŽP pro pěstování v krajině a jsou proto uvedeny v „Seznamu rostlin vhodných k pěstování za účelem využití biomasy pro energetické účely z pohledu minimalizace rizik pro ochranu přírody a krajiny“.

2. Registrované odrůdy vrb

Jedná se zejména o registrované odrůdy tzv. švédských vrb (např. Tora, Inger, Tordis a další) vyšlechtěné pro výmladkové pěstování převážně z okruhu *Salix viminalis*, ale i jiných dru-

hů keřovitých vrb S. Larsonem. Kromě těchto odrůd je již v EU registrováno několik dalších odrůd např. v Polsku, Německu a Itálii. Odrůdy jsou chráněné šlechtitelskými právy a jejich množení je možné pouze za poplatek se souhlasem majitele odrůdy nebo jeho oficiálního zástupce. V ČR se zatím pěstují odrůdy švédských a polských vrb na rozloze cca 6 ha. Sadbu je zatím nutno dovážet ze zahraničí.

3. Registrované odrůdy topolů

Jedná se zejména o registrované odrůdy italských šlechtitelů (AF2, AF1, Sirio a další) a belgických šlechtitelů (Vesten, Muur, aj.) pocházející převážně ze skupiny tzv. kanadských topolů (*P. × canadense*) a kříženců balzámových a černých topolů. Odrůdy jsou chráněné šlechtitelskými právy a jejich množení je možné pouze za poplatek se souhlasem majitele odrůdy nebo jeho oficiálního zástupce. V ČR se zatím pěstují na menší rozloze, ale jejich výsadby rostou. Sadbu dodávají čeští dodavatelé.

Nové odrůdy topolů a vrb je nutné před praktickým použitím v krajině posoudit z hlediska rizik pro ochranu přírody a krajiny podobně jak to bylo provedeno v případě klonů vrb a topolů z domácích sbírek. Jedná se zejména o posouzení rizika jejich invazního chování a případně rizika ohrožení populací domácích druhů. V případě kladného posouzení budou zařazeny do „Seznamu rostlin vhodných k pěstování za účelem využití biomasy pro energetické účely z pohledu minimalizace rizik pro ochranu přírody a krajiny“.

Osevní postup

S přípravou pozemku je nutno začít obvykle rok před výsadbou, tak aby byly podmínky pro výsadbu a růst dřevin v prvních 3–5 měsících po výsadbě optimální. V našich podmínkách se jedná zejména o maximální omezení růstu plevelů a optimalizaci fyzikálních vlastností půdy pro zakořnění dřevin (řízků, prutů, případně sazenic). Na zaplevelených pozemcích je nutné začít intenzivní odplevelování už 1,5–2 roky před výsadbou v závislosti na převažujících druzích plevelů a zvolené technologii odplevelování. Podzimní orbu a přípravu půdy před jarní výsadbou na dobře odpleveleném pozemku je nejlépe provést tak, aby nebylo na jaře nutné již pozemek orat, ale jen kultivátorovat, případně vyrovnat.

U doporučených klonů topolů a vrb se nejčastěji sázejí 20–22 cm dlouhé řízky nařezané z jednoletých prýtů (prutů, výhonů) na konci zimního období. Řízky je nutné skladovat do výsadby ve vhodných skladovacích prostorách – optimální teplota pro krátkodobé skladování do 2 měsíců je 2–4 °C a vzdušná vlhkost nad 50 %. V případě dlouhodobého uskladnění je potřeba dosáhnout teploty těsně pod nulou (optimálně –2 až 0 °C).

Skladované řízky je nutné před výsadbou namočit (pokud možno celé) na 2 dny do vody o venkovní teplotě. Pokud bylo skladování delší než 1 měsíc nebo nebylo skladování optimální a řízky vyschly, je nutno prodloužit namáčení až na 5 dnů.

Obvykle jsou řízky topolů a vrb sázeny v jarním termínu od poloviny března do poloviny května. Určení optimálního termínu výsadby RRD závisí na místních půdních podmínkách a průběhu počasí v předjaří a na riziku výskytu přísušků. Optimální je výsadbu provést, když je půda vlhká v celém profilu a její teplota dosáhne +5 °C, kdy dochází k tvorbě kořenů. V případě výskytu jarního přísušku je řízky možné vysazovat i později. V případě kvalitního dlouhodobého uskladnění, které neumožní přílišné narašení řízků nebo jejich zaschnutí, je možno výsadbu odložit i do letních měsíců (VII.–VIII.).

Zatím méně častý a i méně ověřený je podzimní termín výsadby. V provozních podmínkách existuje několik úspěšných příkladů výsadby menších porostů vrb (matečnic) provedených v listopadu, příp. prosinci z řízků odebraných těsně před výsadbou po opadu listů.

V případě manuální výsadby se řízky ručně zapichují rovně nebo mírně šikmo do připravené půdy.

Tam, kde je půda slehlá a ruční zapichování nelze provádět kvůli poškozování řízku, je vhodné použít jednoduchý ruční sazeč ze železné kulatiny. Řízek má vyčnívat optimálně 3 cm nad povrch tak, aby byl vrchní pupen nad nebo mírně pod úrovní terénu. V případě těžkých jílovitých půd, které vytvářejí na povrchu tvrdou nepropustnou vrstvu, je možné nechat řízky vyčnívat i více (5 cm), aby se rašící pupeny dostaly nad povrch.

V případě mechanizované výsadby je postup závislý na typu sazeče (např. klasický lesnický dvojřádkový sazeč za traktor). Postup je shodný jako u výsadby lesních sazenic. Vždy je ovšem nutno dodržet zásadu, aby řízky nevyčnívaly více než 3, příp. 5 cm, jak bylo uvedeno výše. V zahraničí existují speciální víceřádkové sazeče vrb a topolů. Ve Švédsku se nejvíce používá sazeč na celé pruty (3–4 m), které se zasouvají vertikálně do sazeče. Stroj zapichuje a krátí prýty v přesně zadaných délkách a intervalech. Obsluha, která zasunuje pruty do zařízení, stojí na zadní plošině podobně jako u starých secích strojů.

V současnosti jsou pro výsadbu výmladkových plantáží používána dvě schémata výsadby:

- do jednořádků ve sponech $(0,5\text{--}0,3\text{ m}) \times (1,5\text{--}3\text{ m}$ – mezi jednořádky),
- do dvouřádků ve sponech $(0,75 \times 0,75\text{ m}) \times (1,5\text{ m}$ – mezi dvojřádky).

Volba schématu závisí zejména na volbě sklizňové mechanizace a dále na klonu/odrudě vrby a topolu. Dvojřádek se používá hlavně pro vrbové odrůdy sklízené dvojřádkovou řezačkou. Topoly se sazejí obvykle v hustotě 8–10 tis. ks/ha a vrby trochu hustěji 8–12 tis. ks/ha.

Nové prýty raší přibližně 8–14 dnů po výsadbě. Je třeba dosáhnout alespoň 70% ujímavosti výsadby, protože vylepšování výsadby (dosazování) je velmi nákladné a často neúspěšné.

Hnojení a zálivka

Hnojení průmyslovými hnojivy se doporučuje jen v odůvodněných případech na chudých stano-
vištích – většina našich orných půd je pro topoly a vrby dostatečně zásobená živinami. Hnojení při výsadbě není vhodné, neboť podpoří spíše růst plevelů.

Z výsledků pokusů prováděných v zahraničí vyplývá, že na živinami dobře zásobených půdách má hnojení obvykle vliv na rychlejší nástup maximální produkce, ale celkový výnos za produkční období plantáže průkazně neovlivní. Část živin se do půdy vrací z opadu listů.

Mnohem významnějším důvodem špatného vzcházení a růstu topolů a vrb ve výmladkových plan-
tážích bývá nedostatek vláhy, ať již v důsledku nedostatku srážek nebo stanovištních (půdních) podmínek. Zálivka však připadá z ekonomických důvodů v úvahu jen po výsadbě a u menších porostů, např. matečnic.

Ochrana rostlin

Hlavní agrotechnickou operací po výsadbě je omezování plevelů, které je potřeba omezovat co nej-
dříve. V ideálním případě je vhodné řádky odplevelovat manuálně hned po dosažení. Meziřádky se odplevelují mechanizovaně – nejčastěji mulčováním, plečkováním. Černý úhor je vhodný do suš-
ších oblastí. Obvykle se odplevelování provádí 1–3× do roka. Chemická ochrana proti plevelům po výsadbě bývá používána jen výjimečně, protože mladé výhony topolů a vrb jsou na nejpouží-
vanější herbicidy citlivé. Intenzita pěstebních operací v dalších letech, tzn. po úspěšném založení porostu, je u výmladkových plantáží obecně velmi nízká. V ideálním případě není nutné v tomto období provádět žádnou operaci kromě přípravy sklizně, neboť vitální porost RRD potlačí plevele.

V oblastech s vyšším stavem zvěře může okus a vytloukání způsobit vážnější poškození výsadeb.

V těchto oblastech je možno preventivně volit skladbu RRD – např. balzámové topoly a jejich hybridy, které trpí okusem a vytloukáním méně. U matečnic se vyplatí celou výsadbu oplotit. Na výmladkových plantážích se vyskytuje několik hmyzích a houbových škůdců, kteří však doposud nezpůsobili až na výjimky vážnější škody.

Na topolech a vrbách se ve výmladkových plantážích vyskytuje několik hmyzích škůdců (mandelinky a dřebčící aj.), kteří způsobují např. drobné žíry na listech, ale doposud nezpůsobili až na výjimky vážnější poškození porostů. V případě omezeného výskytu houbových chorob jsou zkušenosti podobné. V případě rozsáhlejších poškození doporučujeme kontaktovat odborné fytopatologické pracoviště.

Sklizně a posklizňové ošetření

Výmladkové plantáže RRD se sklízí v tzv. velmi krátkém obmýtí, které se v našich podmínkách pohybuje mezi 3–6 roky. Pokud bude doba existence plantáže okolo 20 let, tak jak se předpokládá, znamená to, že bude sklizena 4–8krát. Nejvhodnějším obdobím pro sklizně RRD na štepku jsou zimní měsíce (prosinec–březen), kdy je obsah vody v pletivech nejnižší a je možno využít volných pracovních sil a strojů. Vhodné je také sklízet, když je půda zamrzlá a mechanizace nemá problémy s pohybem. V zásadě existují 2 technologie sklizně výmladkových plantáží:

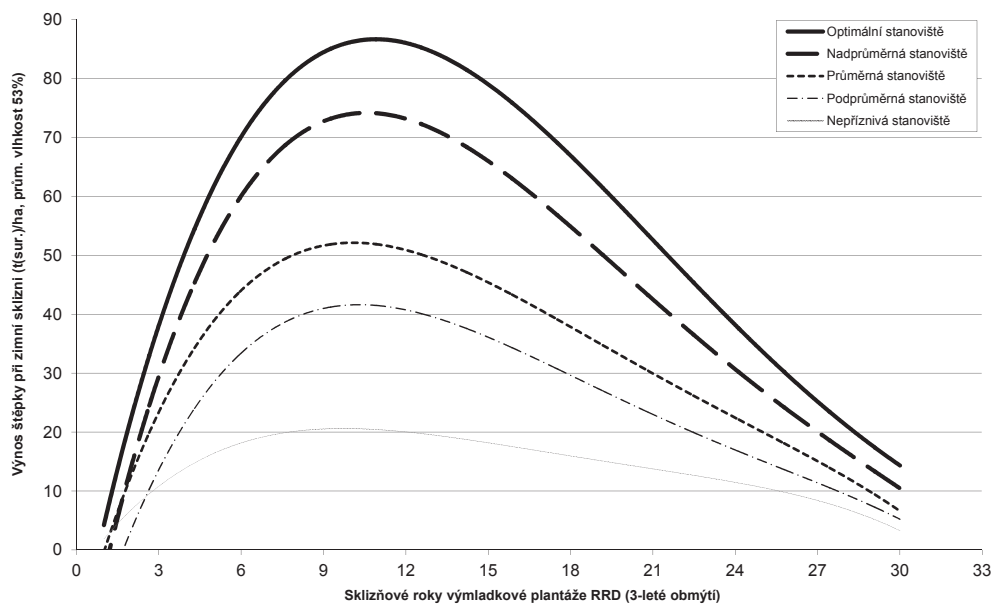
- 1) *Vicefázová sklizně* – tento způsob využívá většinou přídavné zařízení na traktor, které podřezává kmeny a případně je spojuje do snopků. Na menších rozlohách je možno použít křovinořez. Kmeny jsou po částečném vyschnutí na vzduchu (1–2 měsíce až 1/2 roku) štepkovány pojízdným štepkovačem. Štepka je pak dostatečně suchá (cca 30 %) i pro spalování v topeništích s nižším až středním výkonem. Tento způsob je náročnější na manuální práci a manipulaci, ale stroje jsou jednodušší (univerzální).
- 2) *Jednofázová sklizně* – tento způsob využívá většinou samojízdné sklízecí stroje schopné výroby dřevní štepky přímo na poli, např. upravenou kukuřičnou rezačkou Class Jaguar nebo čelním sklízecím zařízením LWF na traktor. Štepka má vyšší vlhkost (50 %), ale je snadněji manipulovatelná a dopravovatelná. Pro spalování vlhké štepky jsou vhodná velká topeniště nad 1 MW.

Výnosy

Pro odhad výnosu nově zakládaných výmladkových plantáží topolů a vrb je možno využít v úvodu zmiňované rámcové typologie, která rozlišuje 6 kategorií zemědělských půd (BPEJ) podle vhodnosti pro pěstování RRD. Graf průběhu (očekávaného) výnosu výmladkových plantáží RRD, který byl vytvořen pro 3leté obmýtí v rámci těchto kategorií, je uveden na obr. 3. Výnos je vyjádřen v tunách vlhké (surové) biomasy při zimní sklizni (I.–III.), kdy se vlhkost biomasy pohybuje v rozmezí 48–55 % (použitý průměr je 53 %). Ekonomická životnost plantáží se odhaduje na 15–25 let, kdy výnos obvykle poklesává pod rentabilní úroveň.

Likvidace porostu

V praxi se k likvidaci výmladkové plantáže používá několik způsobů. Nejpoužívanější metoda je založena na mechanickém odstranění pařezků po sklizni. Při poslední sklizni jsou pařezky seříznuty co nejnižší od země. Následně jsou pařezky a část kořenového systému rozrušeny půdní frézou nebo případně hlubokou orbou. Vyorané zbytky kořenů a pařezků je potom vhodné stáhnout bránami na okraj, kde je možné je seštepkovat nebo nechat zetlít. Možná je také chemicko-mechanická metoda, která obvykle trvá 1 rok. Na jaře, případně v létě po poslední sklizni se provede postřik



Obr. 3 Očekávané výnosy čerstvé biomasy (53 % vody) z výmladkových plantáží RRD podle vhodnosti stanoviště

pařezu a nových prýtů vhodným arboricidem. Následně dojde k jejich odumření a k postupnému rozkládání podzemních i nadzemních částí pařízků. Příští jaro je možné pařízky odstranit podobným postupem jako u první metody.

Využití produktu

Produktem výmladkových plantáží rychle rostoucích dřevin mohou být dřevní štěpka nebo palivové dříví (polena nebo krátké kusové dřevo). Výhřevnost počítaná na hmotnost závisí zejména na jeho vlhkosti. Například při absolutní sušině je $19 \text{ GJ} \cdot \text{t}^{-1}$ a při 30% vlhkosti $12,5 \text{ GJ} \cdot \text{t}^{-1}$. Čerstvě sklizená biomasa s vlhkostí 50 % má výhřevnost okolo $9 \text{ GJ} \cdot \text{t}^{-1}$.

Využití štěpky je především v místních teplárnách a výtopenách (do 50 km). Část produkce by se také mohla uplatnit při spalování s uhlím v elektrárnách. Palivové dřevo a krátké kusové dřevo (6–7 cm) by se měly uplatnit především při samozásobitelsví palivem ve venkovských oblastech.

Ekonomickou efektivnost pěstování RRD v různých částech Ústeckého kraje je možno posoudit podle nákladových (cenových) map RRD v publikaci „**Ekonomické aspekty využívání obnovitelných zdrojů energie v Ústeckém kraji**“, která je vydávána souběžně s touto publikací.

Možnosti pěstování RRD na výsypkách Mostecké pánve

Výsypky po těžbě uhlí jsou v některých oblastech České republiky zásadním krajinným fenoménem, který se rozšířil v posledních 60 letech zvláště v oblastech s povrchovou těžbou. Celková rozloha výsypek po těžbě uhlí je odhadována na 270 km^2 . Plocha těžbou zasažená je jednou tak velká (zbytkové jámy, manipulační prostory apod.). Celkový počet výsypek odhadujeme na cca 70, sečteme-li Mostecko, Sokolovsko, Kladensko a Ostravsko. Výsypek je na Mostecku asi 150 km^2 , a to jak vnějších (zakládání mimo těžební prostory), tak vnitřních (zakládání uvnitř těžebních jam povrchových dolů, v jejich vytěžených částech). Další asi 100 km^2 představují ostatní, těžbou uhlí narušená místa.

Lesní a rychle rostoucí dřeviny jsou tradičně využívány k biologické rekultivaci výsypek. Na základě praktických zkušeností s rekultivací mosteckých výsypek je možno říci, že jejich stanovištní podmínky jsou pro růst dřevin nepříznivé a navíc značně proměnlivé v rámci malého území. Mezi nejdůležitější faktory ovlivňující růst dřevin patří klimatické poměry, nadmořská výška a složení půdního substrátu. Z hlediska dlouhodobých průměrů je Mostecko v hodnotách teploty vzduchu spíše nadprůměrné. Naopak dlouhodobé srážkové úhrny jsou v rámci ČR podprůměrné, díky srážkovému stínu Krušných hor. Nadloží a průvodní horniny uhelných slojí, ze kterých jsou sypány výsypky, jsou tvořeny miocénními sedimenty. Převládá zde šedý miocénní jíl místy proložený písky a vulkanickými pyroklasty.

Výsypky v Podkrušnohoří jsou rekultivovány tzv. zemědělskou a lesnickou rekultivací za účelem zkvalitnění ekologicko-ekonomických podmínek v dané oblasti. Pro lesnickou rekultivaci jsou poměrně často vysazovány topolové lignikultury z důvodu jejich rychlého růstu a vysoké odolnosti vůči stresovým faktorům prostředí (např. výsypky: Kaňkov, Koštany, Újezdeček, Václav, Horní Jiřetín, Braňany – Libkovice). Na sledovaných výsypkách se vyskytovaly nejčastěji odrůdy a klony následujících druhů topolů: *P. balsamifera*, *P. × berolinensis*, *P. simonii*, *P. nigra* a *P. × canadensis* (Mottl et al., 1992). Na hodnocených plochách byly zjištěny dosti rozdílné výsledky růstu vysazených topolů a příp. vrb (max. výška, tloušťka kmene, ujmavost). Tyto rozdíly mohou souviset s kvalitou sadebního materiálu, ale více jsou výsledkem vlivu nehomogenity rekultivovaného půdního horizontu a nepříznivých stanovištních podmínek (Čížek et al., 1991; Mottl et al., 1992).

Na základě hodnocení pokusu s výmladkovým pěstováním topolů a vrb pro produkci energetické biomasy na rekultivované Lochočické výsypce, prováděného VÚKOZ, v. v. i., po dobu 15 let, je možno potvrdit, že stanovištní podmínky této a zřejmě i jiných výsypek v regionu jsou jen průměrně až podprůměrně vhodné ve srovnání s pěstováním na zemědělských půdách (Weger, Bubeník, 2011). Výsadby na výsypkách vyžadovaly výrazně více péstební péče, protože topoly i vrby v pokusu měly po výsadbě v prvním 3letém obmýtí pomalé tempo růstu. K zapojení porostu a snížení potřeby odplevelování došlo až v pátém roce (2 roky po 1. sklizni). Celkově nejlepší růst měl topolový kříženec *P. nigra* × *P. simonii*, který dosáhl průměrného výnosu 5,37 t(suš) na hektar za rok po pěti sklizních při tříletém obmýtí a i po poslední sklizni vykazoval dobrou vitalitu. Většina dalších testovaných druhů topolů (*P. deltoides*, *P. trichocarpa*, *P. nigra* a jejich kříženci) a vrb (zejm. *S. alba*, *S. viminalis*, *S. × smithiana*) měla relativně nízké celkové výnosy a vysoké ztráty po 15 letech výmladkového pěstování. Ve srovnání s růstem jiných dřevin používaných pro rekultivaci na Lochočické výsypce (modřín, javory, jasany aj.) je však možno hodnotit růst topolů a vrb jako velmi dobrý. Dalším přínosem porostů RRD zjištěným v pokusu je zlepšování některých půdních charakteristik – např. obsah humusu se v povrchové vrstvě zvýšil cca o 1,5 % za rok.

Topoly, respektive vybrané klony, je proto možné doporučit k lesnické rekultivaci výsypek s cílem tvorby primární stromové vegetace, příznivého porostního klimatu a zkvalitnění půdy (zvýšení obsahu humusu). Podle cíle rekultivace je možno doporučené topoly pěstovat výmladkovým způsobem v obmýtí 3–5 let nebo jako lignikulturu s obmýtím a životností porostu 15–20 let.

Ekonomika

Cena biomasy (dřevní štěpky) k energetickému využití, která je u nás zatím získávána převážně z lesních těžebních zbytků, v posledních letech roste vlivem rostoucí poptávky doma i v zahraničí a v současnosti se pohybuje v rozmezí 1 000–1 300 Kč/t surové (vlhké) biomasy podle typu a regionu.

Podle hodnocení ekonomiky výmladkových plantáží RRD a při současných cenách biomasy lze odhadnout, že se rentabilní výnos pohybuje okolo 8–9 t(suš.)/ha/rok, což odpovídá přibližně výnosům dosažitelným na průměrně až nadprůměrně příznivých stanovištích dle rámcové typologie

půd. Předpokladem je využití mechanizované výsadby, dobré pěstební péče a jednofázové sklizně pomocí sklízecího stroje a dotací SAPs (TopUp). S ohledem na vysoké vstupní náklady na založení výmladkových plantáží RRD (45–65 tis. Kč) je ovšem návratnost počáteční investice možno očekávat mezi druhou až třetí sklizní (6.–9. rok).

Podrobnější analýza ekonomiky pěstování biomasy je uvedena v publikaci „**Ekonomické aspekty využívání obnovitelných zdrojů energie v Ústeckém kraji**“, která je vydávána souběžně s touto publikací.

POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA

Obecná

- Bažant, V., Janeček, V. (2011): Vliv klimatických faktorů na přírůsty dřevin výsypkových stanovišť mostecké pánve. *Úroda*, vědecká příloha, s. 716–725.
- Čížek, V. et al. (1991): Návrh systému zeleně pro imisní, těžební a průmyslové oblasti. Závěrečná zpráva dílčího úkolu, Průhonice, VÚOZ, 21 s.
- Havlíčková, K. a kol. (2008): Rostlinná biomasa jako zdroj energie. Průhonice, VÚKOZ, v. v. i., 83 s.
- Kára, J., Stražil, Z., Hutla P., Usták, S. (2005): Energetické rostliny, technologie pro pěstování a využití. Praha, VÚZT, 81 s.
- Kavka, M. a kol. (2006): Normativy zemědělských výrobních technologií. Pěstební a chovatelské technologie a normativní kalkulace (práce, materiál, energie, náklady, tržby, příspěvek na úhradu fixních nákladů). Praha, ÚZPI, 376 s.
- Mottl, J. et al. (1992): Využití topolů při rekonstrukci krajiny Severočeské hnědouhelné pánve narušené těžbou uhlí a průmyslovými emisemi. Závěrečná zpráva, Průhonice, VÚOZ, 22 s.
- Pastorek, Z., Kára, J., Jevič, P. (2004): Biomasa. Obnovitelný zdroj energie. Praha, Fcc Public, 286 s.
- Petřík, M. a kol. (1987): Intenzivní pícninářství. Praha, SZN, 473 s.
- Petříková, V. a kol. (2006): Energetické plodiny. Praha, Profi Press, 127 s.
- Řehounek, J., Řehouňková, K., Prach, K. [eds.] (2010): Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. České Budějovice, Calla, 172 s.
- Šantrůček, J. a kol. (2007): Encyklopedie pícninářství. Praha, ČZU, 157 s.

Čirok

- Hermuth, J. (2010). Čirok – znovu vzkříšená plodina v ČR. *Agromanuál*, roč. 5, s. 62–65.
- Stražil, Z. (1999): Energetické rostliny - 2 - Čirok. *Biom*, č. 6, s. 8.
- Mansfeld, R. (1952): Zur Systematik und Nomenklatur der Hirsens. *Der Züchter*, vol. 22, no. 10–11, p. 304–315.

Konopí

- Široká, M. (2009): Konopí seté – energetická a průmyslová plodina třetího tisíciletí. *Biom.cz* [online] [cit. 2012-08-01]. Dostupné z [www: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/konopi-sete-energiticka-a-prumyslova-plodina-tretiho-tisicileti>](http://biom.cz/cz/odborne-clanky/konopi-sete-energiticka-a-prumyslova-plodina-tretiho-tisicileti).

Kukuřice

- Diviš, J. (2011): Produkce kukuřice k energetickým účelům. *Acta Pruhoniana*, č. 97, s. 27–31.
- Diviš, J., Kajan, M. (2009): Energie využitelná z kukuřice. *Úroda*, roč. LVII, č. 8, s. 26–28.
- Petříková, V. (2008): Biomasa pro plynové stanice zemědělského typu. *Úroda*, roč. LVI, č. 9, s. 92.

Ozdobnice

- Strašil, Z. (2009): Základy pěstování a možnosti využití ozdobnice (*Miscanthus*). Metodika pro praxi. Praha, VÚRV, 48 s.
- Walsh, M., Jones, M. B. [eds.] (2001): *Miscanthus* for energy and fibre. London, James & James, 192 p.

Rychle rostoucí dřeviny (RRD)

- Weger, J. (2008): Výnos vybraných klonů vrb a topolů po 9 letech výmladkového pěstování. Acta Pruhoniana, č. 89, s. 5–10.
- Weger, J. (2009): Hodnocení vlivu délky sklizňového cyklu výmladkové plantáže na produkční a růstové charakteristiky topolového klonu Max-4 (*Populus nigra* L. × *P. maximowiczii* Henry). Acta Pruhoniana, č. 92, s. 5–11.
- Weger, J., Bubeník, J., Dubský, M. (2010): Hodnocení vlivu hnojení na růst a výnos klonů vrb a topolů v prvních čtyřech letech pěstování. Acta Pruhoniana, č. 94, s. 13–20.
- Weger, J., Bubeník, J. (2011): Hodnocení produkce biomasy topolů a vrb na Lochočické výsypce po 15 letech výmladkového pěstování. Acta Pruhoniana, č. 99, s. 73–83.

Trávy

- Fiala, J., Tichý, V. (1994): Produkční schopnost a vytrvalost pícních odrůd trav v monokulturách. Rostl. Výr., roč. 40, č. 11, s. 1005–1014.
- Strašil, Z., Kohoutek, A., Diviš, J., Kajan, M., Moudrý, J., Moudrý, J. jr. (2011): Trávy jako energetická surovina. Certifikovaná metodika pro praxi. Praha, VÚRV, 36 s.
- Frydrych, J., Cagaš, B., Machač, J. (2001): Energetické využití některých travních druhů. Zemědělské informace, ÚZPI, č. 23, 35 s.
- Šantrůček, J., Svobodová, M., Štráfelda, J., Veselá, M. (1995): Základy pěstování víceletých pícnin na orné půdě. Praha, Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR, 32 s.

Šťovík krmný

- Usták, S. (2007): Pěstování a využití šťovíku krmného v podmínkách České republiky. Metodika pro praxi. Praha, VÚRV, 32 s.
- Kára, J. (2008): Využití krmného šťovíku pro výrobu bioplynu. Energie 21, roč.1, č. 1, s. 14–18.



Obr. 1 Rostliny kukuřice (*Zea mays* L.) s palicemi



Obr. 2 Porost kukuřice určené na výrobu bioplynu



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



Obr. 4 Konopí seté – detail květu



Obr. 5 Sečení konopí



Obr. 6 Porost čiroku 'Hyso' v době dozrávání semen na podzim



Obr. 7 Čirok zrnový



Obr. 8 Porost čiroku cukrového na podzim



Obr. 9 Ozdobnice obrovská (*Miscanthus x giganteus*) ve vegetaci



Obr. 10 Ozdobnice obrovská (*Miscanthus x giganteus*) před zimní sklizní



Obr. 11 Vrcházející ozdobnice obrovská (*Miscanthus × giganteus*) a silný listový opad z minulé sezóny



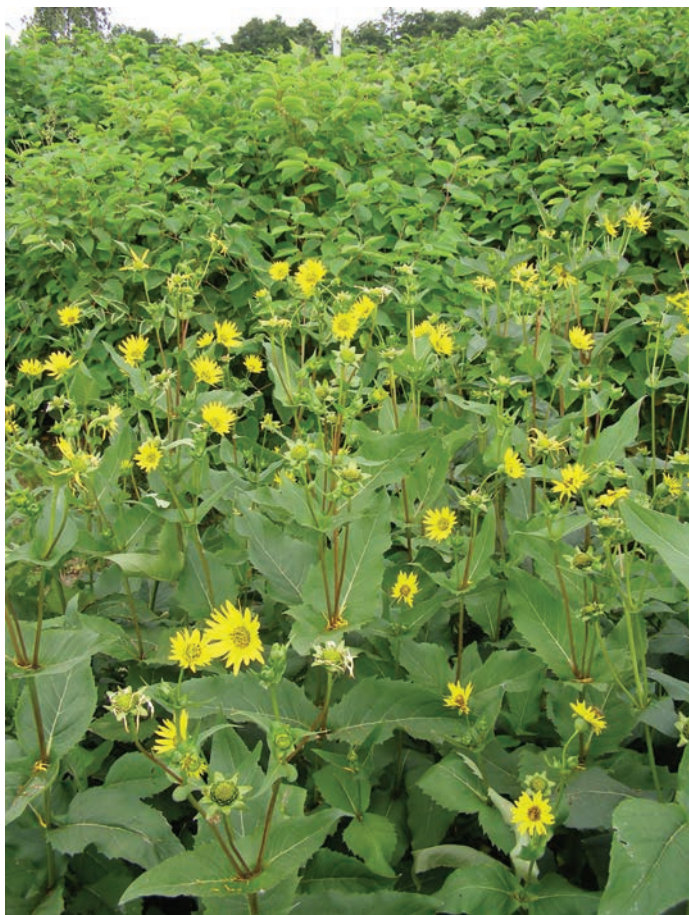
Obr. 12 Ozdobnice obrovská ke konci vegetačního období



Obr. 13 Šťovík 'Schavnat' – Rumex OK2 před sklizní



Obr. 14 Šťovík 'Schavnat' – Rumex OK2 –
vpředu listové růžice, vzadu dozrávající stonky



Obr. 15 Porost mužáku prorostlého
(*Silphium perfoliatum* L.)



Obr. 16 Sklizeň mužáku prorostlého



Obr. 17 Lesknice (chrastice) rákosovitá (*Phalaris arundinacea*) ve vegetaci



Obr. 18 Lesknice (chrastice) rákosovitá – detail rostliny



Obr. 19 Porost lesknice (chrastice) rákosovité na konci letního období (po vypadání semen z klasu)



Obr. 20 Detail porostu lesknice v říjnu s typickými novými listy v paždí stonků (nevýhoda pro přímé spalování)



Obr. 21 Lesknice (chrastice) rákosovitá na jaře před sklizní



Obr. 22 Kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea* Schreb.)



Obr. 23 Kostrava rákosovitá – detail rostliny



Obr. 24 Kostrava rákosovitá – detail květenství



Obr. 25 Matečnice RRD (topolů) s nízkou hlavou a odebranými jednoletými pruty pro výrobu řízků



Obr. 26 Matečnice RRD (topolů) s vysokou hlavou



Obr. 27 Řízky vrby připravené k výsadbě (ve vodní lázni min. 2 dny)



Obr. 28 Obrázení vrby košíkářské (S-337) z pařezu po 2. sklizni (3leté obmýti, 7. rok). Je patrné drobné poškození okusem



Obr. 29 Topol J-105 čtyři měsíce po výsadbě



Obr. 30 Výmladková plantáž topolu J-105 (tzv. japonský topol) ve věku 16 let, tříleté kmeny



Obr. 31 Sklizeň výmladkové plantáže vrb – odrůda Tora, první sklizeň, 3 leté kmeny



Obr. 32 Rušení plantáže RRD půdní frézou

Vydává: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., Průhonice
Květnové nám. 391, 252 43 Průhonice

Odpovědný redaktor: Doc. Ing. Ivo Tábora, CSc. – (tabora@vukoz.cz)

Grafická úprava a sazba: Mária Táboraová

Náklad: 40 ks

Sazba provedena v Adobe InDesignu písmem Adobe Garamond Pro