



národní
úložiště
šedé
literatury

Základy pěstování a možnosti využití ozdobnice (Miscanthus)

Stražil, Zdeněk
2009

Dostupný z <http://www.nusl.cz/ntk/nusl-123821>

Dílo je chráněno podle autorského zákona č. 121/2000 Sb.

Tento dokument byl stažen z Národního úložiště šedé literatury (NUŠL).

Datum stažení: 27.07.2024

Další dokumenty můžete najít prostřednictvím vyhledávacího rozhraní nusl.cz .



Zdeněk Stražil

Základy pěstování a možnosti využití ozdobnice (*Miscanthus*)

METODIKA PRO PRAXI



Výzkumný ústav
rostlinné výroby, v.v.i.

2009

Metodika vznikla za finanční podpory MŠMT a je výstupem řešení projektu 2B06131 „Nepotravinářské využití biomasy v energetice“

© Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha 6 - Ruzyně, 2009
ISBN 978-80-7427-006-2

Zdeněk Stražil

**Základy pěstování a možnosti využití
ozdobnice (*Miscanthus*)**

METODIKA PRO PRAXI

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

Praha 6 - Ruzyně

2009

Základy pěstování a možnosti využití ozdobnice (*Miscanthus*)

Metodika vychází z vlastních i zahraničních zkušeností s pěstováním ozdobnice. Metodika uvádí komplexní pohled na botanickou charakteristiku rostliny, nároky rostliny na stanoviště, agrotechniku včetně hnojení, zakládání porostu, ochranu rostlin až po sklizeň a posklizňové ošetření. Je uveden přehled hlavních možností využití ozdobnice.

Principles of cultivation and possibilities of utilization of *Miscanthus*

Methodics is based on own and external experience with growing of miscanthus. Methodics presents overview on botanical characteristics of the plant, requirements of the plant on site conditions, farming techniques including fertilization, crop establishment, plant protection till harvest and postharvest treatment. The survey of main possibilities of utilization of miscanthus is presented.

Oponenti:

Ing. Jan Frydrych

OSEVA PRO s.r.o. Výzkumná stanice travinářská Rožnov – Zubří

Ing. Jan Bednár

MZe ČR

Metodika je určena zemědělcům a zemědělským poradcům.

Metodika byla schválena Ministerstvem zemědělství ČR – odborem ekologického zemědělství a obnovitelných zdrojů energie pod č.j. 39237/2009-18120

Ministerstvo zemědělství doporučuje tuto metodiku pro využití v praxi.

Obsah

Cíl metodiky	4
Vlastní popis metodiky	4
Srovnání novosti postupů	4
Popis uplatnění metodiky	4
Úvod	4
Původ, rozšíření a taxonomie rodu	5
Botanická charakteristika	9
Nároky na stanoviště	9
Druhy, rozmnožování a šlechtění	11
Zařazení do osevního postupu	14
Hnojení	14
Pěstební technologie (Agrotechnika)	16
Založení porostu	16
Hustota porostu	18
Ochrana rostlin	19
Sklizeň a posklizňové ošetření	20
Dosoušení a skladování	22
Výnosy fytomasy	23
Vliv hnojení na výnosy fytomasy	25
Vliv závlahy a hnojení na výnosy fytomasy	26
Ztráty fytomasy přes zimní období	27
Likvidace porostu	28
Využití plodiny	28
Produkce energie	28
Výroba buničiny	31
Další možnosti využití ozdobnice	32
Ekologické aspekty	33
Problematika příjmu těžkých kovů	33
Ekonomické hodnocení	34
Energetické bilance	37
Závěr	39
Perspektivy a nevýhody pěstování	39
Prvotní doporučení pro pěstitele ozdobnice v České republice	40
Poděkování	43
Literatura	43
Seznam použité související literatury	43
Souhrn publikací, které předcházely metodice	48

Cíl metodiky

Cílem metodiky je informovat odbornou veřejnost a zemědělskou praxi o možnostech pěstování a nárocích ozdobnice, navrhnout racionální technologie pěstování a poukázat na možnosti využití této alternativní plodiny se zřetelem na energetické a průmyslové účely.

Vlastní popis metodiky

Metodika uvádí komplexní pohled na botanickou charakteristiku rostliny, nároky rostliny na stanoviště, šlechtění a druhy (kultivary a hybridy), osevni postup, zakládání porostu, agrotechniku včetně hnojení, ochranu rostlin až po možnosti sklizně a posklizňové ošetření. Dále jsou uvedeny výnosy fyto-masy v závislosti na různých faktorech, posklizňové ošetření, likvidace porostu, využití plodiny, ekonomika a vliv pěstování plodiny na životní prostředí. Metodika respektuje pravidla správné agronomické praxe, ochranu životního prostředí a zabývá se možnostmi využití produkce. Poznatky jsou čerpány jednak z vlastního výzkumu a sledování plodiny, jednak z výzkumu institucí a vědeckých pracovišť rozmístěných po celé Evropě.

Srovnání novosti postupů

Dosud nebyla zpracována komplexní metodika pro pěstování ozdobnice v ČR. Proto byla vypracována tato nová metodika, která zahrnuje celkový komplexní pohled na problematiku a uvádí nejnovější poznatky od botanické charakteristiky ozdobnice až po možnosti jejího využití. Nové možnosti na využití ozdobnice jsou také možné v souvislosti s rozvojem moderních technologií ve zpracovatelském průmyslu.

Popis uplatnění metodiky

Metodika zahrnuje komplexní pohled na uváděnou problematiku a obsahuje nejnovější údaje z výzkumu, které mohou sloužit nejen zemědělské praxi při pěstování ozdobnice, ale také může posloužit jako vhodný materiál pro výuku na středních školách nebo univerzitách se zemědělským zaměřením nebo jako podklad pro zemědělské poradce.

Úvod

Perspektiva vyčerpání fosilních surovin urychlila hledání nových alternativních zdrojů surovin pro průmyslové a energetické využití.

Dalším podnětem jsou rovněž stanovené indikativní cíle EU pro oblast obnovitelných zdrojů energie, které mimo jiné předpokládají, že OZE budou do roku 2020 zajišťovat 20 % celkové potřeby energie v rámci EU. Z těchto obnovitelných zdrojů by měla mít nezastupitelný podíl energie pocházející z biomasy.

Jednou z rostlin, na kterou byla zaměřena pozornost z hlediska nepotravinového a energetického využití, je ozdobnice (*Miscanthus*).

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.

Za příznivých pěstitelských podmínek může ozdobnice poskytovat přes 30 tun 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.

Ozdobnici lze obecně charakterizovat jako vytrvalou travu vysokého vzrůstu typu přeměny uhlíku C₄, dosahující za příznivých podmínek přes 30 tun výnosu sušiny, která 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 ozdobná rostlina. Ozdobnice je slibná plodina určená pro nepotravinové využití dávající vysoce kvalitní lignocelulotický materiál využitelný v energetice nebo při výrobě vláken.

Původ, rozšíření a taxonomie rodu

Rod *Miscanthus* je přirozeně rozšířen převážně v tropických a mírných oblastech. Podle GRIN/NPGS taxonomických informací <http://www.ars-grin.gov/> zahrnuje rod *Miscanthus* celkem 33 druhů. Níže je uvedeno rozšíření některých druhů ozdobnice.

Druh: *Miscanthus capensis* (Nees) Andersson

Původní přirozené rozšíření je v Africe: Lesotho; Jižní Afrika - Kapská provincie, Natal, Svobodný oraňský stát; Svazijsko

Druh: *Miscanthus floridulus* (Labill.) Warb. ex K. Schum. & Lauterb.

Přirozeně se vyskytuje:

- a) v mírných oblastech Asie: Čína; Japonsko - Honšú, Kjúšú; Rjukju, Šikoku; Tchaj-wan
- b) v tropických oblastech Asie: : Indočína; Indonésie - Jáva; Malajsie; Filipíny
- c) v pacifické oblasti: Fidži; Francouzská Polynésie

Druh: *Miscanthus junceus* (Stapf) Pilg.

Původní rozšíření je v Africe: Angola [možná]; Botswana; Lesotho; Mosambik [možná]; Namibie; Jižní Afrika – Kapská provincie, Natal, Transvaal; Svazijsko; Zambie [snad]; Zimbabwe [snad]

Druh: *Miscanthus nepalensis* (Trin.) Hack.

Přirozeně se vyskytuje a) v mírných oblastech Asie: Čína [severozápad?]

b) v tropické Asii: Bhutan; Indie; Myanmar; Nepál

Druh: *Miscanthus sacchariflorus* (Maxim.) Benth.

Přirozený výskyt v mírných oblastech Asie: Čína; Japonsko - Hokkaidó, Honšú, Kjúšú, Šikoku; Korea; Ruská federace - Amur, Přímoří

Druh: *Miscanthus sinensis* Andersson

Přirozeně se vyskytuje a) v mírných oblastech Asie:

a) Čína; Japonsko [všude]; Korea; Ruská federace - Kurilské ostrovy, Přímoří, Sachalin; Tchaj-wan

b) v tropických oblastech Asie: Indonésie - Celebes; Filipíny

Druh: *Miscanthus sinensis* Andersson subsp. *sinensis*

Přirozeně se vyskytuje v mírné oblasti Asie: Čína; Gruzínsko; Japonsko; Korea; Ruská federace - Přímoří, Sachalin

Druh: *Miscanthus sinensis* Andersson var. *formosanus* Hack.

Přirozeně se vyskytuje v mírné oblasti Asie: Tchaj-wan

Druh: *Miscanthus violaceus* (K. Schum.) Pilg.

Přirozeně se vyskytuje v Africe: Burundi; Keňa; Tanzanie; Uganda; Zaire; Zambie

O rozšíření ozdobnice v Čínské oblasti Yunchen pojednává např. Qingguo (1997).

Ozdobnice je ve světě známa i pod dalšími názvy jako:

- eulalia (zdroj: World Econ Pl)
- miscanthus (zdroj: World Econ Pl)
- zebra grass (zdroj: Hortus 3)
- Schilfgras (zdroj: Dict Rehm) [německy]

U ozdobnice se vyskytují také další synonyma:

- *Eulalia japonica* Trin.
- *Miscanthus sinensis* f. *glaber* Honda
- *Miscanthus sinensis* var. *gracillimus* Hitchc.
- *Miscanthus sinensis* var. *variegatus* Beal
- *Miscanthus sinensis* var. *zebrinus* Beal
- *Saccharum japonicum* Thunb.

Z uvedených druhů pouze *M. tinctorius*, *M. sinensis* a *M. sacchariflorus* jsou hlavně využívány pro produkci fyto-masy a průmyslové využití. Největší rozšíření a v současné době asi i největší význam a využití *Miscanthus sinensis* Andersson. Z hlediska rajonizace je *M. sinensis* nejvhodnější pro severní Evropu, *M. x giganteus* pro střední Evropu a *M. sacchariflorus* vyžadující teplejší podmínky pro jižní Evropu (hlavně pro středomoří). *M. sacchariflorus* je di- nebo tetraploidní ($2n=4x=76$), *M. sinensis* je diploidní ($2n=2x=38$). Nejvíce pěstovaný klon v Evropě *M. x giganteus* J.M.Greef & Deuter je sterilní triploidní hybrid ($2n=3x=57$) mezi diploidním *M. sinensis* a tetraploidním *M. sacchariflorus*. Rostliny ozdobnice (*Miscanthus x giganteus*) v různých fázích růstu ukazují obr. 1-6. Z uvedených druhů je nejagresivnější *M. sacchariflorus*. Jeho oddenky se nejintenzivněji rozrůstají obdobně jako u křídlatek. Klony *M. sinensis* jsou neutrální k délce dne a i v Evropě relativně snadno kvetou. *M. x giganteus* kvete vzácně v severních oblastech Evropy.

Pro pěstování bez rizik nechtěného šíření rostlin do krajiny můžeme doporučit klon *M x 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. V metodice je hlavně pojednáváno o tomto klonu.

U druhu *Miscanthus sinensis* bylo u některých klonů v našich podmínkách pozorováno dozrávání semen a následné spontánní šíření se 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. Tomuto jevu je třeba věnovat ve výzkumu do budoucna větší pozornost.

Do současné doby bylo vyšlechtěno velké množství klonů ozdobnice. Není jednoduché rozlišit jednotlivé klony od sebe. Na rozlišení se používá několik metod. Jednou

z nich je morfologické měření vybraných charakteristik rostlin. Toto měření není přesné, neboť stanoví pouze rozdíly ve fenotypu.

Molekulární metody dovolují stanovení rozdílů na úrovni DNA. Prvním krokem jakékoli molekulární metody je extrakce DNA. Izolovaná DNA může být skladovaná zamražená dlouhou dobu (i několik let). Nejlepší možnou metodou měření genetické diverzity je stanovení sekvence DNA. Naneštěstí je tato metoda časově náročná a drahá. Jako alternativní metody pro stanovení polymorfizmu lze použít metody využívající PCR např. AFLP nebo SSR. V současné době se v rámci studia rodu *Miscanthus* tyto uvedené metody používají a umožňují stanovení vnitřních vztahů a charakterizaci genetických změn které vedou k rozlišení genetických zdrojů ozdobnice.

Novými kultivary ozdobnice se zabývali např. Appel-Hotz a kol. (1998). Jednotlivé klony ozdobnice se od sebe také rozlišují biochemickými markery (Wuehlisch, 1997). Deuter, Abraham (1998) udávají, že firma TINPLAN (SRN) shromáždila velkou kolekci genotypů ozdobnice, která čítá více než 800 genotypů z Evropy, Japonska a Číny, a že má vyvinuty programy pro vyhodnocení a selekci klonů s vysokou výnosností fytomasy.

Obr. 1. Sazenice ozdobnice (*Miscanthus x giganteus*) vypěstované z tkáňových kultur.



Obr. 2. Rašení ozdobnice (stav porostu začátkem května).



Obr. 3. Porost ozdobnice v době konce největšího nárůstu fytomasy (začátek září).



Obr. 4. Porost ozdobnice po zimním období na jaře (březen).



Obr. 5. Kvetoucí lata ozdobnice (*Miscanthus x giganteus*).

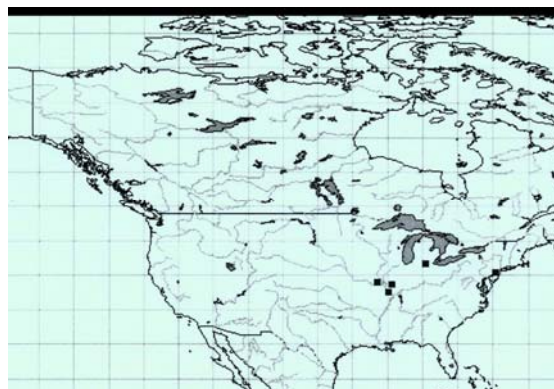
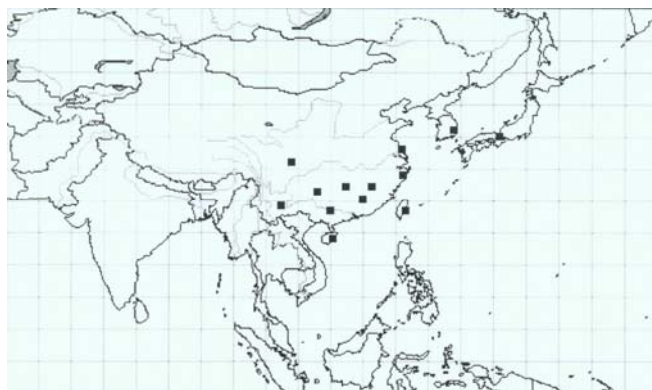


Obr. 6. Opad listů (mulč) – stav porostu ozdobnice po sklizni v březnu čtvrtým rokem po založení porostu.



Původní domovinou ozdobnice je východní Asie (jižní Kurily, východní část Ruska, Čína-Madžursko), dále Tajwan, Korea, Thajsko, Polynésie, Indonézie – Celebes, Filipíny. Obecně se tedy přirozeně vyskytuje v mírných a tropických oblastech Asie. Výskyt ozdobnice ve východní Asii je uveden na přiložené mapce. V současné době je ozdobnice naturalizovaná všude po celém světě. Výskyt ozdobnice čínské v USA je uveden na přiložené mapce.

Obr. 7. Mapy rozšíření ozdobnice v Asii a Americe (*Miscanthus sinensis* Andersson) - podle Missouri Botanical Garden.



Do Evropy byla ozdobnice poprvé dovezena z její domoviny (kde se v určitém rozsahu používala jako krmná plodina, nebo na výsadby při protierozní ochraně) v roce 1935 do Dánska (El Bassam, 1994). Přivezený klon se vyznačoval mimořádnou vzrůstností a byl proto označován jako *Miscanthus sinensis* „Giganteus“. Z tohoto původního klonu pochází převážná většina současných druhů používaných v Evropě. Všechny druhy ozdobnice pěstované v Evropě se dříve využívaly jako ozdobné rostliny. V minulém století byly zahájeny pokusy s jejím plošným pěstováním pro technické účely. Např. v SRN byla poprvé v roce 1983 založena jednohektarová plocha v blízkosti Magdeburgu (El Bassam, 1994). V roce 1983 bylo také zahájeno pěstování ozdobnice v Dánsku, které bylo spojeno s intenzivní výzkumnou činností.

V současné době je v Evropě vysázeno asi 500 ha ozdobnice, z toho asi 80 % této výměry se nalézá v Německu a Nizozemí. V současné době polní pokusy s touto rostlinou probíhají skoro ve všech zemích EU. Do naší republiky byla ozdobnice pro výzkumné účely poprvé přivezena v roce 1990 Ing. V. Petříkovou, DrSc.. S výzkumem a ověřováním ozdobnice v širším měřítku bylo ve VÚRV Praha-Ruzyně započato od roku 1994 (Stražil, 1999). V Evropě byla v roce 1996 založena pracovní skupina 21 organizací ze 13 států Evropy, které zahrnují organizace zemědělské, vědecké a průmyslové zabývající se problematikou pěstování a využití ozdobnice. Tato skupina zpracovala publikaci, která podává informace jak o uvedených organizacích tak o samotné ozdobnici (Walsh, Mc Carthy, 1998).

Botanická charakteristika

Ozdobnice se botanicky řadí do třídy jednoděložné (*Monoxyledonae*), čeledi lipnicovité (*Poaceae*), tribus vousatkovité (*Andropogoneae*). Ozdobnice je vytrvalá rostlina typu C_4 . Stébla jsou pevná dřevnatějící u *Miscanthus x giganteus* vysoká přes 3 metry. Latu má širokou, okolkatě 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 (viz obr. 5). *Miscanthus x 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 až 4 roky na to, aby dosáhla plné zralosti.

Kořenový systém ozdobnice v prvním roce narůstá až do září, kdy dosahuje více než $1,2 \text{ km/m}^3$. V druhém roce byly zjištěny hodnoty od 2,4 do $4,5 \text{ km/m}^3$. I když kořeny ozdobnice rostou hlouběji než do 1 metru, maximální hustota kořenů byla zjištěna v orniční vrstvě. Prvním rokem ozdobnice vytváří více hmoty v půdě než nad jejím povrchem. V podmínkách Anglie zjistil Bullard (1994) u ozdobnice založené na jaře roku 1993, že podzemní hmota při konečném termínu sklizně (únor 1994) je 68 % resp. 54 % (při hustotě rostlin 4 resp. 1,75 rostlin na metr čtverečný) v porovnání s nadzemní hmotou.

Neukirchen a kol. (1999) uvádí, že ozdobnice v orniční vrstvě 0 - 0,3 m obsahuje 28 % kořenové biomasy, zatímco téměř polovina kořenů byla zjištěna v půdní vrstvě hlubší než 0,9 m. Celková hmotnost sušiny kořenů do hloubky 1,8 m rostla od května 1994 (10,6 t/ha) do listopadu 1994 (13,4 t/ha) a potom opět klesla do května 1995 (11,5 t/ha). Výnosy kořenů a rhizomů do hloubky 0,23 m stanovovali každoročně (Riche, Christian, 2001). Výnosy rhizomů rostly od 1,4 t/ha v prvním roce po založení porostu do 11,4 t/ha v sedmém roce po založení porostu. Na rozdíl od kořenů se oddenky (rhizomy) ozdobnice vyskytují pouze v povrchové vrstvě půdy. Hansen a kol. (2004) uvádějí, že se vyskytují pouze v povrchové vrstvě maximálně do hloubky 20 cm.

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 plevely (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.

U ozdobnice jsou kladeny vyšší nároky na klimatické podmínky než na půdu. Předpokladem vysokých výnosů fytomasy jsou, kromě vysokého množství srážek, vyšší teploty vzduchu v průběhu vegetační doby, tj. od konce května do konce září. Přesto je ozdobnice, podle literatury, méně náročná na teplotu než např. čirok. Snáší i mírný polostín.

Většina rostlin typu C₄ je neschopná fotosyntézy pod 12 °C. Z pokusů s ozdobnicí vyplynulo, že listy ozdobnice měly při 12 °C stejnou fotosyntetickou kapacitu jako u rostlin pěstovaných při 25 °C (Long, 1999). Pěstování ozdobnice při 8 °C mělo za následek redukcí fotosyntetické kapacity o 50 %. Z těchto výsledků vyplývá, že práh redukce fotosyntetické aktivity ozdobnice leží mezi 8 a 12 °C. To znamená, že ozdobnice je lépe adaptována na nižší teploty než většina druhů C₄ pěstovaných ve střední a severní Evropě.




V tabulce 1 a obr. 8 je uvedena předběžná rajonizace ozdobnice čínské v podmínkách ČR. V následujícím obr. 8 je uvedena hrubá vhodnost pěstování ozdobnice v podmínkách ČR.


Tab. 1. Návrh rámcové typologie stanovišť (HPKJ) pro pěstební rajonizaci *Miscanthus x giganteus* pro podmínky ČR.

KR/HPJ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
0																																	
1																																	
2																																	
3																																	
4																																	
5																																	
6																																	
7																																	
8																																	
9																																	

KR/HPJ	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	
0																																	
1																																	
2																																	
3																																	
4																																	
5																																	
6																																	
7																																	
8																																	
9																																	

Poznámky: výnosy sušiny fytomasy (t/ha) vhodnost stanoviště

	> 14	Velmi příznivá až optimální stanoviště
	11 ± 2	Průměrně příznivá stanoviště
	< 7	Nepříznivá stanoviště

 neexistující a nevhodné BPEJ v daných klimatických regionech

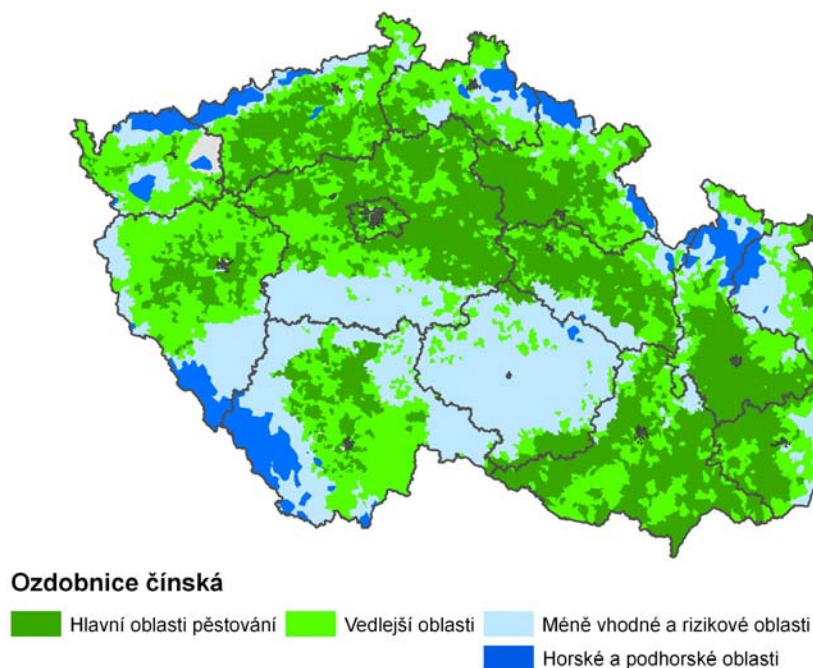
PH půdy je optimální v rozmezí 5,5 až 6,5. Při pH nad 7,0 byly pozorovány výnosové deprese. Plodina dobře hospodáří s vodou, neboť její koeficient transpirace je kolem 250 litrů na kg sušiny. Jacks-Stereenberg (1995) udává koeficient transpirace pro *M. x giganteus* 250-340 litrů/kg sušiny. Tento koeficient zařazuje ozdobnici mezi čiroky (200) a kukuřici (300). Pro srovnání např. pšenice má koeficient transpirace 540 nebo vojtěška 840 (Čvančara, 1962). Přesto pro dosažení 40 tun sušiny ozdobnice z hektaru je teoreticky potřeba cca 1 000 mm srážek. Všechny druhy ozdobnice raší poměrně pozdě koncem dubna. V polních pokusech v Praze-Ruzyni začala rašit ozdobnice (*Miscanthus x giganteus*) v závislosti na průběhu počasí v jednotlivých letech od 15. dubna do 3. května.

V SRN sledovali na 12 stanovištích (Schwarz a kol., 1994) jak výnosy fytomasy ozdobnice ovlivňují teploty vzduchu během vegetace. Výnosy fytomasy byly redukovány pokud průměrné měsíční teploty vzduchu od května do října byly menší než 13,5 °C, zatímco

větších výnosů se dosáhlo při průměrných teplotách vzduchu vyšších než 15 °C a srážkách vyšších než 400 mm.

Ozdobnice při víceletém pěstování zlepšuje některé půdní vlastnosti. Efekt čtyř až desetiletého pěstování ozdobnice na některé půdní vlastnosti byl sledován např. v SRN (Kahle a kol., 2002). Půda po dlouholetém pěstování ozdobnice vykazovala vyšší obsah organického uhlíku C_{org} (+0,29 %), celkového dusíku N_t (+0,03 %) a nárůst půdní organické hmoty SOM (+15,5 t/ha) oproti výchozímu stavu. Je to způsobeno vysokým opadem listů a bohatým kořenovým systémem.

Obr. 8. Hrubé vymezení vhodnosti pěstování ozdobnice (*M. x giganteus*) v podmínkách ČR.



Druhy, rozmnožování a šlechtění

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 *M. sinensis*. K tomuto druhu patří například: Giraffe, Goliath, Gracilimus, Grosse Fontäne, Flammenmeer, China, Kaskade, Malepartus, Morninglight, Poseidon, Pünktchen, Roland, Silberfeder, Silberspine, Silberturm, Spätgrün, Undine, Wetterfahne apod. Uvedené odrůdy byly ověřovány v polních podmínkách. Mezi nejvýnosnější patří Silberfeder, Pünktchen, Poseidon, Silberspine, Goliath.

Tyto nové odrůdy dělí Clifton-Brown a kol. (2001) do čtyř skupin. Výše uvedené evropské odrůdy však mají nevýhodu, že netvoří většinou zralá semena. Odrůdy se množí buď rhizomy (kořenovými oddenky) dlouhými minimálně 3-4 cm, lépe kolem 10 cm dlouhými, z kterých se rostliny lépe ujímají (Schwarz a kol., 1998) nebo tkáňovými (meristematičtými) kulturami nebo embryogenezí (pěstování *in vitro*) a regenerované rostliny se dopěstovávají na sazenice.

Nabízí se otázka, který z uvedených způsobů rozmnožování ozdobnice je vhodnější pro přezimování založených porostů. Podle Hotze a kol. (1997) přežilo v průměru různých stanovišť u rostlin z tkáňových kultur zimní období 1996/97 jen 79,6 % rostlin v porovnání s 95,5 % rostlinami založenými z rhizomů. Také Schwarz a kol. (1998) uvádí lepší přezimovací schopnost v prvním roce rostlin ozdobnice založených z oddenků.

U ozdobnice se ověřovala tvorba meristémů z různých částí: apikální meristémy, mladé části listů nebo kořenů, nezralé klasy, zralá květenství, listové explantáty apod. na různých médiích (Petersen a kol., 1999; Gawel a kol., 1990; Holme a kol., 1997; Petersen, 1997; Lewandovski, Kanth, 1993; Holme, Petersen, 1996; Tóth, Wagner, 1997). Nejlepších výsledků se dosáhlo při použití apikálních meristémů.

Pozdní mrazíky mohou podle našich sledování vyrašené prýty poškodit nebo úplně zničit. Příkladem může být rok 2005, kdy na stanovišti v Ruzyni byly první vyrašené výhony ozdobnice (*M. x giganteus*) zcela zničeny mrazy, které následovaly po sobě během několika dní počátkem třetí dekády dubna, kdy byla část prýtů ozdobnice již vyrašena, a dosahovaly až $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (viz obr. 9). Ozdobnice v této době tříletá ale opět obrazila z později rašících pupenů a nakonec dala uspokojivý výnos fyto-masy.

Obr. 9. Zničení prvních výhonů ozdobnice mrazy na jaře na začátku třetí dekády v dubnu.



Odolnost proti mrazu u ozdobnice ověřoval v exaktních laboratorních podmínkách (růstová komora) Ziegenhogen (1994). Mráz v období tvorby výhonků -2 až $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ viditelně nepoškozoval stonky ani listy pokusných rostlin, ale způsoboval měřitelné růstové deprese v porovnání s kontrolními rostlinami. Viditelné poškození stonků a listů bylo patrné při teplotách pod $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kompletní poškození bylo pozorováno při teplotách pod $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Přesto potom byla pozorována regenerace z rhizomů v období následujícím po mrazovém ošetření.

V našich polních pokusech (Stražil, 1999) bylo přezimování slabých sazenic ozdobnice (*Miscanthus x giganteus*) v prvním roce na teplejších stanovištích v Troubsku a Ruzyni relativně dobré. Od vysazení přes první zimní období 1994/95 jsme zjistili v Ruzyni i Troubsku ztráty 13 % vysazených sazenic. 13 % ztráty přes zimní období v Ruzyni a Troubsku nebyly většinou způsobeny úhynem přes zimu, ale většina sazenic odumřela již po výsadbě (8 %), kdy se velmi slabé sazenice i přes značnou péči v polních podmínkách neujaly. Na stanovišti v Lukavci (600 m n.m.) uhynulo 50 % z vysazených sazenic.

V roce 2003 byl založen v Ruzyni další porost ozdobnice z rhizomů. Dálka rhizomů byla 5-10 cm. Porost dobře vzešel a přes první zimní období 2003/04 jsme nezaznamenali žádný úhyn rostlin. Z hlediska průběhu počasí však v obou pokusných sledováních nemohlo

prověřit zimovzdornost ozdobnice, neboť byly zimní období v porovnání s dlouhodobým průměrem teplotně a srážkově mírně nadnormální.

Další pokusy s ozdobnicí byly založeny v roce 2007. Ozdobnice byla založena na dvou stanovištích v Průhonicích a na Lukavci. Do pokusů bylo vybráno 7 různých klonů ve čtyřech opakováních. Pokusy byly založeny z rhizomů dlouhých nejméně 5 cm ve sponu 1 x 1 m tj. jedna rostlina na 1 m². Obdobně byly pokusy s ozdobnicí založeny také v Průhonicích. Na podzim byla provedena inventarizace porostu. Byl stanoven počet vzešlých rostlin, počet stébel (tab. 9). Při inventarizaci bylo zjištěno, že v Lukavci nevzešlo podle jednotlivých klonů 6 až 25 % rostlin na stanovišti v Průhonicích 5 až 16 % . V Lukavci vykázal nejmenší vzcházivost *M. x giganteus* původem z Dánska (M2 - 75 %), největší vzcházivost *M. sinensis* z Německa (M3 a M5 - 94 %). V Průhonicích vykázal největší vzcházivost *M. sinensis* z Německa (M6 - 95 %), nejmenší vzcházivost *M. x giganteus* z Německa (M1) a *M. sinensis* z Dánska (M5 – 84 %). Z výsledků je patrné, že vzcházivost byla ovlivněna spíše kvalitou sadbového materiálu, než stanovištěm nebo jednotlivými klony ozdobnice. Obecně v prvním roce vytvořil *M. x giganteus* méně stébel než *M. sinensis*. Na stanovišti v Lukavci vytvořily všechny klony ozdobnice v průměru více stébel než v Průhonicích (tab. 2).

Tab. 2. Průměrné hodnoty počtu vzešlých rostlin (%) a počtu stonků (ks/rostlinu) ozdobnice v roce založení při podzimní inventarizaci podle vybraných klonů různého původu na stanovištích v Lukavci a Průhonicích.

Ukazatel	Stanoviště	M1 - <i>M. x giganteus</i> (Německo)	M2 - <i>M. x giganteus</i> (Dánsko)	M3 - <i>M. sinensis</i> (Dánsko)	M4 - <i>M. sinensis</i> (Německo)	M5 – <i>M. sinensis</i> (Dánsko)	M6 - <i>M. sinensis</i> (Německo)
Počet vzešlých rostlin	Lukavec	81,3	75,3	94,0	92,3	94,0	78,7
	Průhonice	84,0	86,8	87	92,8	84	94,5
	Průměr	82,7	81,1	90,5	92,6	89,0	86,6
Počet stébel	Lukavec	4,2	5,0	5,9	5,4	6,4	6,2
	Průhonice	3,4	2,8	3,0	2,5	4,1	4,7
	Průměr	3,8	3,9	4,5	3,9	5,3	5,5

Přes zimní období 2007/08 nedošlo k podstatnějším ztrátám rostlin vlivem vymrznutí. Z výsledků v roce 2008 lze konstatovat, že se v druhém roce výrazně zvýšil počet stébel hlavně u *miscanthus sinensis* oproti prvnímu roku. Také výnosy se zvýšily. Např. v Lukavci se u klonu M1 resp. M6 zvýšily výnosy přepočtené na sušinu z 0,815 t/ha resp. 0,660 t/ha na 3,48 t/ha resp. 3,81 t/ha. V Lukavci kvetly na podzim roku 2009 klony *miscanthus sinensis*, rostliny *miscanthus x giganteus* nekvety.

Pokud jde o šlechtění, byly všechny současné formy ozdobnice šlechtěny až do nedávné doby pro okrasné účely. Abychom se zbavili některých nepříznivých vlastností ozdobnice, které nejsou vhodné pro velkovýrobní pěstování, byly pro šlechtění nových odrůd (klonů) v zemích EU vytyčeny tyto nejdůležitější šlechtitelské cíle a kromě zvyšování produkce fytohmoty ozdobnice byly zaměřeny na:

- zvýšenou odolnost proti chladu a odolnost vůči vyzimování,
- zvýšenou snášenlivost vůči letnímu suchu,
- odolnost vůči chorobám a škůdcům,
- rozšíření genetické variability,
- na typy low-input (nenáročných na vstupy).

Šlechtěním ozdobnice na uvedené cíle se zabývají různé firmy. Např. firma Bio-Planta se sídlem v Lipsku (SRN) vyšlechtila 15 nových odrůd s různými vlastnostmi a znaky. K

nejprogresivnějším klonům této firmy patří klony „Desert“, „Spat“, „Hornum“ a „Resistent 01“, které vykazují vysokou životaschopnost a dobrý zdravotní stav.

Ve FAL v Braunschweigu v SRN evidovali k roku 1994 30 odrůd ozdobnice (El Bassam, 1994). Některé z těchto odrůd nepřinášejí takový výnos jako *M. x giganteus*. Některé klony uzrávají dříve a při sklizni mají vyšší obsah sušiny.

Zařazení do osevního postupu

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

Hnojení

Ozdobnice je vytrvalá rostlina, která má schopnost mobilizovat a remobilizovat živiny mezi různými orgány rostliny. Ačkoli je životní cyklus rostliny mnoho let, stonky a listy fungují pouze jednu vegetační sezónu. Vytrvalými orgány jsou pouze oddenky, které slouží k vegetativnímu šíření rostliny a skladování živin. Vnitřní tok živin mezi nadzemními a podzemními orgány rostliny dovoluje sklizeň fytomasy s nízkým obsahem živin, ale komplikuje kvantifikaci a optimalizaci hnojiv. Oddenky jsou zdrojem živin, které podporují počáteční růst dokud stonky a listy nezačnou produkovat asimiláty a podporovat nový růst.

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 snížení možnosti vymrzání. V dalších letech se velikost dávky N má přizpůsobit zásobám živin v půdě a dosahovaným výnosům. Druhým rokem je třeba při hnojení minerálními hnojivy vycházet ze zásobenosti půd. V průměru se doporučuje hnojit druhým rokem a další léta 50 - 100 kg/ha N, 40 kg/ha P a 70 kg/ha K, nejlépe na jaře a dusík od jara do poloviny července. Také se doporučuje podle zásobenosti půd hnojit i mikroelementy Cu, Zn, B, Mn.

Wiesler a kol. (1997) sledovali, jak působí (zásoba) koncentrace N v půdě na růst a odběr dusíku ozdobnice během zakládání porostu. Dochází k závěru, že zásoba N na počátku růstového období má větší vliv na konečný výnos ozdobnice v prvním roce tedy v roce založení porostu. Avšak v druhém roce kapacita rezerv v rhizomech a kořenech ovlivňuje jarní počáteční růst mnohem více, než okamžitá (současná) zásoba N v půdě.

V Rakousku bylo s úspěchem použito i hnojení kejdou skotu v dávce 30 m³/ha (Schwarz, 1994). Podle provedených rozborů rostlin ozdobnice odčerpává sklizní níže uvedené hodnoty živin (tab. 3).

Tab. 3. Odběr živin sklizní nadzemní části ozdobnice při produkci 1 tuny sušiny (kg). (Stražil, 1999)

N	P	K	Ca	Mg
22,2	1,3	11,0	8,5	1,4

Schwarz (1994) udává, že požadavek na minerální a organická hnojiva měřená velikostí výnosu je u ozdobnice menší, než u ostatních rostlin. Udává, že ve třetím roce pěstování na konci února byl následující obsah živin odebraný sklizní na 1 hektar (20 t/ha

sušiny): 100 kg N, 150 kg K₂O, 18 kg P₂O₅, 23 kg MgO a 30 kg CaO. Kolem 100 až 130 kg/ha N bylo obsaženo v opadaných listech jež zůstali na poli.

Vliv hnojení dusíkem na výnosy sušiny fytomasy ozdobnice na dvou odlišných stanovištích v Německu za čtyři roky pěstování uvádí tab. 4. (Kolb, 1993). Z výsledků je patrné, že stupňované N neměly podstatný vliv na konečné výnosy fytomasy ozdobnice.

Také Bischhoff, Emmerling (1995) konstatují, že stupňované hnojení N (0-450 kg/ha N) nemělo zřetelný vliv na výnosy fytomasy. Výnosy fytomasy byly více ovlivněny délkou rostlin než počtem výhonků na rostlinu.

Tab. 4. Výnosy sušiny (t/ha) ozdobnice (*M. x giganteus*) při rozdílných dávkách N (1 až 4 rok pěstování) na dvou stanovištích.

Dávka N (kg/ha)	Stanoviště Kläranlage Výnos (t/ha)				Stanoviště Volkenschlag Výnos (t/ha)			
	1 rok	2 rok	3 rok	4 rok	1 rok	2 rok	3 rok	4 rok
0	1,1	8,3	17,5	22,2	1,1	4,2	6,7	7,7
50	0,8	5,8	14,7	20,4	0,7	3,4	6,7	7,9
100	1,1	6,7	14,2	21,1	1,0	5,1	6,5	8,0
150	1,0	6,9	15,6	22,2	1,1	5,6	6,6	8,3
250	0,8	6,9	16,1	21,4	1,3	6,6	7,0	7,5

Obdobně Himken a kol. (1997) udávají, že použité každoroční dávky N (0, 90, 180 kg/ha) neměly podstatný vliv na výnosy. Maximální výnosy nadzemní biomasy ozdobnice se pohybovaly mezi 25 až 30 t/ha sušiny. Obsah N, P, K, Mg ve stéblech byl maximální na počátku růstové periody v květnu a potom klesal, zatímco koncentrace v rhizomech byla stabilní během celého období růstu.

Také další autoři (Beale, Long, 1997; Rodrigues a kol., 1999) uvádějí, že aplikované dávky N neměly významný vliv na výnosy fytomasy ozdobnice.

Christian a kol. (1997) sledovali vliv hnojení a využití dusíku pomocí radioaktivního dusíku (15N) k jednoletým rostlinám ozdobnici v dávce 60 kg/ha. Dávka byla aplikována v různých obdobích. Zjistili, že plodina odčerpala během roku 117 kg/ha N z čehož značeného N bylo pouze 23 kg/ha. Většina z tohoto byla stanovena v rhizomech a kořenech, pouze 14% aplikovaného N (36% z celkem přijatého N) bylo odebráno sklizní rostliny. V období slizně bylo zjištěno ve vrchní vrstvě půdy (0-23 cm) 20 % aplikovaného N a méně než 3 % ve vrstvě 23-50 cm. Téměř 40 % značeného dusíku bylo ztraceno z vrchní vrstvy půdy. Tyto ztráty byly pravděpodobně způsobeny denitrifikací brzy po aplikaci hnojiva, nebo únikem amoniaku z plodiny, částečně během stárnutí (senescence). Získané údaje dále indikují, že jednoleté rostliny ozdobnice mají malý požadavek na hnojení N.

V Německu bylo ověřováno, jak pěstování ozdobnice působí na hladinu organické hmoty v půdě (Beuch a kol., 2000). Zbytky ozdobnice byly srovnávány se statkovým hnojivem, které bylo bráno za ekvivalent 100 %. Při srovnání s tímto ekvivalentem byly kořeny ozdobnice rovny také 100 %, rhizomy a strniště 60 %, předsklizňový (ztráty) opad 80 %. Založená ozdobnice je schopná produkovat kolem 8,2 t/ha organických látek, které jsou porovnatelné se statkovými hnojivy. Po 6 až 8 letech pěstování obohatilo pěstování ozdobnice formy *M x giganteus* půdní organickou hmotu o 0,5 % na písčitých půdách a o 0,2 % na hlinitých půdách.

Jacks-Stereenberg (1995) udává optimální dávky N z hlediska účinnosti (efektivity) pro ozdobnici 60 kg/ha. Dávky nad 120 kg/ha zvyšovaly obsah nitrátů v půdní vodě. Obsah popele a energetický obsah nebyly ovlivněny hustotou porostu ani obsahem vody nebo N.

Pěstební technologie (Agrotechnika)

Založení porostu

Porosty ozdobnice lze založit vysetím semen, pomocí sazenic vypěstovaných z tkáňových kultur (mikropropagace) nebo pomocí oddenků. Byly také ověřovány pokusy s vypěstováním rostlin z částí stébel.

Termín sázení je závislý na době, kdy již se nevyskytují 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. Obecně lze konstatovat, že rhizomy nebo části rhizomů je třeba sázet dříve než rostliny vytvořené z explantátů. Nejvhodnější termín sázení rhizomů je v závislosti na klimatických podmínkách od března do května, sázení explantátů od dubna do května.

V Evropě se z mnoha důvodů nepoužívá založení porostů vysetím semen. Podnebí ve střední a severní Evropě nedovoluje získat životaschopná semena. Nejčastěji používaný *M. x giganteus* je triploidní hybrid a proto je prakticky sterilní. Pokud by vysela životaschopná semena, přímé setí na jaře nezajistí vyvinuté rostliny, aby většinou přežily klimatické podmínky v severní a střední Evropě. Semena špatně klíčí, je třeba dávat vyšší výsevek. Pokud by rostliny přežily přes první zimní období bude třeba použití více herbicidů k ochraně proti plevelům. Také výnosy v prvních letech nebudou tak vysoké.

Pokud jde o rostliny vypěstované z částí stonků lze říci následující. Části stonků byly v září ukládány do zeminy vytvořené směsí písku a rašeliny (1:2 v/v) a vápna (1 kg/m³) a následně dány do skleníku při teplotě 18-22 °C. Řízky byly zakryty plastovou fólií, ovlhčovány a ošetřeny proti houbovým chorobám. Řízky byly odebrány v lednu, kdy byly vytvořeny kořinky a stonky. Pro zakořenění byly rostliny dány do květináčů. Při tvorbě nových rostlin z částí stonků ozdobnice byly zjištěny následující poznatky. Části stonků musí obsahovat dobře vyvinuté nodální pupeny. Nejlepší výsledky byly dosaženy z prvních dvou nodů při bázi stonků. 80 % řízků zakořenilo a vyvinulo se do mladých rostlinek po 4 až 6 týdnech. Pro pěstování jsou vhodnější stonky ze starších rostlin (šestiletých). Pro řízkování stonků je nejvhodnější srpen. Řízky z bazálních částí kořenily dříve než a apikálních částí. Získané zakořeněné rostliny je třeba ponechat přes zimní období na místě kde nemrzne, nejlépe v chladném skleníku.

V současné době je mikropropagace příliš drahá pro komerční pěstování. Tato metoda spočívá v tom, že se apikální části zahrnující apikální meristémy a nezralá květenství v délce cca 60 - 90 mm dávají do speciálních roztoků. Po vytvoření kalusu jsou explantáty umístěny na Petriho misky, kde je živné médium a pokryty parafilmem. Explantáty jsou pěstovány při teplotě 23 °C ve tmě. Vyvinuté kalusy jsou přemísťovány do nového media ve čtyř až šesti týdenních intervalech. Získané mladé rostlinky jsou dány k zakořenění do květináčů. Rostliny jsou jednotné a morfologicky identické s mateřskou rostlinou.

Pro ozdobnici je nejlépe vybrat pokud možno nezaplevelený pozemek s výše uvedenými parametry a po vhodných předplodinách. Za nejlepší předplodiny se považují organicky hnojené okopaniny - cukrovka, brambory, dále luskoviny a obiloviny. V SRN se doporučuje sázet po tritikale, řepce, čiroku, (kukuřici). Porost ozdobnice by měl být založen minimálně na 10 až 20let.

Na podzim je nutno provést podmínku s následující hlubokou orbou. Před sázením na jaře následuje příprava seťového lůžka s prokypřením půdy do hloubky 10 cm (pro mechanické vysazování), mechanické a chemické hubení plevelů. Sazenice se vysazují z odkopků, nebo vypěstované in vitro, nejlépe takové, které přečkaly v kořenáčích již jednu zimu. Takové sazenice jsou prodávány v SRN 1 ks až za 0,77 Euro.

Některé klony ozdobnice jsou v prvním roce výsadby náchylné k vymrzání. Je to způsobeno zřejmě tím, že mladé rostliny nejsou schopny dosáhnout dormance před prvními mrazy. Z pokusů zabývajících se vymrzáním vyplynulo, že hranice, kdy klesá životaschopnost rhizomů, je pokud klesnou teploty půdy pod - 5 °C. K vymrzání jsou méně náchylné rostliny založené z rhizomů než rostliny založené z explantátů. Je to zřejmě ovlivněno tím, že rostliny založené z explantátů neprodukují dostatečné metabolické rezervy do jejich rhizomů a toto vede k tomu, že nejsou schopné přežít zimu.

Aby se omezilo nebo zabránilo vymrzání lze použít několika opatření. Někdy se doporučuje založený porost na zimu přikrýt např. slámou ve vrstvě 100-150 mm, což odpovídá množství slámy cca 3 t/ha. Podstatně levnější a jednodušší je výsev např. hořčice bílé (nebo jiné přes zimu vymrzající plodiny) do meziřádků koncem července nebo začátkem srpna v roce výsadby, který je údajně stejně účinný jako přikrytí slámou. Mrazem umrtvený porost hořčice potom působí i jako mulč. V Německu ověřovali také použití rohoží, polyetylenových fólií, hrůbkování.

Vypěstované sazenice se sází v době, kdy je teplota půdy vyšší než 10 °C, tj. od poloviny dubna do poloviny července, a to také z ekonomického hlediska od 10 000 ks/ha do 20 000 ks/ha. Při výsadbě sazenicemi se doporučuje kořenové baly sazenic navlhčit a vysazený porost pokud je možnost zavlažovat.

Porosty zakládáné z rhizomů je třeba sázet dříve, než rhizomy začnou pučet, aby se mladé výhonky při manipulaci neolámaly. Půda se musí připravit do hloubky výsadby ne hlouběji, z důvodu aby nebyla porušena kapilarita půdy a ozdobnice lépe zakořenila a byla odolnější vůči vymrzání v prvním roce po založení porostu. Po vysázení se doporučuje půda kolem rhizomů utužit nebo při mechanizované sklizni zajistit, aby vysazované rhizomy byly přejeté koly traktoru.

Z racionálního hlediska je vhodné sklízet rhizomy ve stáří ozdobnice tří let a více. V této době jsou rhizomy vyztřelé, mají dobrou zásobu živin a dalších látek, které zajišťují lepší vzcházení, a je jich vytvořeno dostatečné množství pro následnou výsadbu.

Pro založení porostu ozdobnice ze semen lze použít vybavení jímž se připravuje půda a sejí semena cukrovky. Pro velkovýrobní zakládání porostu ozdobnice z explantátů lze pro sázení použít upravené stroje na výsadbu zeleniny (např. zelí). Rhizomy (kořenové oddenky) je možno velkovýrobně sázet modifikovanými sazeči na cibuli, nebo stroji na výsadbu lesních stromků (obr 10). Nový stroj na sázení rhizomů vyvinuli ve firmě Hvisted Energy Forest v Dánsku. Tento stroj byl úspěšně uvěřován v říjnu 1997. Tento stroj usnadňuje mechanizaci zakládání porostu. Výkonnost stroje je 0,3 až 0,5 hektaru za hodinu v závislosti na hustotě výsadby.

Pro výsadbu by v našich klimatických podmínkách měly být rhizomy vyorány, roztríděny a vysázeny na pole nejpozději do poloviny dubna. Podobně jako u topinamburu se doporučuje také u ozdobnice jarní vyorání rhizomů, neboť je z mnoha stránek výhodnější. Přes zimní období dojde k narušení komplexního balu kořenů, rhizomů a půdy mrazem. V této době jsou baly méně zhuštěné a proto je při použití velkovýrobní technologie práce bramborových sklízečů spolehlivější. Rhizomy také bez delšího uskladnění tolik nevysychají.

Rhizomy pro výsadbu lze velkovýrobně sklízet rotačním kultivátorem a následným s následným sběrem rhizomů pravenými sklízeči na brambory (Pari, 1996). Je třeba ale

vysazovat ozdobnici do lehčích písčitých půd, protože vytrásače sklízeče na brambory nejsou na těžkých půdách schopny oddělit rhizomy od půdy.

První rok po vysazení, než se porost zapojí, je možno používat mechanické hubení plevelů (např. prutové brány) nebo aplikovat herbicidy. Druhým rokem většinou není již třeba používat prostředky na ochranu rostlin, protože opadávající listová hmota vytváří vrstvu mulče, která potlačuje jejich růst. Kromě toho během vegetace dochází k neustálému rozšiřování oddenků částí, ze kterých ozdobnice každoročně vyrůstá. Druhým rokem je možno dosazovat v místech, kde se sazenice neujaly nebo vyzimovaly, buď novými sazenicemi nebo oddenků z vlastních zdrojů. Druhým rokem se používá plečkování porostu pouze při pozdním termínu sázení v předešlém roce nebo při silném výskytu plevelů. Pokud je k dispozici závlaha, doporučují se v průběhu vegetace 2 až 3 dávky po 30 mm. Porosty ozdobnice nejsou u nás v současné době výrazněji napadány chorobami nebo škůdci, proto není třeba používat proti těmto vektorům chemické ochrany.

Hustota porostu.

Volba vhodné hustoty porostu ozdobnice je závislá jak na dynamice tvorby nadzemní fytohmoty rostlin během doby pěstování, tak na ekonomickém hledisku. V prvních letech záleží z hlediska výnosů na hustotě výsadby porostu. Při hustším porostu jsou zprvu dosahovány vyšší výnosy. Ty se později ustálí bez ohledu na hustotu na podobných hodnotách. Také počet prýtů (počet stonků) se zvyšuje až dosáhne maximální hodnoty, potom se poněkud snižuje a udržuje se na stejné úrovni (Bullard a kol., 1997). Vyšší hustota rostlin na ploše vede k tvorbě menšího počtu prýtů na rostlinu zvyšuje délku rostlin, poněkud snižuje průměr stonků a zvyšuje poléhání (Jacks-Sterrenberg, 1995).

To potvrzují i pokusy uskutečněné v Dánsku, kde ozdobnici sledovali v šesti různých hustotách od 5 000 do 40 000 rostlin/ha. Druhým rokem pěstování bylo dosaženo nejvyšších výnosů při největším počtu rostlin na ploše. Výnosy u nejnižšího počtu rostlin se postupně zvyšovaly až v 7. roce pěstování bylo dosaženo stejných výnosů fytohmoty bez ohledu na hustotu rostlin (Jørgensen, 1996).

V současné době se doporučuje hustota porostu ozdobnice od 10 000 do 20 000 rostlin/ha hlavně z ekonomických důvodů. Z jednoho hektaru mateřského porostu lze získat rhizomy na 10 až 20 ha (až 30 ha) nově založeného porostu. U velmi hustých porostů může v pozdějších letech dojít k tvorbě velkého množství prýtů na plochu. Vysoká hustota stonků má za následek značnou konkurenci o živiny a světlo, zvláště ve spodních patrech. Velký počet stonků začíná odumírat již v začátku června.

Obr. 10. Mechanizovaná výsadba ozdobnice.



Obr. 11. Mechanické hubení plevelů v porostu ozdobnice prutovými branami.



Ochrana rostlin

Plevelé, pokud nejsou kontrolovány, mohou při vyšším výskytu soutěžit s plodinou o světlo, vodu, živiny a tak snižovat výnosy. Vliv plevelů závisí na stáří plodiny, stupni výskytu plevelů na stanovišti a rozmanitosti plevelných druhů. 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. V tabulce č. 5 je uvedena řada herbicidů, které byly úspěšně použity při ochraně plevelů v porostech ozdobnice. Autoři tabulky Bullard a kol. (1995) dále uvádějí, že jakékoli aktivní složky, které jsou vhodné pro obilniny, jsou vhodné také pro ozdobnici.

V prvním roce je možné po vzejití jarních plevelů použití pre-emergetní aplikace glyphosatu a paraquatu před vzejitím prýtlů ozdobnice. Aplikace v tuto dobu je nezbytná při vzejití jednoděložných plevelů takových jako pýr plazivý (*Elytrigia repens*) a lipnice roční (*Poa annua*). Po vzejití výhonků ozdobnice mohou být použity selektivní herbicidy pro likvidaci jednoletých dvouděložných plevelů. V následujících letech je výskyt plevelů redukován a potlačován zpočátku opadem listů a následně hustotou porostu, jež redukuje světlo pronikající do spodních pater.

Před výsadbou byl v Německu (Kees, 1993) 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 (Kees, 1993; Iglesias a kol., 1996).

Tab. 5. Herbicidy používané při ochraně ozdobnice [Bullard a kol. (1995)].

Aktivní složka	Poznámka
atrazine	Gesaprim (2,5 l/ha)
bromoxynil / ioxynil	Briotril (2,5 l/ha)
bromoxynil / fluroxypyr / ioxynil	Advance (2,0 l/ha)
clopyralid	(100 g/l účinné látky) (2,4 l/ha)
dichlorprop	(667 g/l účinné látky) (5,0 l/ha)
diflufenican / isoproturon	(100:500 g/l účinné látky) (3 l/ha)
fluroxypyr	Starane 2 (2,0 l/ha)
glyphosate ²	Roundup (3,0 l/ha)
isoproturon	Tolkan (4,0 l/ha)
metsulfuron methyl	Ally (30 g/ha)
metsulfuron methyl + bromoxynil / ioxynil ³	Ally (30 g/ha) + Deloxil (1,0 l/ha)
metsulfuron methyl + fluroxypyr ³	Ally (20 g/ha) + Starane 2 (0,5 l/ha)
MCPA	(750 g/l účinné látky) (5,0 l/ha)
MCPA – MCPB	Triflex-Tra (7,7 l/ha)
mecoprop – P	Duplosan (6,0 l/ha)
paraquat ²	Gramoxone (4,0 l/ha)
tribenuron methyl	75 %

Poznámky: ²herbicidy užívané před vzejitím

³tank mix

Proti zaplevelení v prvním roce po dobrém zakořenění je možno též použít mechanické hubení plevelů. Proti některým druhům plevelů byly s úspěchem použity prutové brány (viz obr. 11).

Podle zahraniční literatury i z našich zkušeností nejsou porosty ozdobnice silněji napadány chorobami nebo škůdci. Je to způsobeno také tím, že zatím nejsou vysázeny velké plochy této plodiny. Při vysokém zastoupení ozdobnice na orné půdě může dojít také k rozšíření některých chorob a škůdců.

V poslední době však byly u *M. sinensis* odrůdy *Gracillimus*, *Variegatus* a *Zebrinus* pěstovaných v Marylandu (USA) zjištěny listové choroby. Nemocné rostliny jsou charakterizovány červenohnědými oválnými skvrnami na listech a pochvách. Listové okraje, špičky a starší listy se stávají nekrotické. Bylo zjištěno, že chorobu způsobuje houba rodu *Leptosphaeria sp.*, která zapříčiňuje v USA obdobnou chorobu u cukrové třtiny. U nás se tato houba běžně vyskytuje např. u narcisů.

V Evropě bylo v některých oblastech zjištěno napadení stonků rodem *Rhizoctonia sp.* a dále hniloba kořenů způsobená houbou *Pythium sp.* Při velké půdní vlhkosti a trvajícím zamokření se vyskytuje napadení houbami ze skupiny *Basidiomycet.* Na některých stanovištích byl zjištěn výskyt virus žluté zakrslosti ječmene, který významně snižuje růst listové plochy (Christian a kol., 1994). V Irsku byl zjištěn u ozdobnice výskyt houby *Fusarium sp.*

V roce 1992 byly na některých porostech ozdobnice při prvním roce přezimování v SRN a Holandsku zjištěny až 95 % úbytky rostlin. Také z Dánska byl hlášen až 30 % úhyn rostlin, a to převážně vypěstovaných z meristematičtých kultur. U porostů ozdobnice založené z rhizomů menších než 10 cm byl zjištěn 5 % úbytek rostlin. Porosty založené z rhizomů větších než 10 cm neměly žádný úbytek. Při hledání příčiny úhynu byly v některých oblastech na odumřelých rostlinách pozorovány příznaky hniloby na základech výhonků a rhizomech, které jsou vysvětlovány infekcí dřívě poškozených rhizomů ozdobnice způsobených rodem *Fusarium sp.* a *Phoma sp.* (Jørgensen, 1994). Při virovém napadení probíhá vývoj rostlin velmi opožděně a velmi nevyrovnaně. V našich polních pokusech jsme za celou dobu pěstování nezjistili větší výskyt chorob ani škůdců.

Loeffel, Nentwig (1997) prováděli výzkum členovců během pěstování ozdobnice čínské v polních pokusech ve Švýcarsku a Německu. Nezjistili poškození fytofágním hmyzem nebo nematody. Dekompozice opadu byla možná za přispění sviněk, mnohonožek apod. - *Ligidium hypnorum*, *Porcellio scaber*, *Allajulus londinensis* a *Lumbricus terrestris*, ale zjištěná pomalost procesu byla zapříčiněna (způsobena) vysokým obsahem křemičitanů (silikátů) a širokým poměrem C/N.

Sklizeň a posklizňové ošetření

Termín sklizně a sklizeň závisí na využití plodiny. Ozdobnice může být využita jako surovina pro energetické využití, stavební materiál, geotextilie, papír, obalový materiál, rostlinný substrát. Každá z těchto možností využití vyžaduje různý obsah vody, tvar, velikost a koexistenci výchozí suroviny. Ozdobnice je vysoká rostlina dosahující vysokých výnosů. I k těmto skutečnostem se musí při sklizni přihlížet.

Sklizeň se většinou provádí v době, kdy rostliny mají nízkou vlhkost. Pokud tomu není musí se dosušovat. Sklizeň musí být provedena nejpozději do doby než se nové výhony začnou objevovat, aby nedošlo k jejich poškození (vzcházení začíná na jaře v době, kdy teplota půdy je větší než 10 °C). Sklizeň také závisí na počasí a zralosti plodiny. Růstové období ozdobnice končí v zemích jižní Evropy od konce srpna do poloviny září, v době kdy

se objeví květy. Po tomto jevu začíná rostlina ztrácet vodu a začínají opadávat listy. Ve střední a severní Evropě rostliny ozdobnice většinou začínají ztrácet větší množství vody až po prvních mrazech.

Sklizeň ozdobnice lze rozdělit na jednofázovou nebo vícefázovou.

Jednofázovou sklizeň při velkovýrobním pěstování je možno provádět pojízdnými samohodnými řezačkami (obr. 12, 13), se kterými se sklízí kukuřice, od listopadu do poloviny dubna. Ze sklizených stonků je možno lisovat pelety, které mají hmotnost cca 500 kg/m³. Na peletizaci se vynakládá méně než 5% energetického obsahu ozdobnice a navíc s peletami je možno lehce manipulovat (Sladký, 1998). Při peletizaci je možno počítat zhruba s 40 m³ skladovacího prostoru při sklizni z jednoho hektaru, což je daleko méně v porovnání např. s volně loženou nařezanou slámou, která má nízkou objemovou hmotnost (kolem 80 kg/m³) a potřebu skladovací plochy kolem 250 m³ na 1 ha. K transportu takového objemu je třeba přibližně 18 velkoplošných sklápěčů.

Pro sklizeň ozdobnice se mohou použít také štěpkovače, které se používají při sklizni rychle rostoucích dřevin.

Různými technologiemi sklizně ozdobnice se zabývali např. v Holandsku (Molenaar a kol., 1996; Venturi a kol., 1998) nebo v Dánsku (Kristensen, 1994). Dánové pro sklizeň ozdobnice doporučují následující sklizňové mechanismy:

- a) 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.
- b) Sklízecí řezačka a lis na obří balíky. Výhodou této technologie je, že je vysoce výkonná a že následné nakládání, transport a skladování může být uskutečněno úsporně.
- c) Lis na velké balíky spojený s řezačkou. 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.

Obr. 12, 13. Sklizeň ozdobnice pojízdnou řezačkou.



Obr. 14. Samojízdná rezačka.



Obr. 15. Sběrací lis.



Ozdobnice může být sklízena rotačním žací strojem nejlépe se zdvojenými noži. Ozdobnice je požata do řádků a potom sebrána a slisována do balíků. Pro balíkování lze využít různých typů lisů (obr. 15). Nejlépe se však osvědčují vysokotlaké lisy.

Na sklizeň a zpracování ozdobnice byl vyvinut společností Haimer speciální stroj Biotruct 2000. Tento stroj žne, seká a peletuje plodinu při jedné operaci přímo na poli. Konečným produktem jsou pelety délky od 30 do 100 mm a hustotě od 850 do 1000 kg/m³. Stroj má výkonnost od 3 do 8 t za hodinu.

Pokud je třeba sklízet celé stonky ozdobnice, potom je třeba speciálního stroje. Byl vyvinut speciální vazač (MLAG 140) napojený na traktor, který rostliny seká a váže do otepi. Otepi mají průměr 0,2 m, váhu kolem 9 kg a hustotu 140 kg/m³.

Dosoušení a skladování

Pokud jsou rostliny sklizeny příliš vlhké je třeba je dosoušet. Dosoušet lze přímo na poli pomocí slunce (toto je nejlevnější způsob), nebo umělým dosoušením studeným nebo temperovaným vzduchem. Dosoušení na poli má omezený časový termín a lze jej provádět podle počasí nejpозději do konce října.

K umělému dosoušení lze použít například sklady na brambory (bramborárny) a vybavení používané ve skladech brambor. Sklady na brambory lze využívat z ekonomických důvodů v období, kdy v nich nejsou uskladněny brambory.

V Holandsku bylo ověřováno skladování štěpkované ozdobnice v přirozeně větraných hromadách (stozích). Hromada byla vysoká 1,5 m, široká 3 m, pokrytá plastovou folií se dvěma otvory na vrchy a na spodku hromady.

Značně vlhký materiál lze dosoušet různými druhy sušiček. Tento způsob je však ekonomicky nákladnější.

Ozdobnici lze také silážovat. Při silážování je třeba zajistit vhodné pH, které je závislé na vlhkosti materiálu. Silážovaná ozdobnice může být použita pro výrobu energie nebo v papírnictví. Silážováním klesá obsah všech prvků vyjma křemíku. Pokud budeme chtít použít siláž pro energetické účely je třeba snížit vysoký obsah vody (kolem 77 %). K tomuto účelu lze použít šroubový lis. Potřebná energie na lisování je pouze 1 % energie obsažené v lisované fytomase. Pokud je lis na farmě, potom se dále přepravuje méně materiálu a tekutina může být použita jako hnojivo.

Pro skladování je důležité aby bylo levné, zachovala se kvalita a minimalizovaly se ztráty skladovaného materiálu. Pokud chceme sklizenou fytomasu ozdobnice skladovat, je třeba aby vlhkost nepřesáhla 20 %. Pokud je vlhkost uskladněného materiálu příliš vysoká mohou se namnožit bakterie a houby, což má za následek sníženou kvalitu a ztráty materiálu a kontaminaci sporami, což může následně ovlivnit zdraví člověka.

Ozdobnici lze skladovat na otevřených prostranstvích bez zakrytí, na otevřených prostranstvích a zakrytím folií, na otevřených prostranstvích a zakrytím organickými materiály, v již existujících zemědělských budovách nebo v nově postavených budovách.

Pokud jsou skladovány balíky, otepi nebo štěpka ve velkých stohách bez zakrytí déšť ovlhčuje relativně malé množství stohu. V závislosti na počasí, růstu hub a řas se vytváří zpevněná vrstva na horní části stohu. Balíky by měly být ukládány tak, aby mezi nimi byly mezery, které by umožňovaly dobrou ventilaci. Stohy mohou být zakryty slámou, která vyplňuje štěrby mezi balíky a tak zabraňuje pronikání vlhkosti do spodních vrstev. V tomto případě je vlhká pouze vrchní vrstva balíků. Stoh lze zakrýt také plastem, jímž se obvykle zakrývá siláž. Stoh se suchou štepovanou ozdobnicí se pokrývá celý, balíky pouze na vrchu (zboku déšť neproniká hluboko).

Byly provedeny pokusy, kdy byl vršek stohu pokryt různými materiály. Ve Švédsku zakryli vršek stohu pilinami. V Holandsku použili k zakrytí stohu se štěpkovanou ozdobnicí následující materiály: bramborové slupky, drcenou (štěpkovanou) slámu, drcené seno získané z okrajů silnic, drůbeží hnůj.

Z pokusů byly shrnuty následující závěry. Když byly aplikovány bramborové slupky, tekutá složka se ihned zasákla do štěpky, která byla zpustošena. Avšak na konci sezony se vytvořila slupka na vnější straně stohu. Tato vrstva zahrnovala směsku štěpky ozdobnice, bramborových slupek, plísně a řas. Vrstva byla 300 mm silná a obklopovala stoh. Nebyla zjištěna vlhkost mezi vrstvami. Seno také vytvořilo vlhkou vrstvu, která obklopovala stoh, přibližně 250 mm hluboko a přeměnila se do uzavřené krusty. Sláma nevytvořila uzavřený povrch (ochrannou vrstvu). Nejlepší vrstva se vytvořila při aplikaci slepičino hnoje. Avšak v Holandsku toto není doporučováno, protože se dochází k emisím čpavku. Cena při použití organických pokrývek byla podobná ceně při pokrytí plastem, ale velice záleží na dostupnosti a vzdálenosti zdroje ke stohu.

Ke skladování ozdobnice lze dále použít bramborárny, které jsou vhodné k dosoušení nebo stodoly na seno, které jsou většinou otevřené na stranách.

Pro skladování ozdobnice lze vybudovat nové sklady. V SRN vyvinuly levné skladovací budovy, které jsou levné a mohou být postaveny samotným zemědělcem (Hartmann, 1995). Jsou tvořeny zastřešenou jednoduchou dřevěnou konstrukcí otevřenou na stranách. V Holandsku jsou nejlevnější zemědělské stavby postavené ze oceli s betonovou podlahou, otevřené po stranách a vysoké 3,85 m (Venturi a kol., 1996).

Výnosy fytomasy

Teoretická hodnota celkové fotosynteticky aktivního záření (FAR) kolísá z hlediska celoročního příjmu v EU od 1 500 do 3 200 MJ/m² a dává tak rozmezí potenciálního výnosu od 27 t/ha v Irsku, Skotsku a Skandinávii do 59 t/ha ve Středomoří (Clifton-Brown a kol., 2001). 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.

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.

Je zřejmé, že horní hranice výnosů ozdobnice lze dosáhnout v teplejších klimatických podmínkách, a že výnosy zde jsou vyšší než v chladnějším klimatu, zvláště když zásoby vody v půdě jsou adekvátní. Z pokusů s ozdobnicí lze vyvodit, že hnojení dusíkem nemá tak vysoký efekt v prvních letech po založení porostu, kdy rostliny využívají reziduální dusík, který je uchován v půdě z předchozích plodin. V pozdějších letech, kdy výnosy rostou je třeba dodávat doplňkový dusík.

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 až 38 %. Podle našich sledování měla fytomasa ozdobnice třetím rokem po výsadbě sklizená koncem února vlhkost 32 %. Největší výnosy fytomasy ozdobnice jsou v období anteze (Petrini a kol., 1996). Schwarz (1994) udává vlhkost fytomasy ozdobnice při sklizni v září mezi 55 až 60 %. Na konci února činila vlhkost v druhém roce po vysazení kolem 42%, ve třetím roce 30 %, ve čtvrtém roce 25 %, v pátém roce 30 %.

V tab. 6 jsou uvedeny výnosy ze SRN z období 1989 až 1995. Hustota porostu byla 1 rostlina na m². Po založení porostu nebyly pozorovány ztráty přes první zimní období. Ozdobnice byla sklizena v lednu nebo únoru. Bylo zjištěno, že *M. x giganteus* měl nižší podíl listů než ostatní genotypy ale vyšší ztráty listů přes zimní období. Dříve kvetoucí formy *M. sinensis* měly vyšší podíl sušiny ve fytomase. Nejvyšší průměrný výnos sušiny během 6 let měl v Braunschweigu *M. sinensis* Goliath (19,9 t/ha) dále *M. x giganteus* (19,3 t/ha) a *M. sinensis* Grosse fontane (15,1 t/ha).

Průměrné výnosy v prvním roce byly podle Clifton-Brown a kol. (2001) v několika zemích kolem 2 t/ha sušiny. Výnosy dále rostly a v druhém roce byly 9 a ve třetím roce 18 t/ha sušiny. Největší výnosy ve třetím roce byly ve Švédsku 24,7, Dánsku 18,2, Anglii 18,7 a Německu 29,1 t/ha sušiny (Clifton-Brown a kol., 2001). Nejvýnosnější genotypy ozdobnice pěstované v Dánsku a Švédsku patřily mezi nejméně výnosné v Portugalsku a Německu, což poukazuje na silné interakce mezi genotypy a prostředím.

Tab. 6. Výnosy sušiny (t/ha) genotypů ozdobnice v Braunschweigu od roku 1990 (první užitkový rok).

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	Průměr
<i>M. x giganteus</i>	2,4	16,5	17,0	23,8	30,0	26,0	19,3
<i>M. sin.</i> Goliath	2,7	12,5	16,3	26,9	32,3	28,6	19,9
<i>M. sin.</i> Grosse fontane	1,4	13,1	11,0	20,0	22,9	22,3	15,1
<i>M. sin.</i> Silberturm	1,2	8,0	8,5	17,4	19,4	24,0	13,1
<i>M. sin.</i> Malepartus	1,3	6,9	10,8	13,8	19,1	18,4	11,7
<i>M. sin.</i> Undine	0,6	6,9	8,1	14,9	22,1	21,4	12,7
<i>M. sin.</i> Wetterfahne	1,2	6,6	6,6	13,2	16,0	13,5	9,5
Průměr	1,5	10,1	11,2	18,6	23,1	22,0	14,4

V prvních letech po výsadbě ovlivňuje výnosy fytomasy ozdobnice také kvalita sazenic. Sazenice, které byly předpěstovány a ponechány přes zimní období ve skleníku, jsou mohutné a zajišťují vyšší výnosy fytomasy v následujících letech po výsadbě. V evropské síti zkoušek, jak již bylo řečeno, jsou s ozdobnicí běžně dosahovány výnosy 30 t/ha sušiny fytomasy. Tato evropská síť je tvořena 14 partnery z deseti zemí. V některých pokusech uvedené sítě při intenzivních vstupech a příznivých půdně klimatických podmínkách byly dosaženy v třetím roce po výsadbě výnosy dokonce kolem 40 t/ha sušiny.

V podmínkách ČR v polních pokusech ve VÚRV Praha-Ruzyně, kdy jsme obdrželi velice slabou sadbu, kterou jsme dále nedopěstovávali, ale hned po obdržení v polovině května vysadili na pole, jsme např. na stanovišti v Ruzyni v roce výsadby dosáhli v průměru 0,54 t/ha, ve druhém roce 5,04 t/ha a třetím roce 10,59 t/ha výnosu sušiny fytomasy. V Troubsku u Brna, kde jsou pro ozdobnici ještě příznivější podmínky, bylo v roce 1996 (třetí rok po výsadbě) dosaženo 16,7 t/ha výnosu sušiny. V letech 1997 – 2001 bylo v Ruzyni dosaženo průměrných výnosů sušiny sklizené nadzemní fytomasy 20,4 t/ha v Troubsku 19,9 t/ha, na chladnějším stanovišti v Lukavci (620 m n.m.), které nemá vhodné teplotní podmínky pro teplomilnější ozdobnici. Za celé sledované období jsme zde v roce 1999 zatím dosáhli maximálního výnosu sušiny 9,3 t/ha (Strašil, 1999).

Také při porovnání výnosů sušiny fytomasy získaných z předpěstovaných rostlin a vypěstovaných z rhizomů byly vždy vyšší výnosy z předpěstovaných rostlin (při hustotě výsadby 1,2,3,4 rostlin/m²) i když se výnosy s postupem let vyrovnávaly (Jacks-Sterrenberg, 1995).

V polních pokusech v Rakousku (Schwarz a kol., 1994) bylo dosaženo v druhém roce po výsadbě výnosu 8 t/ha sušiny fytomasy ve třetím roce 22 t/ha. Výnosy byly největší v srpnu a potom neustále klesaly až do února v důsledku opadu listů. V srpnu byl obsah vody v rostlinách 60 %, koncem února, v obvyklý čas sklizně, byl obsah vody v druhém roce po výsadbě 42 % a ve třetím roce 30 %.

Podle Clifton-Brown a kol. (2001) výnosy *M. x giganteus* po zimě pěstovaném různých místech Evropy kolísaly při závlaze mezi 7 až 26 t sušiny ve třetím roce pěstování. Nejvyšší výnosy nezvlážených rostlin byly 15 až 19 t sušiny.

Obecně lze konstatovat, že výnosy fytomasy ozdobnice rostou od roku výsadby až do třetího resp. čtvrtého roku, kdy se výnosy ustálí a podle půdně-klimatických podmínek dosahují v dalších letech podobných hodnot. Během průběhu roku výnosy ozdobnice rostou od vzcházení až do období anteze a potom se postupně snižují.

V severní Evropě je horní hranice výnosů mezi 15 až 25 t sušiny na konci období růstu. Vyšší výnosy jsou zaznamenávány ve střední a jižní Evropě, kde hranice kolísá mezi 25 až 40 t sušiny na hektar za rok.

Obsah vody ve sklizené fytomase na podzim je vyšší než na jaře ale výnosy na jaře jsou o 25 až 40 % nižší než na podzim. Optimální doba sklizně závisí na klimatických podmínkách místa a na tom k čemu je ozdobnice využívána.

Vliv hnojení na výnosy

Výsledky vykazující vliv hnojení na výnosy sušiny ozdobnice z maloparcelkových polních pokusů na různých stanovištích v ČR sklizené v březnu jsou uvedeny v tab. 7. Výnosy jsou uvedeny jako průměr za 9-ti leté období. Ozdobnice byla každoročně v březnu před vzcházením přihnojována uvedenými jednorázovými dávkami N v ledku amonném s vápencem. Z výsledku je patrné, že vyšší dávky dusíku (100 kg/ha) podstatně na většině stanovišť nezvyšovaly výnosy v porovnání s dávkami 50 kg/ha. Pouze na chladnějším

stanovišti s nižší půdní úrodností v Lukavci byly výnosy při dávce 100 kg/ha N vyšší o 25 % v porovnání s dávkami 50 kg/ha.

Tab. 7. Vliv hnojení N na výnosy sušiny nadzemní fytomasy (t/ha) ozdobnice (*M. x giganteus*) sklizené jaře na vybraných stanovištích (průměr let 1996-2004).

Stanoviště/Hnojení N:	N0	N1	N2	Průměr
Lukavec u Pacova	11,224	11,718	15,697	13,046
Praha Ruzyně	22,560	30,128	31,118	27,935
Troubsko u Brna	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/rok): N1=0, N2=50, N3=100

Vliv hnojení N na výnosy ozdobnice uvádí také např. (Schwarz a kol., 1994). Stupňované každoroční dávky minerálního dusíku aplikované vždy na začátku dubna od 0, 60, 90, 120 až 180 kg/ha (při 36 kg P₂O₅ a 150 Kg K₂O a 22,5 kg MgO) neměly průkazný vliv na výnosy. Vedle minerálního hnojení bylo úspěšně použito také hnojení tekutým hovězím hnojem v dávce 30 m³/ha obsahujícím 180 kg N, 75 kg P₂O₅, 150 kg K₂O, 30 kg MgO. Obsah vody a dusíku v rostlinách se zvyšoval téměř lineárně se rostoucími dávkami N hnojiv.

Současné studie ukazují, že živiny skladované v rhizomech ovlivňují počáteční růst ozdobnice více než externí zdroje živin. Mobilizace živin z rhizomů do výhonků (definovaná jako maximální změna v obsahu živin v rhizomech od počátku růstové periody) měřená v 1992/93 (polní pokusy byly založeny v roce 1989) byla 55 kg N, 8 kg P, 39 kg K a 11 kg Mg na hektar. To je ekvivalent 21, 36, 14 a 27 % maximálního obsahu N,P,K a Mg v rhizomech. Remobilizace živin z výhonků do rhizomů (definovaná jako vzrůst obsahu živin v rhizomech mezi zářím a květnem) měřená v 1994/95 byla 101 kg N, 9 kg P, 81 kg K a 8 kg Mg na hektar, což je ekvivalent 46, 50, 30 a 27% obsahu N, P, K, Mg ve výhoncích v září. Výsledky ukazují, že s remobilizací živin v rostlině se musí uvažovat, když vypočítáváme bilanci živin a doporučené dávky živin.

Christian a kol. (1997) sledovali vliv hnojení a využití dusíku pomocí radioaktivního dusíku (15N) k jednoletým rostlinám ozdobnici čínské v dávce 60 kg/ha. Dávka byla aplikována v různých obdobích. Bylo zjištěno, že ozdobnice odčerpala během roku 117 kg/ha N z čehož značeného N bylo pouze 23 kg/ha. Většina z tohoto byla obsažena v rhizomech a kořenech, pouze 14% aplikovaného N (36% celkem přijatého N) bylo odebráno sklizní rostliny. V období sklizně bylo zjištěno ve vrchní vrstvě půdy (0-23 cm) 20 % aplikovaného N a méně než 3 % ve vrstvě 23-50 cm. Téměř 40 % značeného dusíku bylo ztraceno z vrchní vrstvy půdy. Tyto ztráty byly pravděpodobně způsobeny denitrifikací brzy po aplikaci hnojiva, nebo vyprcháním čpavku z plodiny, částečně během senescence (stárnutí). Získané údaje dále indikují, že jednoleté rostliny ozdobnice mají malý požadavek na hnojení N.

Byla sledována bilance dusíku během růstu u jednoletých rostlin (Christian, Riche, 1997). Sklizené rostliny obsahovaly 170 kg/ha N. Bilance ukázala, že téměř 38 % N (64 kg/ha) bylo získáno z neidentifikovaných zdrojů. Toto množství pochází zřejmě z mineralizace a atmosférického dusíku.

Vliv závlahy a hnojení na výnosy

Vliv závlahy na výnosy fytomasy ozdobnice se ověřoval v celé řadě polních pokusů na různých stanovištích především v podmínkách na jihu Evropy. Z uvedených výsledků výzkumu s vlivem závlahy na sušších stanovištích na výnosy fytomasy ozdobnice

jednoznačně vyplývá, že jejím uplatněním lze výrazně zvýšit produkční potenciál ozdobnice minimálně podle stanoviště o 50 až 100 %.

V Itálii (Ercoli a kol., 1999) bylo při závlaze a hnojení N dosaženo ve čtyřletém průměru výnosu 37 t/ha sušiny. Výnosy sušiny fytomasy ozdobnice při závlaze přirůstaly od 37 do 50 kg sušiny fytomasy na 1 kg N. Výnosy rostly při současné aplikaci závlahy a hnojení N. Samotná závlaha se v dané oblasti do zvyšování výnosů neprojevila. Naopak v jiné oblasti Itálie závlaha zvyšovala výnosy v závislosti na místě a srážkách během roku v oblasti Cervia o 100 %, v oblasti Pisy o 20 % - (Petrini a kol., 1996).

V Portugalsku bylo při závlaze ozdobnice dosaženo výnosu 40,9 t.ha⁻¹ sušiny u *M. sinensis* (Clifton a kol., 2001). Výnosový koeficient zavlažované ozdobnice překročil hodnotu 1,5 v podmínkách Esexu v Anglii (Beale a kol., 1999). Při závlaze ozdobnice na písčité půdě Rhine Rift Valley v průměru let 1990/94 bylo dosaženo výnosů sušiny fytomasy 17,3 t/ha. Nezavlažovaná ozdobnice zde dosáhla průměrných výnosů pouze 7,4 t/ha. (Bischoff, Emmerling, 1995). Lewandowski a kol. (2000) uvádí, že zavlažované porosty ozdobnice dosahují v jižní Evropě na podzim výnosů více než 30 t/ha sušiny, zatímco nezavlažované porosty pouze 10 až 25 t/ha sušiny.

V Řecku sledovali ozdobníci zavlažovanou plně automatizovaným kapkovým systémem závlahy s intenzitou výtoky vody 4 l/hodinu a pěti rozdílnými dávkami (0, 300, 500, 750, 850 mm). Největší délky rostlin (425 cm) bylo dosaženo při závlaze 750 mm. Nezavlažované rostliny začaly vadnou před kvetením a dosáhly délky pouze 196 cm. Nezavlažované porosty ozdobnice dosahovaly v pátém roce pěstování výnosů sušiny méně než 5 t/ha. Při závlaze 500 mm bylo dosaženo 35 t/ha sušiny (Danalatos a kol., 1998).

V našich podmínkách se zatím žádné pokusy se závlahou ozdobnice neuskutečnily. V závlahových soustavách ve středním Polabí, na jižní Moravě ale i jinde, kde jsou příznivé teplotní podmínky, je možné očekávat rovněž výrazné zvýšení výnosů fytomasy této rostliny.

Ztráty fytomasy během zimního období

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 až 50 % v porovnání se sklizní na podzim (Lewandowski a kol., 2000). Také Bischoff, Emmerling (1995) udávají ztráty 33 %. Oproti např. čirokům má ozdobnice výhodu, že přes zimu běžně nedochází k poléhání porostu, které by ztěžovalo sklizeň. Nadzemní sklizená fytomasa ozdobnice je tvořena asi ze 2/3 stonky a 1/3 listy.

Lewandowski a Heinz (2003) sledovali výnosové ztráty fytomasy ozdobnice v polních pokusech na třech stanovištích na jihu SRN v různých termínech sklizně. Při únorovém termínu sklizně činily ztráty fytomasy 14-15 %, při březnovém termínu sklizně dalších 13 % v porovnání s prosincovým termínem.

Třicetiprocentní ztráty přes zimu opadem udává také Himken a kol. (1997). V našich pokusech v polních podmínkách jsme zjistili ztráty fytomasy ozdobnice (*M. x giganteus*) přes zimní období v rozmezí 24 až 36 % (Strašil, 1999). Ztráty fytomasy a vlhkost při sklizni ozdobnice v různých termínech sklizně v polních pokusech VÚRV uvádí tab. 8. Z těchto výsledků vyplývá, že během zimního období došlo ke ztrátám výnosu sušiny fytomasy ozdobnice v průměru za dané období o 25 %.

Z výše uvedeného je patrné, že v podmínkách střední Evropy lze uvažovat se ztrátami fytomasy ozdobnice přes zimní období v průměru kolem 30 %.

Tab. 8. Výnosy čerstvé hmoty (č.h.), sušiny fytomasy (t/ha) a vlhkost při sklizni (%) ozdobnice v různých termínech na stanovišti v Ruzyni (průměr let 1996-2001).

I termín ⁺			II termín ⁺⁺			III termín ⁺⁺⁺		
Výnos		Vlhkost	Výnos		Vlhkost	Výnos		Vlhkost
č.h.	sušina		č.h.	sušina		č.h.	sušina	
44,44	16,00	64,0	31,00	15,50	50,0	15,25	11,70	24,0

Poznámky: ⁺ v době největšího nárůstu fytomasy

⁺⁺ na podzim

⁺⁺⁺ brzy na jaře

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 (obr. 16, 17) 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.

Obr. 16. Půdní fréza.



Obr. 17. Půdní fréza při práci.



Využití plodiny

Ozobnice může být využita jako surovina pro energetické využití, stavební materiál, geotextilie, papír, obalový materiál, rostlinný substrát. Pro energetické využití se ozobnice může řezat, balíkovat, štepkovat, peletovat (obr. 20), briketovat apod.

Produkce energie

S ozobnicí se ve většině projektů ze západní Evropy počítá hlavně pro energetické účely na výrobu tepla (přímé spalování nebo pyrolýza). V současné době lze ozobnici,

podobně jako další plodiny, přimíchávat do uhlí, se kterým je jí možno společně spalovat. Náhrada části uhlí vede ke snížení emisí CO₂, NO_x, SO_x protože biomasa obsahuje malé množství dusíku a síry v porovnání s uhlím.

Pokud bude ozdobnice využívána pro energetické účely je třeba znát její výhřevnost a chemické složení abychom poznali kvalitu paliva. Spalné teplo sušiny celých rostlin je kolem 19,0 MJ/kg, což je více než u našeho běžně používaného hnědého uhlí pro topení v domácnostech, jehož výhřevnost činí od 12 do 14 MJ/kg. Velikost energetického obsahu ozdobnice není podstatně ovlivňována hnojením, stanovištěm, ročníkem ani závlahou, energetický obsah roste pouze s růstem výnosu (Stražil, 1999; Ercoli, 1999; Petrini a kol., 1996). Energetický obsah je závislý na obsahu vody v materiálu. Obr. 18. ukazuje jak se mění energetický obsah (výhřevnost) ozdobnice při spalování s obsahem vody. V tab. 9 je uvedena analýza spalování ozdobnice v porovnání se slámou obilovin. Z tabulky vyplývá, že ozdobnice má menší obsah popele, síry, draslíku než sláma obilovin.

Obdobně Beale, Long, 1995 uvádějí, že energetický obsah sušiny jednotlivých druhů ozdobnice se mění jenom nepatrně a v průměru uvádějí energetický obsah sušiny nadzemní části, kořenů a oddenků ozdobnice spolu 18,1 MJ/kg. Pro kořeny ozdobnice uvádějí energetický obsah sušiny kolem 16 MJ/kg, pro samotné listy 19 MJ/kg.

Tab. 9. Analýza spalování ozdobnice (*M. x giganteus*) a obilné slámy (Kirstensen, 1994) v dávkovacím mechanickém příkladacím zařízení.

Plodina	Tepelná hodnota (MJ/kg)	Popelo -viny (%)	Těkavé složky (%)	Síra (%)	Uhlík (%)	Vodík (%)	Dusík (%)	Tavicí proces popele (°C)		
								tepl. měknutí	tepl. lepení	tepl. tavení
Ozdobnice	17,1-15,8	2,6	69,7	0,11	41,5	5,4	0,5	1020	1090	1120
Sláma obilnin	18,4-15,2	4,0	70,0	0,16	42,0	5,0	0,4	950	1050	1150

Obsah prvků v rostlinách je jedním z důležitých faktorů nejen pro stanovení obsahu živin výnosy, ale také z hlediska spalování fytomasy. Pro spalování je výhodný co nejmenší obsah N ve fytomase (tvorí se méně N_{ox}), pokud je malý obsah S a Cl (snižuje se možnost koroze spalovacího zařízení), je-li také nízký obsah K, Mg apod. (snižuje se teplota tání popele).

Obsah dusíku v rostlinách ozdobnice klesá obecně se stářím rostliny a termínem sklizně. Nejmenší obsah dusíku je při sklizni nadzemní fytomasy po zimním období (Schwarz, 1994). Schwarz a kol. (1994) naměřil obsah N v únoru ve druhém roce pěstování 6,6 g/kg sušiny, ve třetím roce kolem 5 g/kg, ve čtvrtém a následujících letech od 3 do 5 g/kg.

Obdobně se stářím rostliny a oddálením termínu sklizně klesá kromě obsahu N také obsah dalších prvků ve fytomase ozdobnice viz tab. 10. K obdobným závěrům dochází také např. Jørgensen, 1997. Obsah dusíku v oddencích se v průběhu sezony mění méně než v listech nebo stoncích.

Průměrné emise pevných látek v kouří byla u ozdobnice 240 m³ (10 % O₂), u slámy 550 mg/normál m³ (10 % O₂). Spalování ozdobnice v kotli se ukazuje jako rovnoměrnější (stabilnější) a čistší než spalování pšeničné slámy pravděpodobně proto, že i přes větší hustotu jsou balíky pórovitější, což dává větší možnost průchodu vzduchu mezi silnými stébly při spalování. Obsah popele je u ozdobnice menší než u obilné slámy. Obsah popele u tři roky starého porostu ozdobnice uvádí Schwarz (1994) 2 až 3 %.

Tab. 10. Obsah prvků u ozdobnice (%) v různých termínech sklizně (Kára, 2004).

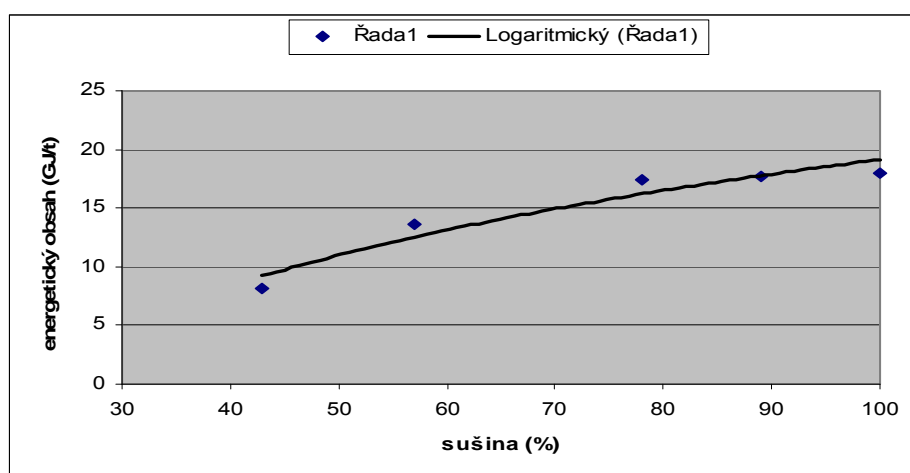
Plodina	Skližeň	N	P	K	Ca	Mg	S
Ozdobnice	listopad	0,966	0,139	0,555	0,444	0,139	0,122
	březen	0,777	0,112	0,230	0,302	0,113	0,043
Průměr		0,921	0,105	0,643	0,429	0,113	0,083

Energetický obsah fytohmoty se mění také s obsahem vody ve fytohmotě. Obsah vody ve fytohmotě je závislý na stáří rostliny tedy i na termínu sklizně. Vliv termínu sklizně na obsah vody ve fytohmotě ozdobnice je uveden v tab. 8. Z tabulky vyplývá, že při podzimním termínu sklizně je obsah vody v průměru 50 %. Zde je třeba počítat s dosoušením posekané fytohmoty. V tomto pozdním termínu sklizně již nemůžeme počítat s přirozeným dosoušením na poli, ale podle obsahu vody ve fytohmotě pouze s umělým dosoušením studeným nebo temperovaným vzduchem.

Při jarním termínu sklizně klesl obsah vody ve fytohmotě ozdobnice v průměru na 24 %. Z hlediska obsahu vody je proto tento termín výhodnější. Z uvedeného vyplývá, že u ozdobnice (podobně jako u většiny sledovaných plodin) určené pro energetické využití je výhodnější z hlediska obsahu vody zimní nebo spíše jarní termín sklizně, kdy přes zimu mraz rostliny vysuší. Takto vlhký materiál lze již bez větších potíží skladovat nebo z něj přímo vyrábět pelety nebo brikety. Snížení výnosů fytohmoty v porovnání s podzimním termínem sklizně je vyváženo zvýšenou kvalitou paliva (z hlediska technického a tvorby emisí). Odpadne také dosoušení, které je ekonomicky relativně nákladné.

Z výsledků je patrné, že obsah vody se snižuje se stářím rostlin a je ovlivněn (pokud jsou rostliny sklizeny až na jaře) také zimními mrazy, které rostliny vysuší. Jak se energetický obsah fytohmoty ozdobnice zvyšuje se snížením obsahu vody je znázorněno na obr. 18. Z obr. 18, je patrné, že výhřevnost při spalování je silně závislá na vlhkosti fytohmoty. Při vlhkosti 50 % je energetická hodnota např. u leskvice pouze 9,47 GJ/t. Při vlhkosti 18 % vhodné pro přímé spalování ve většině kotlů s nižším výkonem je spalné teplo 15,9 GJ/t, což minimálně odpovídá hnědému uhlí horší kvality používanému v našich tepelných elektrárnách.

Obr. 18. Vliv obsahu vody ve fytohmotě ozdobnice na energetický obsah (výhřevnost).



Lewandowski a kol. (1995) se zabývali kvalitou biomasy při spalování z hlediska praktického významu a možností změn kvality biomasy ozdobnice čínské. Zjistili, že koncentrace vody, minerálů a popele byla vyšší v biomase z chladnější a vlhčí lokality než

v biomase z teplejšího lokality. Aplikace draselných hnojiv vede k zvýšení draslíku v popeli. Sklizeň v únoru vede v porovnání se sklizní v prosinci ke zvýšení kvality biomasy, protože koncentrace popele, minerálů a zvláště vody je nižší. V porovnání s ostatními lignocelulitickými rostlinami má biomasa z ozdobnice velmi dobrou kvalitu z hlediska spalování. V únoru měly stonky obsah vody pouze 16-33 %. Koncentrace minerálů byla také nízká, představovala u chlóru 0,3-2,1 g/kg, dusíku 0,9-3,4 g/kg a draslíku a 3,7-11,2 g/kg.

Bischoff, Emmerling (1995) udávají Obsah popele je udáván 2 až 3 % (pro slámu 4 %). V popeli tříleté ozdobnice bylo zjištěno 10-30 % K₂O, 2-4 % P₂O₅, 1-4 % MgO a 3-7 % CaO.

Popel ze spálené fytomasy se dá použít k hnojení polí. Pro popel ze dřeva se doporučují dávky na zemědělskou půdu maximálně 8 t/ha za tři roky. Popel z ozdobnice i dalších zemědělských plodin je zdrojem hlavně draslíku a fosforu viz. tab. 11. Popel z uvedených plodin obsahuje 2 až 3 krát vyšší množství živin a 3 až 10 krát nižší množství těžkých kovů než popel z přirozených lesních porostů (Hasler a kol., 1998).

Tab. 11. Průměrný obsah prvků v popeli při spalování různé biomasy (Hasler a kol., 1998).

Prvek	jednotka	seno	ozdobnice	konopí	sláma	dřevo
P	G /kg	30	19	33	12	9,4
Cl	G /kg	2,4	2,0	3,2	3,7	-
Ca	G /kg	69	51	238	52	321
Mg	G /kg	18	17	40	13	27
K	G /kg	166	129	150	132	66
Pb	mg/kg	2,0	13	-	2,0	18
Cd	mg/kg	0,3	0,9	0,2	0,5	2,2
Cu	mg/kg	80	65	85	57	210
Mo	mg/kg	10,5	8,3	10,1	7,4	4,5
Zn	mg/kg	80	100	100	25	380
Mn	mg/kg	1750	1940	440	440	7850

Výroba buničiny

S ozdobnicí se dále počítá jako s výborným zdrojem suroviny pro výrobu buničiny. Vysoký obsah celulózy kolem 40 % (Mc Carthy, 1994) řadí ozdobnici k velkým konkurentům dosud běžně používaných dřevin pro výrobu buničiny. Papatheofanous, Koukios (1996) udávají obsah celulózy u ozdobnice více než 43 %. Z toho ligninu je více než 24 %. Obsah hemicelulózy kolísá v rozmezí 26,7 až 27,8 % v/v (váhy k celkové váze).

Oggiano a kol. (1997) sledovali rozvláknování a vlastnosti papíru z ozdobnice (*M. x giganteus*), výtečníku (*Spartium junceum*) a ramie (*Boehmeria nivea*). Nejlepší charakteristiky pro výrobu papíru byly zjištěny u ozdobnice. V tab. 12. je uvedeno chemické složení celých rostlin ozdobnice podle Papatheofanouse a kol. (1996).

Tab. 12. Chemické složení ozdobnice (v/v).

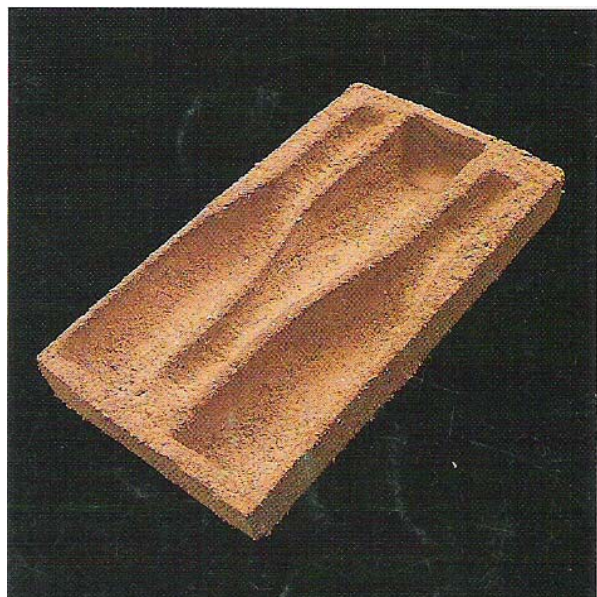
Látka:	celulóza	hemicelóza	lignin	popel
	43,1	26,7	22,1	3,9

Další možnosti využití ozdobnice

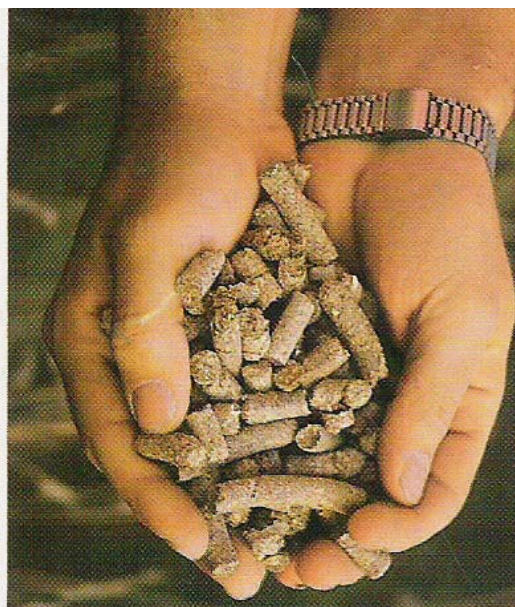
Ozdobnici lze dobře využít i ve stavebním průmyslu hlavně pro výrobu panelových desek nebo stavebních bloků. Používá se jí jako materiálu pro výrobu dřevovláknitých desek, dřevitých lepenek, rohoží nebo došek (Harvey, 1994; Walsh, Mc Carthy, 1998), geotextilií (Venturi a kol., 1997). Ozdobnici lze využít při výrobě lehkých přírodních sendvičových materiálů, které mohou nahradit sendvičové materiály vyrobené z lehkých kovů nebo plastů. Z ozdobnice se dále vyrábějí snadno likvidovatelné obalové materiály (obr. 19).

Stonky mladých rostlin ozdobnice, dokud nezačnou dřevnatět, lze využít i jako krmivo (čerstvá píce). Ozdobnice snáší bez velkých problémů i více sečí za rok. V Japonsku v polních pokusech ověřovali (Hayashi, 1994), jaký má vliv sečení ve frekvenci 1 až 5 sečí v období květen až září na výnosy a toleranci k sečení různých plodin. Ozdobnice patřila k tolerantnějším travám k opakujícím sečím. Krmnou hodnotu ozdobnice na zelené krmení sledovali např. Majtkowski a kol. (2004). Podle těchto autorů má ozdobnice vyšší obsah sušiny a nižší obsah hrubých proteinů v porovnání s travami typu C₃.

Obr. 19. Bioobal na láhve vína z ozdobnice.



Obr. 20. Pelety z ozdobnice.



Fytomasu ozdobnice je možné využít při kompostování spolu s kejdou skotu i prasat. (Eiland a kol., 2001). Aby byla získána náhrada za rašelinu do květináčů byly kompostovány sláma ozdobnice a kejda prasat dvěma různými systémy (otevřené boxy a uzavřené reaktory). Přes počáteční rozdíl v poměru C:N (25 v boxu, 16 v reaktoru) byl finální poměr stejný C/N=13).

Bylo také ověřováno kompostování rozřezaných stonků ozdobnice s různým množstvím kejdy prasat a přidaného dusíku. Byl sledován vliv různého poměru C:N na proces kompostování během 12 měsíců. Úzký poměr C:N vykazoval rychlou degradaci vláken během prvních tří měsíců kompostování (hemicelulózy 50-80 %, celulózy 40-60 %), zatímco široký poměr C:N degradoval pouze 10-20 % jak hemicelulózy tak celulózy. Tyto rozdíly se odrazily v mikrobiální biomase a respiraci, které byly zpočátku vyšší při užším poměru C:N než při širším poměru C:N.

Ekologické aspekty

Produkce zemědělských plodin je relativně intenzivní a vytváří tedy riziko ke kontaminaci půdy a vody nitráty, fosfáty, pesticidy apod. Ozdobnice je málo náchylná k chorobám a škůdcům, proto má malé požadavky na používání pesticidů, což omezuje riziko kontaminace podzemních vod a následné riziko pro vodní a půdní organizmy. Hladina vyluhování nitrátů je ovlivněna úrovní hnojení a stáří plantáže ve spojení s dalšími faktory jako jsou počasí a druh půdy. Výskyt půdní, větrné eroze a výskyt nitrátů je u ozdobnice možný v prvním roce, kdy kořenový systém není plně vyvinut a produkce fytomasy je limitována. V pozdějších letech kdy se porost zapojí a na povrchu půdy se vyskytuje opad, při obvyklých agrotechnických opatřeních, k těmto jevům u ozdobnice již nedochází. Celoroční pokryv půdy zabraňuje erozi. Sklizeň ve střední Evropě probíhá převážně na jaře, takže tam, kde je pěstována ozdobnice, není krajina v zimním období tak opuštěná a „vyklizená“.

Při pěstování ozdobnice může na některých místech (zvláště v jižní Evropě) při vysokých výnosech a malém množství srážek dojít k vyčerpání (ztenčení) zásob podzemní vody.

Porost ozdobnice nabízí niku pro přezimování a úkryt pro členovce, ptáky a savce. Výsledky ze sledování vlivu ozdobnice a jejich porovnání s některými zemědělskými plodinami z hlediska biodiverzity ukazují, že více brouků bylo zjištěno v porostu žita než u ozdobnice ale v porostech ozdobnice byla zjištěna větší druhová diverzita. Populace pavouků byla u ozdobnice třikrát vyšší než u žita (Christian a kol., 1997).

V další práci byla porovnávána fauna vyskytující se v porostech ozdobnice, kukuřice a rákosu (*Phragmites australis*). SRN. V porostu ozdobnice byl zjištěn výskyt 7 druhů ptáků, v kukuřici 3 v rákosu pouze jeden druh (Eppel-Hotz, Jodl, 1997). Porost ozdobnice byl také atraktivní pro brouky a pavouky. V porostu ozdobnice bylo registrováno 104 druhů, zatímco v porostu rákosu 94 a v porostu kukuřice 82.

Vytrvalé porosty ozdobnice jsou důležité také z hlediska ochrany půdy a z krajinářského hlediska. Velké plantáže mohou mít podle některých autorů negativní dopad na krajinu. Toto bude pouze v případě, kdy bude pěstován pouze jeden druh. Pokud bude vysazeno na jednotlivá pole více druhů bude zajištěna různá velikost, struktura a různé barvy v porostech a tak se zlepší i vzhled krajiny.

Ozdobnici lze pěstovat i jako okrasnou rostlinu v parcích nebo zahradách. Pro mohutný vzrůst je ozdobnice využívána jako optická clona nebo ve skupinách před porosty dřevin. V zahradách se dá ozdobnice využít jako solitéra nebo v menších skupinách. Všechny druhy raší poměrně pozdě a proto hlavního okrasného účinku dosahují od poloviny léta až do jara. Květenství se hodí k řezu a další úpravě do suchých dekorací.

Problematika příjmu těžkých kovů

Byl porovnáván obsah těžkých kovů v různých částech rostlin ozdobnice čínské, křídlatky sachalinské a kukuřice pěstovaných v nádobových pokusech (Wilke, Metz, 1992). Obsah těžkých kovů v půdě byl v rozmezí 0,2 až 72,2 mg Cd, 10,4 až 539,0 Cu, 25,6 až 1124,0 Pb a 34,5 až 1800,0 g/kg Zn. Listy ozdobnice obsahovaly větší množství těžkých kovů než stonky. Kořeny a oddenky obsahovaly 3-20 krát více těžkých kovů než nadzemní část. Obsah těžkých kovů byl u kukuřice stejný jako u ozdobnice vyjma olova, kterého bylo více obsaženo v ozdobnici. Také Kim a kol. (1999) obdobně zjistili, že těžké kovy (Ni, Co, As, Sc, Cr, Zn) se u ozdobnice hromadí více v kořenech než v nadzemních částech rostliny.

Fernando a kol. (1998) sledovali v nádobových ozdobnicích, která byla ošetřena komunálním kalem s vysokým obsahem těžkých kovů Cu, Zn, Ni, Cd, Cr, Pb. Cd a Pb byly poutány převážně v kořenech. V kořenech bylo zjištěno také vysoké množství Cu a Zn. Prvky Ni a Cr byly akumulovány převážně v nadzemní části rostlin. V rhizomech se hromadilo nejmenší množství sledovaných těžkých kovů. Z výsledků provedeného experimentu vyplývá, že ozdobnice je schopna imobilizovat významné množství těžkých kovů z kontaminovaného půdního prostředí.

Ekonomické hodnocení

Aby se snížily náklady na pěstování ozdobnice, uvádí se několik opatření, která zlevňují náklady. Při zakládání porostu se doporučuje hustota porostu 10 tisíc sazenic na hektar, neboť sazenice jsou drahé. Levnější je zakládání porostů pomocí rhizomů než pomocí rostlin vypěstovaných z tkáňových kultur. Při získávání oddenků se doporučuje velkovýrobní technologie jako např. vyoravače brambor nebo upravené stroje na cibuli, která zlevňuje cenu oddenků. Cena za rhizom je potom udávána 0,075 Euro, což odpovídá 750 Euro/ha. Při ekonomických bilancích se uvažuje s životností porostu ozdobnice 20 let. Cenu může dále zlevnit to, že část porostu ozdobnice bude v polovině očekávaného životního cyklu (v desátém roce pěstování) použita jako „mateřská plantáž“ pro získání rhizomů. Redukce výnosu, která vznikne touto operací, bude kompenzována cenou získanou z prodeje rhizomů.

Bullard (2001) porovnává z ekonomického hlediska pěstování ozdobnice pro různé účely. V knize jsou uváděny následující závěry. Ozdobnice je cenově vhodná, pokud bude surovina využívána pro výrobu speciálního papíru. Naopak je z ekonomického hlediska nevýhodné, pokud bude ozdobnice využívána pro výrobu tkaných nebo netkaných textilií a geotextilií. Pokud bude ozdobnice plně využívána jako palivo v energetickém průmyslu, bude ekonomicky rentabilní (bez dotací) pokud budou výnosy vyšší než 18 t/ha sušiny, čehož lze dosáhnout při velkovýrobních technologiích (na velkých farmách). Při nižších výnosech kolem 15 t/ha bude ekonomicky rentabilní, pokud bude výroba dotována jako výroba obnovitelného zdroje paliva majícího při spalování pozitivní vliv na životní prostředí. Ozdobnici s vysokým obsahem vody kolem 50 % při sklizni je možné štěpkovanou využít pro výrobu sendvičových materiálů.

Ze SRN pochází následující jednoduchý propočet rentability. Zde uvažují, že v normálních podmínkách je dosažitelný výnos 20 t/ha ozdobnice. Toto množství při spalování odpovídá energeticky zhruba 8400 l topného oleje. Při ceně topného oleje 50 Pf/g/l (0,26 Euro/l) to znamená přínos 4200 DM (2 147 Euro) z 1 hektaru. Při započtení vysokých investičních a provozních nákladů (1 000 DM/ha/rok) a odečtení nákladů na sklizeň, transport a ostatních nákladů je uváděn přínos 1 900 DM/ha (970 Euro/ha). Je to více než u obilovin, kde je uváděn přínos 800 DM/ha (409 Euro/ha). K tomu v SRN obdrží zemědělec od EU navíc příspěvek až 1 500 DM/ha (767 Euro/ha) za pěstování nepotravinářské plodiny.

NOVEM (Netherlands Agency for Energy and the Environment) vypracovala v roce 1992 projekt č. 71.140/0130 (The feasibility of biomass production for the Netherlands energy economy). V tomto projektu jsou srovnávány vybrané energetické rostliny z různých hledisek včetně ekonomiky. Celkové výrobní náklady na produkci ozdobnice jsou uvažovány 2 274 G/ha/rok (1 032 Euro/ha/rok) při průměrném výnosu 16 t/ha sušiny a při desetiletém pěstování a výsadbě 10 000 sazenic na hektar.

V Dánsku jsou pro rok 1994 uváděny ceny na založení porostu ozdobnice pomocí tkáňových kultur kolem 30 000 DKr (tj. cca 140 tis. Kč/ha) při ručním zakládání, ale pouze 6 000 DKr (cca 28 000 Kč/ha) při mechanizovaném založení porostu (Jørgensen, 1994). Obdobně Schwarz a kol. (1998) udává, že mechanizované zakládání rostlin ozdobnice

z oddenků redukuje náklady na 20 % nákladů rostlin zasazených z explantátů. Také Darwinkel a kol. (2001), kteří provedli ekonomické vyhodnocení pěstování biomasy ozdobnice, udávají obdobné výsledky. Schwarz a kol. (1998) uvádí, že při zakládání porostu ozdobnice z oddenku lze snížit náklady o 20 % ve srovnání s použitými sazenicemi.

S využitím současných výsledků výzkumu v zahraničí podle našich zkušeností s technologií pěstování ozdobnice lze reálně uvažovat o těchto možnostech snížení přímých nákladů:

- zakládání porostů s menším počtem rostlin na ploše (kolem 8 tis/ha)
- získávat levnější sazenice (dotované, tj. příspěvek na založení porostu), nebo pěstované z odkopků (rhizomů),
- použití racionálnějšího hnojení porostu NPK, během 10tiletého pěstování porostu (např. po tříletém pěstování hnojit porosty ob rok),
- uplatnění nových výnosnějších odrůd ozdobnice,
- využití závlah na příznivých stanovištích.

Při současné úvaze o snížení počtu rostlin o 2 tis. na ha lze dosáhnout při kalkulování ceny za sazenici 11,5 Kč úspory 23 tis. Kč/ha a při hnojení NPK od 4 do 10 roku pěstování ob rok lze snížit náklady na hnojení o 13 200 Kč. Celková úspora činila 36 200 Kč. Při propočtu nákladů na produkci 1 t sušiny výnosu ozdobnice se jedná oproti výše uvedené částce o snížení o 234 Kč.

Je hlavně možno do budoucna uvažovat i se zvýšeným výnosem sušiny fytohmoty ozdobnice (nové výkonnější odrůdy, zlepšení technologie pěstování) např. na průměrných 22 tun sušiny z ha.

S dalším zlevnění přímých nákladů na pěstování ozdobnice je nutné předpokládat ponechání porostu na delší dobu využití (např. při 16tiletém). Využití ozdobnice, by činily přímé náklady na 1 t sušiny cca 800 Kč, což je o 64 % nižší oproti současným přímým nákladům 1253 Kč.

Za současné situace, aby pěstování fytopaliva z ozdobnice bylo na úrovni rentability je nutná realizační cena za 1 tunu sušiny fytohmoty ve výši 1 500 Kč. Z toho vyplývá, že bez výrazných dotací, zejména finanční podpory při zakládání porostů, nelze její pěstování pro energetické účely využívat. Vzhledem k velkému produkčnímu potenciálu fytohmoty této rostliny bude však třeba urychleně zdokonalit (inovovat) jak pěstební technologii této plodiny, tak i finančně podpořit výrobu energie z obnovitelných zdrojů. Při mechanizované sklizni má ozdobnice oproti RRD tu výhodu, že se dají použít běžné nebo jen málo upravené mechanismy používané běžně v zemědělství.

Na základě dlouhodobého (od r. 1994) polního pokusu s pěstováním ozdobnice ve VÚRV Praha-Ruzyně zpracoval Stražil (2000, 2005), podle použité agrotechniky a dosažených výnosů fytohmoty, orientační hodnocení ekonomické nákladovosti v daných stanovištních podmínkách (viz tab. 13).

Z uvedených nákladových položek zaujímá největší částku cena za sadbu ve výši 120 tisíc Kč, což z celkových přímých nákladů vynaložených při 10tiletém pěstování činí téměř 62 %. Při kalkulaci pěstování založeného porostu ozdobnice na 20 let při stejných přímých nákladech v dalších letech (viz tab. 8), by činily přímé náklady na 1 t sušiny cca 910 Kč.

Podle těchto výpočtů vycházejí přímé roční náklady (při započtení nižších nákladů na sadbu) za 10-ti leté období na cca 19 430 Kč/ha, za 20-ti leté období 13 590 Kč/ha. Při průměrném ročním výnosu na podzim 15 t/ha sušiny a započtení fixních nákladů ve výši 3 500 Kč/ha/rok celkové náklady v přepočtu při podzimním termínu sklizně představují 1 530 resp. 1 140 Kč/t přepočtené na sušinu (Stražil, 2000). Při podzimním termínu sklizně je sklizená fytohmota příliš vlhká (v průměru 50 %). Z tohoto důvodu ji ve většině případů nelze přímo spalovat, skladovat, briketovat nebo peletovat. Takto vlhká fytohmota se musí dosušet,

což značně prodražuje náklady. Celkové náklady na 1 tunu „úsušku“ při dosoušení na vlhkost potřebnou pro spalování nebo skladování jsme odhadli na 498 Kč. To znamená, že celkové náklady při podzimním termínu sklizně stoupnou za 10-ti leté období na 2 028 Kč/ha, za 20-ti leté období na 1 638 Kč/ha (tab. 13).

Tab. 13. Ozdobnice – výpočet celkových variabilních nákladů za období pěstování.

Pracovní operace	Kč/ha
1. rok	
Herbicidní úprava (aplikace + herbicidy)	1 800
Zpracování půdy - orba	1 100
Hnojení (30 kg/ha P, 60 kg/ha K)	1 300
Příprava půdy před založením porostu	500
Sázení včetně sadby (10 000 sazenic/ha, cena sazenice 11,5 Kč)	120 000
Ošetřování plodiny (plečkování, ošetření herbicidy)	1 200
Sklizeň včetně dopravy	-
2. rok	
Přihnojení (80 kg/ha N, 60 kg/ha K, 30 kg/ha P)	3 300
Sklizeň včetně dopravy (5 t) řezání+odvoz+uskładnění 1370+200	1 570
Uskladnění (750 Kč/ha)150 Kč/t	750
Lisování +odvoz balíků+uskładnění (250+30+150 Kč/t)	
3. rok	
Přihnojení	3 300
Sklizeň včetně dopravy (10 t) 1 470+400 Kč/ha	1 870
Uskladnění	1 500
4 - 9 (19) rok	
Přihnojení	3 300
Sklizeň včetně dopravy (17 t) 1 520+680 Kč/ha	2 200
Uskladnění	2 250
10 (20) rok	
Přihnojení	3 300
Sklizeň včetně dopravy (17 t) 1 520+680 Kč/ha	2 200
Uskladnění	2 2350
Likvidace porostu:	
Vyorávka na podzim: dvouřádkový vyorávač	1 000
Chemický postřik (Roundup)	850
Celkové variabilní náklady při průměrném ročním výnosu sušiny fytomasy 15 t/ha:	
Průměr za 10-ti leté období včetně uskladnění (bez dosoušení):	19 430 (Kč/ha)
Náklady na tunu sušiny včetně dosoušení a uskladnění (10 let): 1 300 + 498	2 028 (Kč/t)
Průměr za 20-ti leté období včetně dosoušení a uskladnění:	13 590 (Kč/ha)
Náklady na tunu sušiny včetně dosoušení a uskladnění (20 let):910 + 498	1 638 (Kč/t)

Při mechanizované sklizni má ozdobnice oproti RRD tu výhodu, že se dají použít běžné nebo jen málo upravené mechanismy používané běžně v zemědělství. Tyto náklady jsou uvažovány bez započtení dotací na půdu, kde se pěstují nepotravinové produkty.

V tab. 13 jsou uvedeny orientační výpočty nákladovosti v našich podmínkách (Stražil, 2000). Náklady na výrobu a zpracování se musí kalkulovat na jednotlivé konkrétní případy, neboť cena suroviny bude záviset na mnoha okolnostech jako jsou způsob zakládání a sklizně jednotlivých plodin, délka pěstebního období, vzdálenosti přepravy, způsobu naskładnění, skladování a vyskladnění, mírou inflace apod. Náklady budou záviset také na velikosti výnosů komodit.

Z uvedeného je zřejmé, že vypočtené náklady jsou vysoké a vypěstovaná fytomasa ozdobnice pěstované pouze na spalování nemůže v současné době konkurovat uhlí nebo zemnímu plynu. Také Darwinkel a kol. (2001), kteří provedli ekonomickou bilanci pěstování biomasy ozdobnice uvádějí, že pěstování není rentabilní bez dotací.

Normativy zemědělských výrobních technologií (Kavka a kol., 2006) 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 1354 do 2376 Kč/t). Porovnání nákladů na pěstování vybraných jednoletých nebo víceletých energetických rostlin uvádí např. Kára a kol. (2005) - viz tab. 14. Za současné situace je prozatím ekonomicky efektivní fytopalivo slámy obilnin, jejíž celkové náklady na 1 t sušiny se pohybují kolem 300 Kč a realizační cena na trhu činí 500-600 Kč/t. Při využití výše uvedených návrhů na zdokonalení pěstitelské technologie, je možno tuto energetickou rostlinu považovat za stejně hodnotnou rostlinu s ostatními uvedenými rostlinami.

Tab. 14. Přímé a celkové náklady na 1t sušiny fytomasy jednoletých a víceletých energetických rostlin - Kára a kol. (2005).

Plodina	Přímé náklady (Kč/ha)	Výnos sušiny (t/ha)	Přímé náklady na 1t sušiny		Celkové náklady na 1t sušiny*
			Kč	%	
Jednoleté rostliny					
Čirok cukrový	10 030	12,4	809	100	954
Hyso	10 030	11,9	843	104	995
Sudanská tráva	10 030	9,4	1 064	132	1 259
Konopí	12 357	8,0	1 545	191	1 823
Víceleté rostliny					
Lesknice rákosovitá (při 5letém pěstování)	5 024	6,2	810	100	956
Křídlatka česká (při 10letém pěstování)	13 430	14,3	940	116	1 108
Ozdobnice čínská (při pěstování 10 let)	19 430	15,5	1 253	155	1 479
Porovnání se slámou obilnin					
½ podíl nákladů na sklizeň	650*				
Lisování do hranatých balíků	275				
Doprava na vzdálenost 10 km	64				
celkem	989	4,0	247	-	293

* Do celkových nákladů byly započítány fixní náklady ve výši 18% z přímých nákladů.

Energetické bilance

Energetické hodnocení je vedle ekonomického hodnocení jedním z významných objektivních měřítek účelnosti výroby jako celku. Energetické bilance vycházejí ze stálé užité hodnoty produktů, nepodléhají různým náhodným výkyvům a umožňují objektivně srovnávat i značně odlišné způsoby výrobní činnosti.

Energetická bilance obecně srovnává vstupy energií do výrobního procesu s energetickými výstupy. K hodnocení se používá např. energetický zisk nebo měrná spotřeba energií. Energetický zisk se definuje jako rozdíl mezi získanou a vloženou energií. Měrná spotřeba energií se vypočítá jako celková spotřeba energií na jednotku konečné produkce. Z našich autorů energetiku zemědělství zpracoval např. Haš a kol. (1985). Metodiky jak

postupovat při energetických bilancích uvádí pro rostlinou výrobu např. Preininger (1987), Pospíšil, Vilček (2000) pro živočišnou výrobu Vencl (1990), pro soustavu rostlinná výroba - živočišná výroba - půda např. Číslák (1983).

Na vypěstování produkce a na energetické hodnocení výrobního procesu je třeba také v zemědělství použít dodatečné energie. Modelové energetické výrobní vstupy některých plodin kde je uvedena také ozdobnice, a kde jsou započteny jak přímé tak nepřímé energetické vklady a energetické bilance pro vybrané plodiny uvádí Stražil (2000) - tab. 15, 16. Z tabulky 15 je patrné, že výrobní vstupy jsou nejnáročnější okopaniny, nejméně náročné vytrvalé rostliny jako chřastice nebo ozdobnice. Pokud jde o rostliny uvažované pro pěstování fytomasy pouze na spalování, potom největší energetický zisk vytváří ozdobnice (tab. 16). Dále následují v sestupném pořadí pšenice, řepka (při započtení celých rostlin) a chřastice. Z tabulky je dále patrné, že energetické vstupy odpovídají 4,7 % energetických výstupů.

Energetické bilance vybraných jednoletých (konopí, čirok) a vytrvalých (chřastice rákosovitá, ozdobnice čínská a křídlatka) rostlin při různých termínech sklizně (v době největšího nárůstu fytomasy, na podzim, brzy na jaře) a systému dosoušení (dosoušení na poli, studeným vzduchem, temperovaným vzduchem, nízkoteplotní sušárnou, horkovzdušnou sušárnou) uvádí Stražil (2003).

Tab. 15. Energetické výrobní vstupy u vybraných plodin (GJ/ha/rok).

Operace	Plodina					
	Pšenice ozimá	Cukrovka	Brambory	Řepka ozimá	Lesknice rákosovitá*	Ozdobnice čínská**
Příprava půdy	2,389	3,019	2,428	2,389	0,547	0,290
Hnojení	8,938	26,780	17,108	13,500	6,890	4,866
Setí, kultivace, ošetření	8,643	3,909	10,296	0,645	0,327	0,495
Sklizeň a odvoz hlavního produktu	3,220	5,447	5,098	2,830	1,990	2,110
Sklizeň a odvoz vedlejšího produktu	0,895	-	-	0,853	-	-
Briketování	2,016	-	-	2,016	2,016	3,175
Celková spotřeba za pěstování	23,190	39,155	34,930	19,364	9,754	7,761
Likvidace porostu						0,378
<i>(včetně sklizně a briketování)</i>	26,101	-	-	22,230	11,770	11,314

Poznámky: * přepočten na jeden rok při předpokládané životnosti porostu 5 let

** přepočten na jeden rok při předpokládané životnosti porostu 10 let

Tab. 16. Energetické bilance sledovaných plodin a produktů (GJ/ha/rok).

Plodina	Energetický vklad potřebný na výrobu produktu	Produkce energie	Energetický zisk	Měrná spotřeba energie
Pšenice - fytomasa zrna a slámy celkem	26,10	156,25	130,15	0,17
Řepka - fytomasa semene a slámy celkem	22,32	140,50	118,27	0,16
Lesknice rákosovitá – celá rostlina	11,77	93,00	81,23	0,13
Ozdobnice čínská - celá rostlina	10,94	232,50	221,56	0,05

Podle některých autorů (Hartmann 1995; Jørgensen, Jørgensen, 1996; Lewandowski, 1995) energetické vstupy odpovídají 5-6 % energetických výstupů. Do energetických vstupů

byly zahrnuty všechny procesy od přípravy půdy až po sklizeň, transport, skladování a přípravu k využití. Energetický výstup zahrnoval celkovou hodnotu při spalování.

Shrme-li výše uvedené energetické hodnocení, respektive dosažený energetický zisk a energetickou účinnost, je z tohoto hlediska pěstování ozdobnice perspektivní.

Závěr

Perspektivy a nevýhody pěstování

Ozdobnice se jeví jako perspektivní rostlina pro energetické využití zvláště v teplejších oblastech. Při jejím pěstování je možno, kromě mnoha již naznačených výhod, jako je dosahování každoročních vysokých výnosů sušiny fytomasy, vysoce efektivní využívání vody, vysoce efektivní využívání dusíku, sklizeň běžně používanými sklizňovými mechanismy apod., vytknout dvě její největší nevýhody. Zatím nejsou vyšlechtěny odrůdy, které by byly značně odolné proti vymrzání. Proto se může stát, že při krutých zimách může dojít v prvním roce po výsadbě k vymrznutí sazenic. Např. El Bassam (1994) uvádí, že v roce 1992 vymrzlo v některých oblastech v Německu a Holandsku až 95 % nově založených porostů ozdobnice. V dalších letech, kdy jsou sazenice již dobře zakořeněny, k vymrzání běžně nedochází.

Druhou nevýhodou jsou značné náklady na sadbu. Podle normativů zemědělských výrobních technologií (Kavka a kol., 2006) pro pěstování ozdobnice založené na 10 let představují celkové technologické náklady bez dotací (variabilní + fixní náklady) podle náročnosti od cca 19 000 do 21 662 Kč/ha (od 1354 do 2376 Kč/t).

Levněji vyjdou porosty ozdobnice mechanicky založené z rhizomů. Dánové uvádějí, že mechanicky založené porosty z rhizomů vyjdou 5x levněji, než porosty založené z tkáňových kultur podle jejich výpočtu v přepočtu 28 000 Kč/ha oproti 140 000 Kč/ha. Pokud bychom tedy měli k dispozici vlastní rhizomy (odkopky), založení porostu by vyšlo levněji v porovnání s kupovanou sadbou.

Využití ozdobnice jako obnovitelného zdroje energie, je však značně závislé na jejím rentabilním pěstování. Proto je nutno dosáhnout potřebné efektivnosti vynaložených nákladů na jednotku produkce fytomasy. Ekonomickou efektivnost pěstování ozdobnic ovlivňují nejen vynaložené náklady na její pěstování a dosažená výše produkce, ale také její zpeněžení.

Při zajištění požadavků na stanoviště a progresivní pěstební technologie lze dosáhnout u ozdobnice 30 t a i více sušiny fytomasy z ha. Tím předstihuje výnosové možnosti řady jednoletých i víceletých rostlin včetně rychle rostoucích dřevin. Kvalita fytopaliva ozdobnice je srovnatelná s fytomasou dřevin. Velkými výhodami při pěstování ozdobnice jsou relativně nízké nároky na hnojení, pesticidy a vykazuje vysoké přírůstky fytomasy použitou závlahou. Sklizeň lze realizovat běžně používanými stroji. Za větší nevýhody lze při pěstování ozdobnice považovat menší zimovzdornost sazenic a jejich vysoká cena. Tyto uvedené nedostatky a další zdokonalování pěstební technologie se řeší v současně probíhajících výzkumných programech. Pro rychlejší uplatnění v provozních podmínkách je v současné době nutná státní finanční podpora pro rentabilní pěstování.

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.

Prvotní doporučení pro pěstitele ozdobnice v České republice

Ozdobnice čínská

(*Miscanthus sinensis* Anderss.)

Ozdobnice je vytrvalá tráva vysokého vzrůstu. Pochází z východní Asie (jižní Kurily, východ SSSR, Čína-Madžursko, Tchajwan, Korea, Thajsko, Polynesie). Botanicky se řadí do čeledi lipnicovité (Poaceae), tribus vousatkovité (Andropogoneae). Je to vytrvalá rostlina typu C₄. Lata široká, okolíkatě patrovitá, větévky odvislé. Oddenek dřevnatý. Počet chromozomů: 2n = 38. Současné odrůdy dosahují za příznivých podmínek výnosu přes 30 tun sušiny z hektaru. Dobře využívá sluneční energii, vodu, živiny. Je značně odolná proti chorobám a škůdcům.

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 plevely (pýr, šťovíky). Půdy s nižší hladinou podzemní vody vyžadující závlahu (půdy dočasně uvedené do klidu s možností závlahy). Optimální pH půdy je v rozmezí 5,5 až 6,5. Při pH nad 7,0 byly pozorovány deprese výnosu. Plodina značně šetří s vodou, neboť její koeficient transpirace je kolem 250 litrů na kg sušiny, což je mezi čiroky (200 l/kg) a kukuřicí (300 l/kg). Přesto při dosahování 40 tun sušiny z hektaru je teoreticky třeba 1 000 mm srážek.

Povolené odrůdy: V současné době nejsou u nás povoleny žádné odrůdy. Ze zahraničí jsou nabízeny výkonné formy jako jsou "Giganteus", "Goliath", "Silberfeder", "Sirene" apod. Tyto formy však mají nevýhodu, že jsou sterilní a není možno získat semena. Tyto formy se množí buď rhizomy (kořenovými oddenky) dlouhými minimálně 3-4 cm, lépe kolem 10 cm dlouhými (rostliny se lépe ujímají) nebo meristematickými kulturami (pěstování in vitro nebo embryogenezi), které se dopěstovávají na sazenice.

Pro pěstování bez rizik nechtěného šíření rostlin do krajiny můžeme doporučit klon *M x 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.

U druhu *Miscanthus sinensis* bylo u některých klonů v našich podmínkách pozorováno dozrávání semen a následné spontánní šíření se 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.

Pokud jde o nákup sazenic nebo oddenků, potom v ČR není zatím žádný distributor. Ze zahraničí nabízí sazenice nebo oddenky ve větším měřítku Petr F. F. HOLUB – Hochfeldstrasse 11, D-93474 ARRACH. Tel.: +49(0)9943-943797, mob.:+49(é)172 5711746, mob. CZ: 604 345 310, eMail: PFFH@gmx.de

Osevní postup: Ozdobnice není náročná na předplodinu. Je ji možno pěstovat po okopaninách - cukrovka, brambory, dále luskovinách, obilovinách. V SRN se doporučuje sázet po tritikale, řepce, čiroku, (kukuřici). Jako vytrvalá rostlina by měla ozdobnice být založena minimálně na 10 až 15 let.

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 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 dusík od jara do poloviny července. Doporučuje

se podle zásobenosti půd hnojit i mikroelenty CU, Zn, B, Mn. V Rakousku bylo s úspěchem použito i hnojení kejdou skotu v dávce 30 m³/ha.

Ochrana rostlin: 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 + Control B a Concert. Roundup lze také použít v druhém roce v březnu před vzejitím ozdobnice. Proti zaplevelení v prvním roce je možno použít mechanické hubení plevelů např. pomocí prutových bran.

Herbicidy používané při ochraně ozdobnice [Bullard a kol. (1995)].

Aktivní složka	Poznámka
atrazine	Gesaprim (2,5 l/ha)
bromoxynil / ioxynil	Briotril (2,5 l/ha)
bromoxynil / fluroxypyr / ioxynil	Advance (2,0 l/ha)
clopyralid	(100 g/l účinné látky) (2,4 l/ha)
dichlorprop	(667 g/l účinné látky) (5,0 l/ha)
diflufenican / isoproturon	(100:500 g/l účinné látky) (3 l/ha)
fluroxypyr	Starane 2 (2,0 l/ha)
glyphosate ²	Roundup (3,0 l/ha)
isoproturon	Tolkan (4,0 l/ha)
metsulfuron methyl	Ally (30 g/ha)
metsulfuron methyl + bromoxynil / ioxynil ³	Ally (30 g/ha) + Deloxil (1,0 l/ha)
metsulfuron methyl + fluroxypyr ³	Ally (20 g/ha) + Starane 2 (0,5 l/ha)
MCPA	(750 g/l účinné látky) (5,0 l/ha)
MCPA – MCPB	Triflex-Tra (7,7 l/ha)
mecoprop – P	Duplosan (6,0 l/ha)
paraquat ²	Gramoxone (4,0 l/ha)
tribenuron methyl	75 %

Poznámky: ²herbicidy užívané před vzejitím

³tank mix

Agrotechnika: Zpracování půdy: podmítka s rozmělněním posklizňových zbytků, hluboká orba, příprava seťového lůžka, rozmělnění půdy do 10 cm (pro mechanické vysazování), mechanické hubení plevelů před sázením, chemické hubení plevelů. Vysazují se sazenice z odkopků, nebo vypěstované in vitro, nejlépe takové, které přečkaly již jednu zimu. Ozdobnice je v prvním roce výsadby náchylná k vymrzání, proto se někdy doporučuje založený porost přikrýt na prvou zimu třeba slámou ve vrstvě 100-150 mm, což odpovídá množství slámy cca 3 t/ha. Podstatně levnější a snáze proveditelný je výsev např. hořčice bílé do meziřádků koncem července nebo začátkem srpna v roce výsadby, který je údajně stejně účinný jako přikrytí slámou.

Sází se v době, kdy je teplota půdy vyšší než 10 °C tj. od poloviny května do poloviny července a to 10 000 ks/ha (do 20 000 ks/ha). Při výsadbě se doporučuje kořenové baly sazenic navlhčit a vysazený porost pokud je možnost zavlažovat. Je možno sázet modifikovanými sazeči na cibuli, nebo stroji na výsadbu lesních stromků. Prvý rok po vysazení, než se porost zapojí, je možno používat mechanické hubení plevelů (např. prutové brány) nebo aplikovat herbicidy. Druhým rokem většinou není třeba používat herbicidy, protože opadávající listová hmota vytváří vrstvu mulče, která potlačuje růst plevelů. Kromě toho dochází k neustálému rozšiřování oddenků částí, ze kterých ozdobnice každoročně vyrůstá. Druhým rokem se používá plečkování pouze při pozdním termínu sázení v předešlém

roce nebo při silném výskytu plevelů. Pokud je k dispozici závlaha doporučují se 2 až 3 dávky kolem 15 mm. Porosty ozdobnice nejsou v současné době výrazněji napadány chorobami nebo škůdci, proto není třeba chemické ochrany.

Sklizeň a posklizňové ošetření: Sklizeň je možno provádět pojízdnými samohodnými řezačkami s kterými se sklízí kukuřice od listopadu do března. Ze sklizené slámy je možno lisovat pelety. Pelety mají hmotnost cca 500 kg/m³. Sklizenou slámu je možno balíkovat, pro stavební účely sklízet celou (stavební materiál). Ozdobnice se v prvním roce (rok výsadby) nesklízí, v druhém roce dává do 10 t/ha sušiny, ve třetím roce a dalších 20-25 t/ha sušiny, při intenzivním hospodaření i více než 30 t/ha. Převažuje sklizeň po zimě (únor, březen), neboť odpadnou starosti s případným dosoušením. Při sklizni po zimě je však třeba počítat se ztrátami celkové nadzemní fytomasy až 30-40 %. Při konečné likvidaci porostu je možno použít několika metod. Jednou je chemická likvidace nově rašících výhonků, která se provádí na jaře. Potom se mohou ale vyskytnou potíže při zakládání nové jiné plodiny. Vyoráním rhizomů (rotačním kultivátorem) na povrch půdy na podzim, kde rhizomy přes zimní období zmrznou.

Využití produktu: - výroba tepla - přímé spalování nebo pyrolýza (spalné teplo sušiny celých rostlin = 19,06 kJ/g)

- výroba buničiny (vysoký obsah celulózy kolem 40 %)
- stavební materiál (dřevovláknité desky, došky, rohože apod.)
- snadno likvidovatelné obalové materiály

Ekonomika: U pěstování ozdobnice představuje největší nákladovou položku sadba. Levněji vyjdou porosty ozdobnice mechanicky založené z rhizomů. Dánové uvádějí, že mechanicky založené porosty z rhizomů vyjdou 5x levněji, než porosty založené z tkáňových kultur. Normativy zemědělských výrobních technologií (Kavka a kol., 2006) 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 1354 do 2376 Kč/t).

Poděkování

Tato metodika byla zpracována za podpory projektu MŠMT č. 2B06131. Mé poděkování patří také Ing. J. Wegerovi Ph.D. z VÚKOZ Průhonice za jeho cenné rady a připomínky, s kterým byla daná problematika před dokončením této metodiky konzultována.

Literatura

Seznam použité související literatury

- Appel-Hotz, A. – Jodl, S. – Kuhn, W.: Miscanthus: New cultivars and results of research experiments for improving the establishment rate. In: Sustainable agriculture for food, energy and industry. Proceedings of the International conference, Braunschweig, Germany, June 1997. James & James (Science publishers) Ltd, London 1998, pp. 178-183.
- Beale, C. V. – Long, S. P.: Can perennial C-4 grasses attain high efficiencies of radiant energy conversion in cool climates. *Plant cell and Environment*, 1995, 18: pp 641-50.
- Beale, C. V. – Long, S. P.: The effects of nitrogen and irrigation on the productivity of the C4 grasses *Miscanthus X giganteus* and *Spartina cynosuroides*. Biomass and energy crops. Meeting of the Association of Applied Biologists, 7-8 April 1997, Royal Agricultural College, Cirencester, UK. *Aspects of Applied Biology*. 1997, No. 49, 225-230.
- Beale, C. V. – Morison, J. I. L. – Long, S.P.: Water use efficiency of C4 perennial grasses in a temperate climate. *Agricultural and Forest Meteorology*. 1999, 96: 1-3, 103-115.
- Beuch, S. – Boelcke, B. – Belau, L.: Effect of the organic residues of *Miscanthus X giganteus* on the soil organic matter level of arable soils. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 2000, 184: 2, 111-119.
- Bischoff, R. – Emmerling, R.: Demands and performance of *Miscanthus sinensis* - five-year results at a dry site. Kongressband 1995 Garmisch-Partenkirchen. Vortrage zum Generalthema des 107. VDLUFA-Kongresses vom 18.-23.9.1994 in Garmisch-Partenkirchen: Grünland als Produktionsstandort und Landschaftselement. 1995, 241-244.
- Bullard, M. J.: The comparative physiology of *Miscanthus sinensis*, *triticum aestivum* and *zea mays* grown under UK conditions. In: European conference on biomass for energy, environment, agriculture and industry. Book of Abstracts from International Conference. Viena-Austria, October 1994, p. 197-198.
- Bullard, M. J.: Economics of *Miscanthus* production. In: Jones, M.B. – Walsh, M. (Eds) *Miscanthus for energy and fibre*. James & James (Science publishers) Ltd, London, 2001, 192 pp.
- Bullard, M. J. – Nixon, P. M. I. – Heath, M. C. : Quantifying the yield of *Miscanthus x giganteus* in the UK. Biomass and energy crops. Meeting of the Association of Applied Biologists, 7-8 April 1997, Royal Agricultural College, Cirencester, UK. *Aspects of Applied Biology*. 1997, No. 49, 199-206.
- Christian, D G. – Bullard, M. J. – Wilkins, C.: The agronomy of some herbaceous crops grown for energy in Southern England. In: Bullard, M.J. et al. (eds), *Biomass and Bioenergy Crops*. *Aspects of Applied Biology*, 1997, 49: pp. 41-51.
- Christian, D G. – Poulnton, P.R. – Riche, A.B. – Yates, N.E.: The recovery of ¹⁵N-labelled fertilizer applied to *Miscanthus X giganteus*. *Biomass and Bioenergy*. 1997, 12: 1, pp. 21-24.
- Christian, D.G. – Lampty, J.N.L. – Forde, S.M.D. – Plumb, R.T.: First report of barley yellow dwarf leuteovirus on *Miscanthus* in the United Kingdom. *European Journal of Plant Pathology*, 1994, 100, pp. 167-70.

- Clifton-Brown, J. C. – Lewandowski, I. – Schneider, S.: Establishment of 15 *Miscanthus* genotypes in Southern Germany. In: Proceedings from 10th European Conference and Technology Exhibition „Biomass for Energy and Industry“. Würzburg, Germany, 8-11 June, 1998, pp. 926-929.
- Clifton-Brown, J. C. – Lewandowski, I. – Andersson, B. – Basch, G. – Christian, D. G. – Kjeldsen, J. B. – Jørgensen, U. – Mortensen, J. V. – Riche, A. B. – Schwarz, K. U. – Tayebi, K. – Teixeira, F.: Performance of 15 *Miscanthus* genotypes at five sites in Europe. *Agronomy Journal*. 2001, 93: 5, 1013-1019.
- Clifton-Brown, J. C. – Long, S.P. – Jørgensen, U.: *Miscanthus* productivity. In: Jones, M.B. – Walsh, M. (Eds) *Miscanthus for energy and fibre*. James & James (Science publishers) Ltd, London, 2001, 192 pp.
- Čvančara, F.: Zemědělská výroba v číslech. SZN Praha. 1 díl, 1962, 1170 s.
- Danalatos, N. G. – Dalianis, C. – Kyritsis, S.: Influence of fertilization and irrigation on the growth and biomass productivity of *Miscanthus sinensis* x *giganteus* under Greek conditions. In: Sustainable agriculture for food, energy and industry. Proceedings of the International conference, Braunschweig, Germany, June 1997. James and James (Science publishers) Ltd, London 1998, pp. 319-323.
- Deuter, M. – Abraham, J.: Genetic resources of *Miscanthus* and their use in breeding. In: Proceedings from 10th European Conference and Technology Exhibition „Biomass for Energy and Industry“. Würzburg, Germany, 8-11 June, 1998, pp. 775-777.
- Eiland, F. – Leth, M. – Klamer, M. – Lind, A. M. – Jensen, H. E. K. – Iversen, J. J. L.: C and N turnover and lignocellulose degradation during composting of *Miscanthus* straw and liquid pig manure. *Compost Science and Utilization*. 2001, 9: 3, 186-196.
- El Bassam, N.: *Miscanthus* – Stand und Perspektiven in Europa. In: Internationale Tagung Energetische Nutzung von Biomasse. Jena, 22.-24. März, 1994, s. 201-212.
- Eppel-Hotz, A. – Jodl, S.: Comparative faunistic examination in *Miscanthus* (*Miscanthus x giganteus*), corn (*Zea mays*) a reed (*Phragmites australis*) expanse. Summary of study: Muschketan, L.F. and Otte, J. (1996) Vergleichende faunistische Untersuchung in Beständen hochwüchsiger Sü (gräser (Poaceae)). Unpublished.
- Ercoli, L. – Mariotti, M. – Masoni, A. – Bonari, E.: Effect of irrigation and nitrogen fertilization on biomass yield and efficiency of energy use in crop production of *Miscanthus*. *Field Crops Research*. 1999, 63: 1, 3-11.
- Fernando, A. – Duarte, P. – Oliveira, J. F.: Bioremediation of contaminated soils by *Miscanthus sinensis giganteus*. In: Sustainable agriculture for food, energy and industry. Proceedings of the International conference, Braunschweig, Germany, June 1997. James and James (Science publishers) Ltd, London 1998, pp. 495-498.
- Gawel, N. J. – Robacker, C. D. – Corley, W. L.: In vitro propagation of *Miscanthus sinensis*. *HortScience*. 1990, 25: 10, 1291-1293; 3 pl.; 6 ref.
- Hartmann, H.: Lagerung, Transport und Umschlag von Halmgütern. Logistik bei der Nutzung biogener Festbrennstoffe. Schriftenreihe Nachwachsende Rohstoffe, 1995, 5: 63-76.
- Harvey, J. J.: Progress in commercial development of *Miscanthus* in England. In: European conference on biomass for energy, environment, agriculture and industry. Book of Abstracts from International Conference. Viena-Austria, October 1994, p. 195.
- Hasler, P. – Candinas, T. – Nussbaumer, T.: Utilization of ashes from the combustion of hay, *Miscanthus*, hemp, straw and wood as fertilizer. In: Proceedings from 10th European Conference and Technology Exhibition „Biomass for Energy and Industry“. Würzburg, Germany, 8-11 June, 1998, pp. 192-195.
- Hwang, I.T. – Choi, J.S. – Lee, H.J. – Kim, K.J. – Cho, K.Y.: Establishment of herbicide screening methods for reed (*Phragmites communis* Trin.) control. II. Tetrapion effect. *Korean Journal of Weed Science*. 1996, 16: 1, pp. 28-35.

- Himken, M. – Lammel, J. – Neukirchen, D. – Czypionka-Krause, U. – Olf, H. W.: Cultivation of *Miscanthus* under West European conditions: seasonal changes in dry matter production, nutrient uptake and remobilization. *Plant and Soil*. 1997, 189: 1, 117-126.
- Holme, I.B. – Krogstrup, P. – Hansen, J.: Embryogenic callus formation, growth and regeneration in callus and suspension cultures of *Miscanthus X ogiformis* Honda Giganteus' as affected by proline. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 1997, 50: 3, 203-210.
- Holme, I. B. – Petersen, K. K.: Callus induction and plant regeneration from different explant types of *Miscanthus x ogiformis* Honda „Giganteus“. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 45: 1 (Apr 1996) pp. 43-52.
- Hotz, E. – Jodl, S.: Screening of different *Miscanthus* cultivars in respect of their productivity and usability as a raw material for energy and industry. . In: Abstracts from 9th European Bioenergy Conference and 1st European Energy from Biomass Technology Exhibition. 24-27 June, 1996, Copenhagen, Denmark, p. 140.
- Hotz, E. – Jodl, S. – Kuhn, W.: *Miscanthus*: New cultivars and results of research experiments for improving the establishment rate. In: Sustainable agriculture for food, energy and industry. Proceedings of the International Conference held in Braunschweig, Germany, June 1997. Published by James @ James (Science Publishers) Ltd. London, 1998, vol. 1, pp. 178-183.
- Iglesias, B. M. - Rodrigues, J. L. – Rodrigues, C. I. – Alvarino, L. J.: *Miscanthus Sinensis* Plantations in Galicia, N.W. Spain. Results and Experience Over the Last Three Years. In: Abstracts from 9th European Bioenergy Conference and 1st European Energy from Biomass Technology Exhibition. 24-27 June, 1996, Copenhagen, Denmark, p. 165-169.
- Jack-Sterrenberg, I.: Investigations on yield physiology of *Miscanthus sinensis* Anderss. with regard to its use as an energy plant. Institut für Pflanzenbau der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Volkenrode, Germany. 1995, 115 pp.
- Jørgensen, U.: Lowcost and safe establishment of *miscanthus*. In: European conference on biomass for energy, environment, agriculture and industry. Book of Abstracts from International Conference. Viena-Austria, October 1994, p. 183.
- Jørgensen, U.: *Miscanthus* yields in Denmark. In: Abstracts from 9th European Bioenergy Conference and 1st European Energy from Biomass Technology Exhibition. 24-27 June, 1996, Copenhagen, Denmark, p. 15.
- Jørgensen, U.: Genotypic variation in dry matter accumulation and content of N, K and Cl in *Miscanthus* in Denmark. *Biomass and Bioenergy*, 1997, 12, pp. 155-69.
- Kees, D.: Unkrautbekämpfung bei *Miscanthus sinensis*. In.: Tagungsband zum Fachgespräch *Miscanthus*. CARMEN, Rimpar, 1993, s. 88-89.
- Jørgensen R.N. – Jørgensen B.J.: The effect of N₂O emission on the net CO₂- displacement by energy crop production. In: Charteir, P. Ferrero G.L., Henius, U.M., Hultberg, S., Sachru, J. and Wiinblad M. (eds), *Biomass for energy and environment – Processing of the 9th European Bioenergy Conference*. 24-27 June 1996, Kopenhagen, Denmark, Elsevier Science Ltd., Oxford, 3: pp 1701-5.
- Kára, J.: Technologické systémy pro využití biopaliv z energetických plodin. Závěrečná zpráva VÚZT Praha, č. 2436, 2004, 120 s.
- Kára, J. a kol.: Energetické rostliny, technologie pro pěstování a využití. Ed.: VÚZT Praha – Ruzyně, 2005. 81s.
- Kavka, M. a kol. (2006): Normativy pro zemědělskou praxi. ÚZPI, Praha, 2006, 376 s.
- Kim, M. H. – Min, E. S. – Song, S. H.: Comparison of the heavy metal concentration of the soils and plants in the serpentine and rhyolite regions in Ulsan city. *Korean Journal of Environment and Ecology*. 1999, 13: 2, 176-183.
- Kristensen, E.F.: Harvesting technique and combustion of elephant grass (*miscanthus sinensis* „giganteus“) in farm heating plants. “. In: European conference on biomass for energy,

- environment, agriculture and industry. Book of Abstracts from International Conference. Viena-Austria, October 1994, p. 184-185.
- Kolb, W.: Ertragsleistungen ausdauernder Gräserarten-Versuchsergebnisse aus Veitshöchheim. In.: Tagungsband zum Fachgespräch Miscanthus. CARMEN, Rimpfing, 1993, s. 68-76.
- Koessler, C. – Claupein, W.: Root-systems of miscanthus in different growing periods. In: Proceedings from 10th European Conference and Technology Exhibition „Biomass for Energy and Industry“. Würzburg, Germany, 8-11 June, 1998, pp. 842-845.
- Kolektiv: Miscanthus for Energy and Fibre. Ed.: Jones, M.B. and Walsh M. Published by James and James, 2001, 192 p.
- Lewandowski, I. – Kahnt, G.: Development of a tissue culture system with unemerged inflorescences of Miscanthus 'Giganteus' for the induction and regeneration of somatic embryoids. Beitrage-zur-Biologie-der-Pflanzen. 1993, 67: 3, 439-451; 22 ref.
- Lewandowski, I. – Kircherer, A. – Vonier, P.: CO₂-balance for the cultivation and combustion of Miscanthus. Biomass and Bioenergy, 1995, 8: pp 81-90.
- Lewandowski, I. – Clifton-Brown, J. C. – Scurlock, J. M. O. – Huisman, W.: Miscanthus: European experience with a novel energy crop. Biomass and Bioenergy. 2000, 19: 4, 209-227.
- Loeffel, K. – Nentwig, W.: Ecological assessment of the cultivation of Miscanthus sinensis by faunistic investigations. Agrarökologie. 1997, 26: 133 pp.
- Long, S.P.: Environmental response. In: Sage, R.F. and Monson R.K. (eds), C4 plant Biology, Academic Press, San Diego, 1999, pp. 215-49.
- Majtkowski, W. – Maitkowska, G. – Piat, J. – Mikoajczak, J.: The ensilage suitability of green forage of C-4 grasses in different growth phases. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roslin, 2004; (234): 219-225.
- Mc Carthy, S.: European Miscanthus network. . In: European conference on biomass for energy, environment, agriculture and industry. Book of Abstracts from International Conference. Viena-Austria, October 1994, pp. 28-29.
- Molenaar, J.A. – Huisman, W. – Venturi P.: Energy consumption and costs of the production chains of Miscanthus x giganteus. In: Abstracts from 9th European Bioenergy Conference and 1st European Energy from Biomass Technology Exhibition. 24-27 June, 1996, Copenhagen, Denmark, p. 490.
- Oggiano, A – Angelini, L.G. – Cappelletto, P.: Pulping and paper properties of some fibre crops. Industrial Crops and Products. 1997, 7: 1, 59-67.
- Novem: The feasibility of biomass production for Netherlands energy Economy. Projekt. 1992, 100 pp.
- Papatheofanous, M. G. – Koukis, E. G.: Charakterization of Miscanthus Sinensis Potencial as an industrial and Energy Feedstuck. In: Abstracts from 9th European Bioenergy Conference and 1st European Energy from Biomass Technology Exhibition. 24-27 June, 1996, Copenhagen, Denmark, p. 136.
- Pari, L.: First trials of Arundo donax and Miscanthus rhizomes harvesting. In: Abstracts from 9th European Bioenergy Conference and 1st European Energy from Biomass Technology Exhibition. 24-27 June, 1996, Copenhagen, Denmark, p. 502.
- Petrini, C. – Bazzocchi, R. – Bonari, E. – Ercoli, L. – Masoni, A.: Effect of irrigation and nitrogen supply on biomass production from Miscanthus in Northern-Central Italy. Agricoltura Mediterranea. 1996, 126: 3, 275-284.
- Petersen, K. K.: Callus induction and plant regeneration in Miscanthus X ogiformis Honda 'Giganteus' as influenced by benzyladenine. Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 1997, 49: 2, 137-140.

- Petersen, K. K. – Hansen, J. – Krogstrup, P.: Significance of different carbon sources and sterilization methods on callus induction and plant regeneration of *Miscanthus Xogiformis* Honda 'Giganteus'. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 1999, 58: 3, 189-197.
- Qingguo, X.: Plant resources of *Miscanthus* in Yunchen Region. In: *Sustainable Agriculture for Food, Energy and Industry*. Book of Abstracts from International Conference, Braunschweig, June 1997, p. 343.
- Riche, A.B. – Christian, D.G.: Estimates of rhizome weight of *Miscanthus* with time and rooting depth compared to switchgrass. *Aspects of Applied Biology*. 2001; (65): 147-152.
- Rodriguez-Mansito, A.J.: Micropropagation, callus production and regeneration of plantlets of *Miscanthus sinensis* Andersson (Poaceae). *Revista-del-Jardin-Botanico-Nacional*. 1999, 20: 135-138.
- Schwarz, H.: Fertilization effect on production of *miscanthus sinensis giganteus*. “. In: *European conference on biomass for energy, environment, agriculture and industry*. Book of Abstracts from International Conference. Viena-Austria, October 1994, p. 180-181.
- Schwarz, H. – Liebhard, P. – Ehrendorfer, K. – Ruckenbauer, P.: The effect of fertilization on yield and quality of *Miscanthus sinensis* 'Giganteus'. *Industrial-Crops-and-Products*. 1994, 2: 3, 153-159.
- Schwarz, K.U. – Kjeldsen, J.B. – Münzer, W. – Junge, R.: Low cost establishment and survival of *Miscanthus x giganteus*. . In: *Proceedings from 10th European Conference and Technology Exhibition „Biomass for Energy and Industry“*. Würzburg, Germany, 8-11 June, 1998, pp. 947-950.
- Sladký, V.: *Novinky ve zpracování a spalování biopaliv*. Stud. Inform., Ř. Zeměd. Techn. a Stavby. Praha, ÚZPI 1998, č 3, 52 s.
- Toth, S. – Mix-Wagner G.: Embryogenic callus induction of different explants of *Miscanthus sinensis*, *Miscanthus x giganteus* and *Arundo donax* genotypes. In: *Sustainable agriculture for food, energy and industry*. Proceedings of the International Conference held in Braunschweig, Germany, June 1997. Published by James @ James (Science Publishers) Ltd. London, 1998, vol. 1, pp 249-253.
- Venturi, P. – Huisman, W. – Atzema, A.: The effect of harvest methods of *Miscanthus x giganteus* on available harvest time. In: *Book of abstracts from International conference „Sustainable Agriculture for Food, Energy and Industry, Braunschweig, June, 1997*, p. 45.
- Venturi P. – Huisman, W. – Molenaar J.A.: *Cost Calculations of Productions Chains of Miscanthus Giganteus*. Internal Report A559-942/1. 1996, Department of Agricultural Engineering and Physics, Wageningen Agricultural University, The Netherlands.
- Venturi P. – Huisman, W. – Molenaar J.A.: The effect of harvest of *Miscanthus x giganteus* on available harvest time. In: *Sustainable agriculture for food, energy and industry*. Proceedings of the International conference, Braunschweig, Germany, June 1997. James & James (Science publishers) Ltd, London 1998, pp. 819-824.
- Walsh, M. – Mc Carthy, S.: *Miscanthus handbook*. . In: *Proceedings from 10th European Conference and Technology Exhibition „Biomass for Energy and Industry“*. Würzburg, Germany, 8-11 June, 1998, pp. 1071-1074.
- Wiesler, F. – Dickmann, J. – Horst, W.J. : Effects of nitrogen supply on growth and nitrogen uptake by *Miscanthus sinensis* during establishment. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde*. 1997, 160: 1, pp. 25-31.
- Wilke, B. M. – Metz, R.: Uptake and distribution of heavy metals in various energy plants. *Kongressband 1992, Gottingen*. Vortrage zum Generalthema des 104. VDLUFA-Kongresses vom 14.-19.9.1992 in Gottingen. *Ökologische Aspekte extensiver Landwirtschaft*. 1992, pp. 689-692.

Wuehlis, G.: Identification of *Miscanthus* varieties by their isozymes. In.: : Sustainable Agriculture for Food, Energy and Industry. Book of Abstracts from International Conference, Braunschweig, June 1997, p. 189-190.

Ziegenhogen, B.: Effect of frost temperature on early growth of *Miscanthus* „*Giganteus*“. In: European conference on biomass for energy, environment, agriculture and industry. Book of Abstracts from International Conference. Viena-Austria, October 1994, p. 188.

Souhrn publikací, které předcházely metodice

Kolektiv: Energetické plodiny. Ed.: Profi Press. 2006, 127 s.

Kolektiv: Energetické plodiny. Technologie pro pěstování a využití. (Energy crops. Technology for their growing and utilization.). Ed.: VÚZT Praha, listopad 2005, 3, 81 s.

Moudrý, J. – Stražil, Z.: Pěstování alternativních plodin. Skripta JČU České Budějovice, Zemědělská fakulta, 1999, 165 s.

Stražil, Z.: Production of above-ground biomass in *Miscanthus sinensis* in the Czech Republic. Rostl. Výr., No 12, 1999, s. 539-543.

Stražil, Z.: Ekonomická analýza vybraných energetických rostlin určených pro spalování. In: Sbor. Technika a technologie pro nepotravinářské využití půdy a její udržování v klidu. 2000, Brno, s.17-22.

Stražil, Z.: Energetické hodnocení vybraných klasických a netradičních alternativních plodin jako zdroje různých energetických paliv. In: Sbor. Kalorimetrický seminář 2000. Zvíkovské podhradí, 2000, s. 49-54.

Stražil, Z.: Vliv stanoviště a některých agrotechnických opatření na výnosy a další parametry ozdobnice určené pro energetické využití. (Influence of site and some agricultural practices on yields of phytomass and other parameters of miscanthus determined for energy utilization). In: Sborník přednášek z odborného semináře „Zemědělská technika a biomasa 2005“. VÚZT, Praha-Ruzyně, listopad 2005, 4, s. 71-75.

Stražil, Z.: Study of *Miscanthus sinensis* – source for energy utilization. Proceedings of the International Conference from 15th European Biomass Conference and Exhibition from Research to Market Deployment. Berlin, 7-11 May 2007, p. 824-827.

Stražil, Z., Jevič, P.: Ověřování ozdobnice čínské – zdroje fytomasy pro energetické a průmyslové využití. (Verification of miscanthus – phytomass resource for energy and industrial utilization). In: Sborník referátů z odborné konference „Energetické a průmyslové rostliny XI“. Chomutov 15.6. 2006, s. 29-37.

Stražil, Z. – Weger J.: Preliminary Zoning of Agricultural Land for *Miscanthus* (*Miscanthus* × *giganteus*) for The Czech Republic. Italian Journal of Agronomy (Rivista di Agronomia). Vol. 3, No 3 supplement, p. 559-560.

Autor: Ing. Zdeněk Stražil, CSc.

Název: Základy pěstování a možnosti využití ozdobnice
(*Miscanthus*)

Vydal: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.
Drnovská 507, 161 06 Praha 6 – Ruzyně
ve Výzkumném ústavu zemědělské techniky, v.v.i.

Sazba a tisk: Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i.
Drnovská 59, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

Náklad: 200 ks

Vyšlo v roce 2009

Vydáno bez jazykové úpravy

Kontakt na autora: strasil@vurv.cz

Autor fotografií: Zdeněk Stražil

© Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 2009

ISBN 978-80-7427-006-2



Vydal Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.
ve Výzkumném ústavu zemědělské techniky, v.v.i.

2009