

- rôznej úrovni výživy. In: Rostlinná výroba, roč. 43, 1997, č. 2, s. 53-58.
28. STRAŠIL, Z. (1999): Pěstování a možnosti využití některých energetických plodin. In: Technologie pro spalování biomasy. Praha: ČZU, 1999, CD-ROM. ISBN 80-213-0506-1
 29. STREĎANSKÁ, A. (1997): Energetická analýza integrovanej a organickej sústavy hospodárenia na pôde: Doktorandská dizertačná práca. Nitra: SPU, 1997, 143 s.
 30. TÓTH, Š. (2006.): Herbicides residues biologie degradation in soil condition. In: Biotechnology 2006. České Budějovice: Scientific Pedagogical Publishing, 2006, s. 917-923, CD. ISBN 8085645-53-X
 31. USŤAK, S. – KAVKA, M. (2003): Srovnání modelových ekonomických ukazatelů pěstování některých energetických plodin v podmínkách ČR. In: 20. vyhodnocovací seminář Systém výroby řepky. Systém výroby slunečnice. Zborník HLUK, 2003, s. 363-370.
 32. VARGA, L. (2000): Selekcija vrb a topoľov a agáta bieleho pre energetické účely v prírodných podmienkach. Slovenské legislatívne a ekonomické podmienky. In: Energetické a priemyslové rastliny – VI. Chomutov, 2000, s. 74-81.
 33. VILČEK, J. (2003): Ekonomická efektívnosť pestovania plodín v závislosti od pôdnych predstaviteľov. In: Agriculture (Poľnohospodárstvo), roč. 49, 2003, č. 6, s. 269-273.
 34. ZACHARDA, F. (2007): Potenciál poľnohospodárskej a lesníckej biomasy ekonomické a legislatívne predpoklady rozvoja bioenergetiky. In: Predpoklady využívania poľnohospodárskej a lesníckej biomasy na energetické a biotechnické využitie. Nitra: SAPV, 2007, č. 58, s. 9-15.

SLOVENSKÉ CENTRUM POĽNOHOSPODÁRSKEHO VÝSKUMU

ÚSTAV AGROEKOLÓGIE MICHALOVCE

Ing. Pavol Porvaz, PhD.
Ing. Rastislav Mati, CSc.
RNDr. Dana Kotorová, PhD.
Ing. Jana Jakubová

Pestovanie ozdobnice čínskej (*Miscanthus sinensis* Anderss.) na energetické účely

(Metodická príručka)

Vydal
SCPV – Ústav agroekológie, Špitálska 1273, 071 01 Michalovce
v roku 2008, náklad 50 ks.

ISBN 978-80-88872-93-1
EAN 9788088872931

Michalovce, december 2008

16. LIESKOVSKÁ, V. – NIMRICHTEROVÁ, J. (2007): Potenciál vzniku nových študijných odborov – obnoviteľné zdroje energie. In: Energeticko-politické smerovanie vo využívaní OZE v krajinách strednej a východnej Európy. Zemplínska šírava: EU Bratislava, 2007, s. 135-142.
17. MATI, R. – LORENČÍK, L. – IVANKO, Š. – ŽATKOVIČ, J. – BALLA, P. – GEJGUŠ, J. – PAVLÍK, J. – KOTOROVÁ, D. (1997): Agroekologický výskum substrátových a energetických vzťahov v potravinovom reťazci na regionálnej úrovni: Záverečná syntetická správa. Michalovce: OVÚA, 1997, 107 s.
18. MIKLÚŠOVÁ, V. et al. (2006): Využitie termoanalytických metód pre hodnotenie spaľovaných materiálov. In: Acta Montanistica Slovaca, roč. 11, 2006, mimoriadne číslo 2, s. 348-352.
19. PAVLIŠINOVÁ, A. (2006): Vplyv výživy a výsevu na úrodu suchej biomasy medovky lekárskej (MELLISSA OFFICINALIS). In: Zborník vedeckých prác SCPV – ÚAe Michalovce. Michalovce: SCPV – ÚAe, roč. 22, 2006, s. 279-286.
20. PORVAZ, P. (2006): Production parameters of *Miscanthus sinensis* A. in the conditions of the Eastslovakian Lowland. In: Biotechnology 2006. České Budějovice: Scientific Pedagogical Publishing, 2006, s. 506-509. ISBN 808 5645-53-X
21. PORVAZ, P. (2008): The effect of fertilization on *Miscanthus sinensis* emission content. In: Biotechnology 2008. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2008, s. 131-135. ISBN 80-85645-58-0
22. PORVAZ, P. – TÓTH, Š. (2002): Energetické zhodnotenie pestovania lucerny siatej pri rôznych systémoch prípravy pôdy a diferencovanej výžive. In: Agriculture (Poľnohospodárstvo), 48, 2002, č. 3, s. 150-157
23. POSPIŠIL, R. (1996): Energetická bilancia pestovateľských systémov v podmienkach ekologického poľnohospodárstva: Habilitačná práca. Nitra: SPU, 1996, 182 s.
24. POSPIŠIL, R. – VILČEK, J. (2000): Energetika sústav hospodárenia na pôde. Bratislava: VÚPOP, 2000. 108 s. ISBN 80-85361-75-2
25. PREINNINGER, M. (1987): Energetické hodnocení výrobních procesů v rostlinné výrobě. Metodika UVTIZ. Praha: UVTIZ, 1987, č. 7, 29 s.
26. ROMAN, T. – HORBAJ, P. (2006): Slama – vykurovacie médium pre sídlisko. In: Alternatívni energie, 2/2006, s. 1-4. www.tzb-info.cz
27. SLAMKA, P. – POSPIŠIL, R. – HOLÚBEK, R. (1997): Energetická analýza pratotechnických technológií obnovy trávnych porastov pri

Recenzoval: Doc. Ing. Matej Polák, PhD.

© Pavol Porvaz, Rastislav Mati, Dana Kotorová, Jana Jakubová

ISBN 978-80-88872-93-1

EAN 9788088872931

5. HNÁT, A. – KOTOROVÁ, D. (2007): Energetické aspekty pôdochranných technológií pestovania kukurice na zrno. In: Veda – vzdelávanie – prax. 4. diel. Nitra: UKF, MŠ SR, SPU, SAV, SRK, 2007, s. 42-47. ISBN 978-80-8094-205-2
6. HRUŠKA, L. – JANÍČEK, J. (1982): Energetická účinnosť niektorých plodín v kukuřičnom výrobnom type. In: Rostlinná výroba, roč. 28, 1982, č. 11, s. 1270-1274.
7. CHRISTIAN, D. G. – YATES, N. E. – RICHIE, A. B. (2005): Establishing *Miscanthus sinensis* from seed using conventional sowing methods. In: *Industrial Crops and Products* 21, 2005, p. 109-111.
8. JAMRIŠKA, P. – SUROVČÍK, J. (2007): Rastlinná výroba zdroj obnoviteľnej energie. In: *Biomasa pre regionálnu energetiku*. Nitra: SPU, 2007, s. 66-70. ISBN 978-80-8069-892-8
9. KAACK, K. – SCHWARZ, K. U. (2001): Morphological and mechanical properties of *Miscanthus* in relation to harvesting, lodging, and growth conditions. In: *Industrial Crops and Products* 14, 2001, p. 145-154.
10. KARAS, I. – GÁLIK, R. – ŠVENKOVÁ, J. (2007): Biomasa – najväčší potenciál obnoviteľných zdrojov energie na Slovensku. In: *Biomasa pre regionálnu energetiku*. Nitra: SPU, 2007, s. 71-75.
11. KOSTREJ, A. – DANKO, J. (1996): Analýza a modelovanie energetických ukazovateľov produkčného procesu poľných plodín. 1. vyd., Nitra: VŠP, 1996. 81 s. ISBN 80-7137-252-8
12. KOTOROVÁ, D. – DANILOVIČ, M. 2005. Energetická a ekonomická bilancia pestovania jačmeňa siateho jarného. In: *Zborník vedeckých prác VÚRV – ÚAe Michalovce*. Michalovce: VÚRV – ÚAe, 2005, č. 21, s. 103-113. ISBN 80-88790-44-1
13. KOTOROVÁ, D. – POSPÍŠIL, R. – RŽONCA, J. – BALLA, P. – DANILOVIČ, M. (2004): Porovnanie energetickej bilancie pestovania hustosiatych obilnín na fluvizemi glejovej a hnedozemi kultizemnej. In: *Zborník vedeckých prác OVÚA Michalovce*. Michalovce: OVÚA, 2004, č. 20, s. 119-128. ISBN 80-969094-1-X
14. KOVÁČ, L. – KOTOROVÁ, D. (2003): Porovnanie vstupov energií pri rozdielnej príprave pôdy pod viacročné krmoviny. In: *Pôdochranné technológie pestovania plodín*. Michalovce: MP SR, OVÚA, Monsanto s.r.o., 2003, s. 71-75. ISBN 80-969049-2-2
15. KUCHAROVIC, A. – KOVÁČ, K. (2002): Energetická bilancia pestovateľských technológií pšenice letnej f. ozimnej. In: *Aktuálne problémy riešené v agrokomplexe*. Nitra: SPU, 2002, s. 140-143. ISBN 80-8069-1266.

Obsah

1 Význam pestovania energetických rastlín na Slovensku	4
1.1 Aktuálny stav využitia biomasy v EÚ a vo svete	4
1.2 Využitie biomasy na Slovensku	5
1.3 Využitelný potenciál pôdneho fondu na produkciu biomasy	7
1.4 Návrh cieľov využívania poľnohospodárskej biomasy v SR do roku 2013	9
2 Charakteristika ozdobnice čínskej (<i>Miscanthus sinensis</i> Anderss.)	10
3 Charakteristika pokusov	11
3.1 Metodika poľných pokusov	11
3.2 Poveternostné podmienky pokusného stanovišťa	14
3.3 Pôdne pomery	15
4 Produkčné parametre ozdobnice čínskej	15
5 Zhodnotenie energetickej bilancie pestovania ozdobnice čínskej	17
6 Ekonomika pestovania ozdobnice čínskej	21
7 Tepelné a emisné vlastnosti ozdobnice čínskej	24
8 Záver	28
9 Literatúra	29

rýchlorastúcich drevín a energetických plodín. Na Slovensku je situácia v ich pestovaní skôr na úrovni výskumných, resp. prevádzkových pokusov.

V podmienkach Východoslovenskej nížiny sú pokusy s introdukciou ozdobnice čínskej (*Miscanthus sinensis* Anderss.). Je to vytrvalá tráva vysokého vzrastu, ktorá ako rastlina C₄ typu efektívne využíva slnečnú energiu, vodu a živiny pre produkciu nad 30 t.ha⁻¹ sušiny za priaznivých podmienok.

V podmienkach fluvizemi kultizemných, ktoré patria k úrodnejším pôdam na Východoslovenskej nížine, bola v produkčných rokoch 2004 – 2007 dosiahnutá úroda v poľných pokusoch v priemere 36,54 t.ha⁻¹ sušiny.

Dôležitým ukazovateľom efektívnosti produkčného procesu je determinovanie vzájomných vzťahov medzi vstupmi a výstupmi energie. Celkovo vyhodnotený ukazovateľ (zisk energie, koeficient energetickej účinnosti, racionálnosť využitia dodatkovej energie) poukazujú na jednoznačný efekt zvýšených vstupov energie vo forme priemyselných hnojív v prospech energetických výstupov.

Pri ekonomickom zhodnotení návratnosti nákladov pri uvažovanej predajnej cene 1 600 Sk.t⁻¹ sušiny biomasy a vyššie uvedených úrodových parametroch sa táto dosiahne v priemere za 4 – 5,1 rokov.

Priaznivé sú aj tepelné a emisné vlastnosti ozdobnice čínskej, keď cena 1 MJ pri vyššie uvedených produkčných a ekonomických parametroch predstavuje 0,089 Sk. Emisné parametre, ako sú napr. obsah síry, či popola, sú priaznivejšie ako pri fosílnych palivách.

9 Použitá literatúra

1. BARÁKOVÁ, A. (2007): Slama ako energeticky priaznivý zdroj biomasy z poľnohospodárstva. In: Biomasa pre regionálnu energetiku. Nitra: SPU, 2007, s. 24-35. ISBN 978-80-8069-892-8
2. CLIFTON-BROWN, J. C. – LEWANDOWSKI, I. (2002): Screening *Miscanthus* genotypes in field trials to optimise biomass yield and quality in Southern Germany. In: European Journal of Agronomy. 2002, 16, p. 97-110.
3. ČISLÁK, V. (1990): Energetická efektívnosť poľnohospodárskej sústavy. 1. vyd. Bratislava: Veda, 1990. 152 s. ISBN 80-224-0226-5
4. DANKO, J. (1991): Energetická analýza produkčného procesu poľných plodín: Habilitačná práca. Nitra: VŠP – AF, 1991, 213 s.

výhrevnosť vysušenej biomasy pri 105 °C dosiahla v priemere 17,44 MJ.kg⁻¹ a najvyššia bola na variante výživy V1 – 60 kg N.ha⁻¹, a to 17,78 MJ.kg⁻¹. Diferencovaná úroveň výživy štatisticky významne neovplyvnila túto veličinu.

Obsah síry, ktorý bol v priemere na úrovni 0,16 %, napriek štatistickej preukaznosti vplyvu variantov výživy nemá hospodársky nepriaznivý vplyv na obsah emisií v porovnaní s obsahom síry pri fosílnych palivách (hnedé uhlie 2 %). Znižoval sa s narastajúcou úrovňou hnojenia, paradoxne najnižší však bol na nehnojenej kontrole.

Obsah popola bol v priemere na úrovni 4,20 %. Najvyšší bol zaznamenaný na variante s najvyššou hladinou hnojenia, ale aj na nehnojenej kontrole. Celkovo obsah popola je v porovnaní s obsahom vo fosílnych palivách nízky. Pre porovnanie obsah popola pri slame obilnín je 4 – 7 % a hnedom uhlí 15 % niekedy až 30 %.

Z pohľadu znižovania vplyvov emisií skleníkových plynov a klimatických zmien má využívanie biomasy na spaľovanie a iné priemerné spracovanie mimoriadny význam. Z hľadiska znižovania emisií síry a obmedzovania kyslého spádu (kyslé dažde) je použitie biomasy plne opodstatnené, nakoľko obsah síry v nej je podstatne nižší ako v prípade uhlia alebo ropy. V súčasnosti prebiehajú skúšobné pokusy s primiešavaním biomasy do uhlia, s cieľom znížiť emisie síry v klasických elektrárnach alebo kotolniach.

8 Záver

Neustále zvyšovanie ťažby fosílnych palív spôsobuje rapidne znižovanie ich zásob a vyvoláva obavy z ohrozenia energetickej bezpečnosti. Súčasne spôsobuje negatívne dopady v oblasti životného prostredia, hlavne nadmernými emisiami škodlivých látok v ovzduší, ktoré urýchľujú klimatické zmeny priamo ovplyvňujúce celý rad hospodárskych odvetví. Reálnym riešením uvedeného stavu je hľadanie možností znižovania energetickej náročnosti, efektívnejšie využívanie fosílnych palív a náhrada fosílnych palív obnoviteľnými zdrojmi energie. Analýza rozvoja zdrojov obnoviteľných foriem energie na Slovensku preukázala, že vzhľadom na naše prírodné podmienky je najvýznamnejšou alternatívou komplexné využitie biomasy. Predpokladá sa, že jej dominantným zdrojom bude biomasa produkovaná v pôdohospodárstve spolu s odpadmi z drevospracujúceho priemyslu. Súčasťou biomasy produkovanej v pôdohospodárstve je účelovo pestovaná biomasa vo forme

1 Význam pestovania energetických rastlín na Slovensku

1.1 Aktuálny stav využitia biomasy v Európskej únii a vo svete

Biomasa je synonymom pre biogénne produkty získané fotosyntézou. Poznáme rôzne formy biomasy, ako napr. účelovo pestovaná poľnohospodárska biomasa, drewná biomasa vrátane palivového dreva, poľnohospodársky a lesný odpad, komunálny odpad, vodná flóra a pod. Biomasa je možné premeniť na rôzne palivá na báze uhlíka, ktoré sú analogické s ropnými produktmi. Dnes sa biomasa podieľa približne 12 % na celkových svetových dodávkach energie. Ekologický scenár do roku 2020 predpokladá až 15 %-né využitie biomasy na energetické účely. Je preto dôležité výskum a vývoj zamerať aj na produkciu biomasy energetických plodín a spôsoby ich spracovania, aby mohli svojím využitím konkurovať iným spôsobom výroby energie. Tieto musia byť konkurenčne úspešné v cenovej politike v komparácii s fosílnymi palivami, čo pri niektorých energetických rastlinách je už realitou.

Celková spotreba energie na Slovensku je približne 800 PJ (peta joule). Najväčšími spotrebiteľmi sú s 38 % odvetvie priemyslu a s 25 % domácnosti, ďalej obchod, služby a doprava. Poľnohospodárstvo spotrebuje cca 15 PJ.

Podiel zdrojov obnoviteľných foriem energie (ZOFÉ) na spotrebe primárnych energetických zdrojov činí v Európskej únii (EÚ) cca 6 %, na Slovensku je tento podiel menší ako 4,2 %. Spomedzi obnoviteľných zdrojov energie na Slovensku má najväčší podiel, asi 42 % biomasa (Zacharda, 2007). Analýza rozvoja ZOFÉ na Slovensku preukázala, že vzhľadom na naše prírodné podmienky je najvýznamnejším komplexné využitie biomasy. Vzhľadom na veľkosť technicky využiteľného potenciálu je biomasa najperspektívnejším zdrojom nielen pre jednoduché spaľovanie, ale aj pre náročnejšiu výrobu elektrickej energie alebo biopalív. Vysoká, až 90 %-ná závislosť Slovenska na dovoze primárnych energetických zdrojov i medzinárodné záväzky Slovenska v oblasti klimatických zmien robia otázku efektívneho využívania ZOFÉ mimoriadne aktuálnou.

Biomasa má najväčší podiel technicky využiteľného potenciálu z obnoviteľných zdrojov energie. V súčasnosti sa však využíva približne jedna tretina (Karas et al., 2007). Strategickým cieľom EÚ je preto zabezpečiť hlavnú časť prírastku obnoviteľných zdrojov energie práve z biomasy. Do roku 2020 zo štátov EÚ si stanovili cieľ týkajúci sa podielu energie z obnoviteľných zdrojov na konečnej spotrebe energie v roku 2020 (Návrh smernice EP a Rady) napríklad Rakúsko 34 %,

Dánsko 30 %, Fínsko 38 %, Francúzsko 23 %, Grécko 18 %, Holandsko 14 % a Portugalsko 31 %.

Potenciál biomasy na výrobu energie je hlavne v oblasti výroby tepla. Sú pripravené návrhy a štúdie na rozvoj teplární so zámerom spaľovania biomasy a zmiešaných palív, v ktorých je časť biomasy a zvyšok tvoria fosílna palivá (uhlie, zemný plyn). Veľmi perspektívne sa javia biologické palivá, ako sú bioplyn, bionafta a bioetanol. Najmä výroba bioplynu je aktuálna a veľmi zaujímavá z pohľadu riešenia problematiky živočíšnych odpadov, keď výťažnosť sa pohybuje až na hranici 80 %. Takisto fermentácia kalov z komunálnej, ale aj výrobovej sféry rieši problematiku v kontexte so záťažou na životné prostredie.

Uplatnenie biopalív v oblastiach národného hospodárstva je rôznorodé. Používajú sa hlavne ako aditíva do pohonných látok. Kým v zmesi s fosílnymi palivami, konkrétne pri benzínových motoroch, je podiel 15 – 20 % bioetanolu, s malými úpravami je možné zvýšiť jeho podiel až do 85 %. Podľa predpokladov európskej komisie sa odhaduje produkcia kvapalných biopalív do roku 2010 na úrovni 18 mil. t.

V programe Inteligentná energia Európa II (IEE) je zahrnutý program európskej komisie pre obdobie rokov 2007 – 2013, ktorého cieľom je podpora energetickej efektívnosti a obnoviteľných zdrojov energie. Súčasťou programu IEE je program CIP – Program na podporu konkurencieschopnosti a inovácií. Pre roky 2007 – 2013 je v programe navrhnutý rozpočet v hodnote 727 mil. €. V tomto programe budú podporené projekty v troch oblastiach: SAVE – energetická efektívnosť a racionálne využívanie zdrojov, ALTENER – nové a obnoviteľné zdroje, STEER – energia v doprave a Integrované iniciatívy – kombinácia predchádzajúcich oblastí alebo určitých prioritných komodít. V oblasti rozvoja energetických technológií má EÚ tri ciele, a to zníženie nákladov na obnoviteľné zdroje energie, efektívnejšie využívanie energie a dosiahnutie vedúcej pozície európskeho priemyslu v oblasti nízkouhlíkatých technológií (Lieskovská – Nimrichterová, 2007).

1.2 Využívanie biomasy na Slovensku

Z pohľadu Slovenska má vyššie využitie biomasy za cieľ znížiť ekonomickú závislosť na dovoze primárnych energetických zdrojov, zlepšiť životné prostredie a zvýšiť hospodárnosť vo využívaní zdrojov energie. Väčšinu spotrebovaných fosílnych palív v súčasnosti dovážame, čo zvyšuje našu energetickú závislosť. Na druhej strane máme dostatok biomasy, ktorú zatiaľ nevyužívame. Jej využitím by sa obmedzil aj vplyv svetového kolísania cien fosílnych palív. Perspektívnym primárnym

Zemný plyn	33,5 MJ.m ⁻³	13,60 Sk.m ⁻³ (2)	0,406
Hnedé uhlie	15,0 MJ.kg ⁻¹	3,80 Sk.kg ⁻¹ (1)	0,253
Čierne uhlie	26,0 MJ.kg ⁻¹	5,80 Sk.kg ⁻¹ (1)	0,223
Palivové drevo	14,2 MJ.kg ⁻¹	1,80 Sk.kg ⁻¹ (1)	0,127
Ozdobnica čínska	18,0 MJ.kg ⁻¹	1,60 Sk.kg ⁻¹ (3)	0,089

¹⁾ cenník ESENEK, s.r.o. Spišská Nová Ves

²⁾ cenová tarifa SPP MD3 (maloodber, domácnosť s vykurovaním)

³⁾ kalkulačná cena SCPV – ÚA Michalovce

Z testovaných plodín sa perspektívnu energetickou plodinou určenou na spaľovanie javí ozdobnica čínska. V porovnaní s ostatnými plodínami má v podstate podobné parametre sledovaných ukazovateľov, má však podstatne vyšší produkčný potenciál, ktorý v podmienkach Východoslovenskej nížiny presahuje 30 t.ha⁻¹ sušiny.

V roku 2006 bol založený pokus s ozdobnicou čínskou pre stanovenie termických parametrov v diferencovaných podmienkach výživy. Stanovené termické parametre v druhom roku pestovania (2007) sú uvedené v tabuľke 10.

Tabuľka 10 Termické parametre biomasy ozdobnice čínskej pri diferencovanej úrovni hnojenia v druhom roku pestovania (2007)

Meraná veličina	Merná jednotka	Varianty výživy					Priemer
		V1	V2	V3	V4	V5	
Spalné teplo	MJ.kg ⁻¹	18,99	18,67	18,76	18,42	18,41	18,65
Výhrevnosť sušiny pri 105 °C	MJ.kg ⁻¹	17,78	17,45	17,54	17,22	17,21	17,44
Výhrevnosť pri pôvodnej vlhkosti	MJ.kg ⁻¹	16,04	15,83	15,80	15,64	15,89	15,84
Vlhkosť pôvodnej sušiny	%	8,63	8,16	8,71	8,00	6,75	8,05
Vlhkosť v sušine pri 105 °C	%	4,25	4,19	3,88	4,52	4,35	4,24
Obsah popola	%	4,24	3,38	3,16	5,42	4,78	4,20
Síra celková	%	0,26	0,21	0,16	0,10	0,09	0,16
Vodík	%	5,04	5,09	5,10	5,06	5,11	5,08
Uhlík	%	42,61	43,41	43,41	42,68	43,43	43,11
Dusík	%	0,44	0,34	0,36	0,88	0,61	0,53
Kremík	%	1,47	1,23	1,09	1,62	1,42	1,37
Chlór Cl (d)	%	0,23	0,22	0,16	0,31	0,29	0,24

Výhrevnosť biomasy pri pôvodnej vlhkosti (6,75 – 8,71 %) dosiahla v priemere za všetky varianty 15,84 MJ.kg⁻¹. Dosiahnutá

(náhrada fosílnych palív), a to vyvolá aj požiadavku na zmenu súčasnej technicko-technologickkej základne v sektore energetiky. Je potrebné však prihliadať na riziká spojené so zavádzaním progresívnych technológií so zreteľom na životné prostredie. Biopalivá v budúcnosti výrazne nahradia fosílna palivá, ktorých zdroje sú vyčerpatel'né, a postupne budú obsadzovať trh s palivami. Musíme však brať do úvahy aj iné formy energie, ako je napr. jadrová energia, ktorá bude v nasledujúcom období určite preferovaná ako u nás tak aj v Európe.

Ako alternatívne zdroje energie s dôrazom na ochranu životného prostredia sa začínajú uplatňovať fytoenergetické rastliny. Na Slovensku sa introdukovala ako energetická plodina ozdobnica čínska, ale aj iné špeciálne plodiny (Pavlišinová, 2006). Výnosový potenciál ozdobnice čínskej prevyšuje možnosti pestovaných domácich druhov u nás, vrátane rýchlorastúcich drevín a má výhrevnosť vyššiu ako fosílna palivo – hneď uhlie (Porvaz, 2008). Dôležitý je aj obsah celkovej síry v emisiách, ktorý spravídla neprekročuje 0,1 % (tabuľka 8).

Tabuľka 8 Porovnanie parametrov výhrevnosti a spalného tepla energetických plodín pestovaných na fluvizemi kultizemnej v roku 2005

Ukazovateľ výhrevnosti	Jednotka	Energetická plodina		
		Svätojánske žito	Topinambur	Ozdobnica čínska
Spalné teplo	MJ.kg ⁻¹	18,91	17,57	18,86
Výhrevnosť	MJ.kg ⁻¹	17,64	16,42	17,61
Výhrevnosť	MJ.kg ⁻¹	15,25	14,02	12,72
Voda celková	%	11,9	12,73	24,39
Voda analytická	%	8,37	8,35	6,36
Síra celková	%	0,09	0,18	0,08
Obsah popola	%	4,21	9,25	5,16
Elementárna analýza	%	41,0	38,5	35,0
Vodík	%	5,1	4,6	4,3
Dusík	%	1,0	1,5	0,6
Kremík	%	1,09	1,28	1,07

Výhrevnosť jednotlivých druhov energetických plodín poukazuje na možnosti ich využitia na vykurovanie, pretože je vyššia ako napr. hneďého uhlia (tabuľka 9).

Tabuľka 9 Výhrevnosť jednotlivých druhov palív

Druh paliva	Výhrevnosť	Cena paliva	Cena [Sk.MJ ⁻¹]
-------------	------------	-------------	-----------------------------

zdrojom energie je biomasa získaná z pestovaných energetických rastlín. Je východiskovou surovinou pre energetické využitie v rôznych formách – pevnej, kvapalnej alebo plynnej. Zdroje biomasy energetických rastlín však nemusia byť využívané len na energetické účely (spaľovanie alebo náhrada fosílnych palív), ale je možné ich využiť aj v priemyselnej oblasti.

Premenu biomasy na tepelnú a elektrickú energiu s využitím moderných technológií splyňovania a spaľovania môžeme považovať za neškodnú pre životné prostredie. Pestovanie fytoenergetických rastlín má teda okrem energetického prínosu i ekologický význam prejavujúci sa v obmedzovaní skleníkového efektu, v úspore fosílnych zdrojov energie a vo využití pôdy. Ekologické výhody využívania biomasy ako obnoviteľného zdroja energie v štátoch EÚ rieši zákon o dani z produkovaného oxidu uhličitého z fosílnych palív, ktorý sa nevzťahuje na obnoviteľné zdroje.

Produkcija pôdohospodárskej biomasy a jej využívanie na energetické účely môže aktívne prispieť k záväzku SR do roku 2020 zabezpečiť 12 % výroby energie z obnoviteľných zdrojov. Základným dokumentom je „Stratégia vyššieho využívania obnoviteľných zdrojov energie v SR“, ktorý mapuje súčasný stav, stanovuje ciele a opatrenia na zvýšenie využívania týchto zdrojov do roku 2015 (Zacharda, 2007).

Analýza rozvoja ZOFÉ vzhľadom na naše prírodné podmienky preukázala perspektívnosť komplexného využitia biomasy. Najperspektívnejším zdrojom v podmienkach Slovenska je biomasa určená na spaľovanie, ale aj pre náročnejšiu výrobu elektrickej energie, alebo biopalív. Slovensko so svojimi prírodnými podmienkami, t.j. 42 % lesnatosťou a 49 % výmerou poľnohospodárskej pôdy, má predpoklady, aby v bioenergetike EÚ zastávalo jedno z popredných miest. Je však nutné, aby sa podporil systematický výskum a s ním súvisiaci technologický vývoj. Tento je časovo náročný, multidisciplinárny, s realizáciou výsledkov až po niekoľkých rokoch systematickej práce. Paralelne s prípravou intenzívneho pestovania a využívania biomasy v sektore energetiky, či už ako suroviny alebo alternatívneho biopaliva, je nevyhnutné venovať pozornosť vývoju a výrobe efektívnych technológií a zariadení na zber, manipuláciu a spracovanie biomasy na požadovanej kvalitatívnej úrovni. Je taktiež potrebné zaviesť moderné energetické technológie, ktoré efektívne využívajú energetický obsah biopalív s minimálnym dopadom na životné prostredie.

Pestovanie rýchlorastúcich drevín a energetických rastlín v podmienkach Slovenska je problematika relatívne nová, aj keď drevo je najstaršia energetická surovina. Narastajúcu potrebu objemového paliva stanovenú v zámeroch a prioritách, ktoré boli prijaté v rámci smerníc

o obnoviteľných zdrojoch energie na Slovensku, ale aj v štátoch EÚ, nepokryje odpad z priemyselného spracovania dreva. Biopalivo z lesnej drevnej biomasy nahrádzajú napr. vo Švédsku plantáže s rýchlorastúcimi drevinami (vřba *Salix*) a vo Francúzsku plantáže energetických rastlín. Na Slovensku je pestovanie a zakladanie plantáží rýchlorastúcich drevín zatiaľ iba na úrovni maloparcelných pokusov. Obdobná situácia je i v pestovaní energetických rastlín, či už trvácich (ozdobnica čínska, štiavec Uteuša) alebo jednoročných (cirok cukrový). Využitie energetických rastlín však môže byť aj v inej oblasti ako prírodné palivo. Je vhodné pre spracovateľský papierenský, chemický a potravinársky priemysel. Z hľadiska efektívneho využívania alternatívnych zdrojov energie biomasy sa môžu pestovať tieto kultúry na pôdach menej vhodných na pestovanie poľnohospodárskych plodín, ale aj na pôdach úrodných.

V podmienkach Východoslovenskej nížiny sa introdukuje ozdobnica čínska (*Miscanthus sinensis* Anderss.) a zavádza pestovanie vřby košíkárkej ako alternatívnych zdrojov energie pri zhodnocovaní biomasy s následným využitím pre energetické účely a výrobu predmetov na stavebné účely. Dobré výsledky sa dosiahli aj s niektorými druhmi láskavca (*Amaranthus*) a prirodzene sa vyskytujúcim topinamburcom hl'uznatým (*Helianthus tuberosus*). Podzemná časť topinamburu (hl'uzy, tzv. sladké zemiaky) je vhodná na výrobu alkoholu a nadzemná časť je vhodná na spaľovanie. Do istej miery je pestovaním energetických rastlín možné riešiť aj sociálnu otázku rómskeho obyvateľstva (pestovanie a spracovanie surovín, výroba predmetov pre spotrebu obyvateľstva) s cieľom zvýšiť pracovné príležitosti v regiónoch s nízkou zamestnanosťou obyvateľstva.

1.3 Využitelný potenciál pôdneho fondu na produkciu biomasy pre energetické účely

Slovenská republika v rámci spotreby energie národného hospodárstva kryje len 4,2 % z obnoviteľných zdrojov energie, z čoho podiel biomasy činí približne 1,8 %, aj keď potenciál využitia obnoviteľných zdrojov energie je podstatne vyšší. Jednou z príčin sú bariéry, ktoré bránia vyššiemu využitiu obnoviteľných zdrojov energie a najmä biomasy na Slovensku. Investovanie do technológií v oblasti využívania obnoviteľných zdrojov je finančne veľmi náročné aj napriek tomu, že garantovaná výkupná cena 1 kWh vyrobenej z obnoviteľných zdrojov je stanovená na obdobie dvanástich rokov, čo je pozitívny fakt. Teoreticky je možné v slovenskom poľnohospodárstve vyrobiť až 85,3 PJ energie z poľnohospodárskej biomasy bez toho, aby jej energetické

K znečisťovaniu ovzdušia skleníkovými plynmi, a tým aj k prebiehajúcim klimatickým zmenám, dochádza predovšetkým z dôvodu spaľovania fosílnych palív. K skleníkovým plynom patria hlavne oxid uhličitý, metán, v menšej miere oxid dusný. K znečisťujúcim látkam patria predovšetkým oxidy síry (SO₂) a oxidy dusíka. Najväčším producentom antropogénnych emisií CO₂ (cca 80 %) je práve energetika. Preto zosúladenie vzťahov energetiky a biosféry je v súčasnosti jednou z najzávažnejších strategických úloh riešenia globálnych environmentálnych problémov. Z hore uvedených dôvodov aj rozvoj energetiky musí byť založený na princípoch trvalo udržateľného rozvoja.

Mimoriadny význam z pohľadu znižovania emisií skleníkových vplyvov a klimatických zmien majú všetky biotechnológie. Pestovanie plodín na fytomasu pre energetické a technické účely má okrem energetického prínosu i ekologický význam prejavujúci sa v obmedzovaní skleníkového efektu, v úspore fosílnych zdrojov energie a vo využití pôdy.

K najčastejšie používaným druhom biomasy patrí drevo (dendromasa) a drevné zvyšky (odpad), slama obilnín a olejnin, bioplyn, kvapalná biopalivá a rastliny pestované pre využitie v sektore energetiky. Rôzne pevné biopalivá majú síce podobné látkové zloženie, ale výhrevnosť je rôzna. Stebloviny majú viac popolovín (8 %) než dreviny (1 %). Hlavné látky horenia – uhlík (44 %) a vodík (6 %) – sú čiastočne oksyložené, pretože rastliny obsahujú 36 % chemicky viazaného kyslíka. Toto zvyšuje ich výhrevnosť oproti fosílnym palivám na cca 18 MJ.kg⁻¹ v absolútne suchom stave. Veľký vplyv na výhrevnosť biomasy má jej vlhkosť. Optimálna vlhkosť pre spaľovanie je u steblovín asi 15 – 20 % a u drevín 20 – 30 %. Určité množstvo vody je v palive potrebné, pretože absolútne vysušený organický prach je vlastne výbušnina. Pri spaľovaní biomasa uvoľňuje do ovzdušia menej škodlivých emisií. Práve tento aspekt vedie k tvorbe takých palív, ktoré by obsahovali len biomasu. Na Slovensku sa zavádza výroba brikiet, peliet určených na spaľovanie. Tieto biopalivá sú zhutnené granuly z dendromasy a fytomasy bez chemických prísad. Ich cena sa pohybuje rádovo od 12 000 – 20 000 Sk.t⁻¹ (Miklúšová, 2006).

Napriek často protichodným názorom na spaľovanie fytomasy, vrátane jej spoluspaľovania s uhlím, ak má byť docielený podiel energie získanej zo ZOFÉ na celkovo ročne spotrebovanej energii, je nevyhnutné začať už dnes zvýšené aktivity podporujúce zavedenie rozsiahleho pestovania rýchlorastúcich drevín i alternatívnych energetických rastlín a vytvorenie podmienok pre ich využitie v sektore energetiky. Súčasný stav palívovo-energetickej základne vo svete ako aj na Slovensku už dnes upozorňuje na nutnosť radikálneho zásahu do sektora energetiky, ktorý vyvolá zmenu palívovej základne – prechod na obnoviteľné formy energie

pestovania porastu. Pri dosiahnutých príjmoch za rok sa rátalo s predajnou cenou biomasy 1 600 Sk.t⁻¹. Z tabuľky 7 je vidieť, že rozdiel návratnosti investície medzi variantmi V2 a V3 je 1,1 roka. Variant V3 aj s uvažovaním dotácie je za päť rokov stratový na úrovni -1 091 Sk.ha⁻¹.rok⁻¹.

Ekonomické hodnotenie výsledkov podľa variantov výživy umožnilo sformulovať nasledujúce závery (tabuľka 7):

1. Nehnojený variant V3 s nižšou úrodou je za päť rokov ekonomicky stratový na úrovni -1 091 Sk.ha⁻¹.rok⁻¹. To znamená, že je potrebné preferovať primerane hnojené varianty s vyššou úrodou biomasy.
2. V súčte s možnými cieľovými dotáciami na plochu, ornú pôdu, energetickú plodinu a oblasť pestovania a perspektívne so zvýšenými výkupnými cenami za biomasu je možné pestovať ozdobnicu čínsku so ziskom.
3. Návratnosť investície pri sledovaných variantoch je za 4,0 až 5,1 roka.

7 Tepelné a emisné vlastnosti ozdobnice čínskej

Rastliny pre svoj rast využívajú oxid uhličitý (CO₂), ktorý absorbujú z atmosféry a prostredníctvom fotosyntézy ho premieňajú na uhl'ovodíky. Pri spaľovaní biomasy nastáva opačný proces a oxid uhličitý sa uvoľňuje do atmosféry, aby sa opätovne využil v procese fotosyntézy. Ide o uzatvorený cyklus, pri ktorom využívanie biomasy na energetické účely má na rozdiel od spaľovania fosílnych palív neutrálny vplyv na obsah oxidu uhličitého v atmosfére. Podobne priaznivý vplyv sa prejavuje aj vo využití metánu. Jeho voľný únik do atmosféry pri vyhŕňavajúcich procesoch zo skládok odpadu a hnojovice má ešte výraznejší nepriaznivý dopad na skleníkový efekt ako CO₂. Podľa Kjótskeho protokolu majú priemyselné krajiny do roku 2012 znížiť emisie skleníkových plynov o 5,2 % oproti úrovni roku 1990. Európska komisia pritom odhadla, že ročné znižovanie emisií o približne 1,5 % po roku 2012 bude stáť EÚ asi 0,5 % jej hrubého domáceho produktu (HDP). Na druhej strane však upozornila, že ak by sa ekologická hrozba ignorovala, dôsledky by mali na ekonomiku a životné prostredie dopad na úrovni 1,5 až 2 % HDP. Európskou komisiou predstavená stratégia je postavená na zámere udržať rast priemernej ročnej teploty najviac o 2 °C, čo vyžaduje znížiť emisie skleníkových plynov do roku 2050 o 15 %.

využívanie negatívne vplývalo na živočíšnu výrobu (podstielanie, kŕmenie) alebo výživu pôdy.

Na energetické účely je teoreticky možné už v súčasnosti využívať až 2,0 mil. t poľnohospodárskej biomasy hustosiatych obilnín, kukurice, slnečnice, repky, trvalých trávnych porastov a pod. Podľa posledných kalkulácií predstavuje z energetického hľadiska súčasný potenciál poľnohospodárskej biomasy celkový energetický ekvivalent 53,3 PJ.

Uvažovaný energetický potenciál poľných plodín pestovaných v našich podmienkach sa môže ešte zvýšiť o plodiny pestované na alternatívne energetické využitie. Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy Bratislava (Piszcalka – Maga, 2007) člení poľnohospodársky pôdny fond Slovenska na:

- primárnu poľnohospodársku pôdu (1 368 tis. ha – 56 % poľnohospodárskej pôdy),
- sekundárnu poľnohospodársku pôdu (696 tis. ha – 29 % poľnohospodárskej pôdy),
- ostatnú poľnohospodársku pôdu (370 tis. ha – 15 % poľnohospodárskej pôdy).

Slovenské poľnohospodárstvo môže vyčleniť sekundárnu poľnohospodársku pôdu na účelové pestovanie zelenej biomasy na výrobu energie buď vo forme zelených rastlín na výrobu bioplynu (kukurica, obilniny, strukoviny a pod.), alebo následnú kombinovanú výrobu elektriny a tepla. Ostatná poľnohospodárska pôda podľa kategorizácie prírodných podmienok pre rozvoj bioenergetiky by mala byť prednostne využívaná na pestovanie energetických rastlín. Z rozlohy takmer 370 tis. ha poľnohospodárskej pôdy sa uvažuje s reálnou pestovateľskou plochou energetických plantáží fytohmasy a dendromasy na výmere 100 tis. ha. Vhodné plodiny na tieto energetické účely sú štiavec, ozdobnica čínska, láskevec, topinambur hľuznatý, ciroky, krídlatka, technické konope, rýchloraštie druhy vrb rodu *Salix* a pod.

Vo svete je vo všeobecnosti nedostatok biomasy na vykurovanie a spracovanie na iné energetické účely. Slovensko bolo podľa európskej komisie vyhodnotené ako krajina s najvyšším potenciálom rozvoja využitia biomasy ako ZOFE. Predurčujú ju k tomu geografické a sociálno-ekonomické podmienky. To znamená, že napriek odporcom využitia biomasy pre energetické účely z titulu celosvetového problému nedostatku potravín by sme nemali túto strategickú úlohu na národnej úrovni zaznávať.

1.4 Návrh cieľov využívania pôdohospodárskej biomasy v SR do roku 2013

Vychádzajúc z analýzy zdrojov pôdohospodárskej biomasy boli vytýčené hlavné smery jej využitia na energetické účely v SR do roku 2013 tak, aby bolo možné:

- V poľnohospodárskych podnikoch vybudovať ročne minimálne 30 tepelných zariadení na efektívne spaľovanie biomasy s priemerným inštalovaným výkonom 300 kW, čo predstavuje investičné náklady cca 200 mil. Sk.
- V komunálnej sfére vybudovať ročne minimálne 20 tepelných zariadení s priemerným inštalovaným výkonom 1,5 MW, čo predstavuje investičné náklady cca 400 mil. Sk.
- Prehodnotiť možnosti rekonštrukcie veľkých energetických zariadení s možnosťou využitia pôdohospodárskej biomasy ako náhrady za časť používaných fosílnych palív (ročný objem vhodnej biomasy je 1 mil. ton).
- Ročne vybudovať minimálne 15 bioplynových staníc pre kombinovanú výrobu tepla a elektriny s priemerným inštalovaným výkonom 500 kW, čo predstavuje investičné náklady okolo 500 mil. Sk. Ročná výroba by predstavovala 49 GWh elektrickej energie a 176 TJ tepla.
- Pre výrobu paliva pre maloodberateľov prehodnotiť riešenie výroby tvarovaných palív z pôdohospodárskej biomasy (brikety, pelety).

Veľmi dôležitú úlohu pri rozvoji využívania biomasy na energetické účely zohráva koordinovaná a finančne nepoddimenzovaná vedecko-výskumná a poradenská činnosť, ktorá zohráva vo vyspelých krajinách EÚ kľúčovú úlohu. Pestovanie energetických rastlín na Slovensku dnes stagnuje a situácia z hľadiska zvyšovania ich pestovateľských plôch sa zrejme rýchlo nezmení. Negatívne ohlasy na rozširovanie pestovateľských plôch energetických rastlín ohrozujúce potravinovú bezpečnosť u nás a celkovo vo svete nie sú na mieste.

Nedostatok potravín vo svete nezapríčinilo „len“ pestovanie plodín na energetické účely, ale aj chybné strategické rozhodnutia v rámci EÚ (úhorové hospodárstvo), nepriaznivé klimatické pomery pre najväčších producentov obilnín (Austrália, Kanada), až 30 %-ný nárast spotreby potravín vo východnej Ázii v posledných rokoch (India, Čína) a v neposlednom rade neadekvátne sa zvyšujúce ceny ropy vo svete.

plodín získa aj energetický a ekonomický zisk. Rozhodujúcim faktorom pestovania a využitia energetických plodín je cena produkcie biomasy ako biopaliva alebo suroviny pre výrobu biopalív, a tiež náklady na pestovanie. V súčasnej dobe ešte neexistuje dostatok praktických skúseností a ekonomických znalostí z cieľného pestovania energetických plodín.

Na Slovensku majú poľnohospodári už prvé skúsenosti s pestovaním ozdobnice čínskej, ktorá je vhodná najmä do kukuričnej výrobnjej oblasti (Jamriška – Surovčík, 2007; Baráková, 2007).

V roku 2003 bol založený porast ozdobnice čínskej a ako premenlivé parametre boli zvolené tri varianty hnojenia, kde variant V3 bol kontrolný bez hnojenia. V tabuľke 6 sú uvedené všetky vstupné náklady operácií podľa troch variantov výživy v roku založenia porastu 2003 a v ďalších rokoch 2004 – 2007. Najvyššie náklady na pestovanie boli v roku založenia porastu. Najväčšiu nákladovú položku vstupných nákladov predstavuje sadba plodiny. Variant pestovania V2 predstavuje najvyššie vstupné náklady 233 821 Sk.ha⁻¹ v roku založenia porastu (2003), ale aj v ďalších štyroch rokoch na úrovni 21 508 Sk.ha⁻¹, čo je spôsobené najvyšším vstupom dusíkatých hnojív. Najnižšie náklady 226 091 Sk.ha⁻¹ sú v roku založenia porastu na variante V3 bez hnojenia (tabuľka 6). V priemere rokov 2004 – 2007 náklady na nehnojenom variante V3 dosahujú úroveň 9 108 Sk.ha⁻¹.

Úroda biomasy ozdobnice čínskej bola zberaná v rokoch 2004 – 2007 a najvyššia 171,53 t.ha⁻¹ (celkom za 4 roky) bola na variante V2. Výrobné náklady z titulu najvyššej úrody na V2 boli 1 273,65 Sk.t⁻¹. Na variante V3 pri najnižšej úrode biomasy 120,55 t.ha⁻¹ sú výrobné náklady najvyššie, a to 1 645,23 Sk.t⁻¹.

Pri pestovaní ozdobnice čínskej bolo uvažované s dotáciou ako pri pestovaní energetických plodín teda na plochu, ornú pôdu, energetickú plodinu a na znevýhodnenú oblasť. V našom prípade výsledná priama platba činí na rok 7 373,22 Sk.ha⁻¹.

Tabuľka 7 Ekonomické hodnotenie pestovania ozdobnice čínskej

Ekonomické ukazovatele	V1	V2	V3
Celkové náklady [Sk.ha ⁻¹]	214 963	218 463	198 333
Príjem za rok (pri kalkulačnej cene 1 600 Sk.t ⁻¹) [Sk.ha ⁻¹]	46 848	54 888	38 576
Náklad za rok [Sk.ha ⁻¹]	42 993	43 693	39 667
Zisk za rok [Sk.ha ⁻¹]	3 855	11 195	-1 091
Návratnosť investície [roky]	4,6	4,0	5,1

Pri ekonomickom hodnotení návratnosti investície na založenie porastu ozdobnice čínskej sa vychádzalo zo súčtu nákladov za päť rokov

V 21. storočí sa očakáva, že k energetickým zdrojom prispeje aj biomasa, ktorá sa tak stáva významným artiklom. Aby bola dobrým, stabilným a pre spoločnosť výnosným tovarom, musí sa využívať účelne a efektívne.

Tabuľka 6 Náklady na pestovanie ozdobnice čínskej na biomasu počas piatich rokov pokusu

1. rok pestovania (2003)	Sk.ha ⁻¹		
	V1	V2	V3
Herbicídna úprava pozemku (Roundup 3 l.ha ⁻¹ + aplikácia)	2 178	2 178	2 178
Hlboká orba	3 564	3 564	3 564
Smykovanie + bránenie	1 634	1 634	1 634
Priemyselné hnojivá vrátane aplikácie V1 – (N – 40 kg.ha ⁻¹ , P – 40 kg.ha ⁻¹ , K – 120 kg.ha ⁻¹), V2 – (N – 60 kg.ha ⁻¹ , P – 40 kg.ha ⁻¹ , K – 120 kg.ha ⁻¹), V3 – 0	7 030	7 730	0
Zapravenie priemyselných hnojív	817	817	817
Výsadba podzemkov (cena sadenice – 16 Sk, 10 000 sadenic.ha ⁻¹ ; výsadba 5 Sk/sadenica)	210 000	210 000	210 000
Herbicídne ošetrovanie (Basagran 3 l.ha ⁻¹ + aplikácia)	4 291	4 291	4 291
Plečkovanie	1 744	1 744	1 744
Drvenie rastlinnej hmoty	1 863	1 863	1 863
Spolu (2003)	233 121	233 821	226 091
Ďalšie roky pestovania (priemer rokov 2004 – 2007)			
Prihnojovanie V1 – (N – 40 kg.ha ⁻¹), V2 – (N – 60 kg.ha ⁻¹), V3 – 0	2 400	3 100	0
Zber hmoty zberacou rezačkou	2 277	2 277	2 277
Priemer rokov 2004 – 2007	4 677	5 377	2 277
Spolu 2004 – 2007	18 708	21 508	9 108
Náklady za 5 rokov	251 829	255 329	235 199
Dotácie za 5 rokov	36 866	36 866	36 866
Náklady za 5 rokov znížené o dotácie	214 963	218 463	198 333
Úroda za roky 2004 – 2007 [t.ha⁻¹]	146,40	171,53	120,55
Výrobné náklady za roky 2003 – 2007 [Sk.t⁻¹]	1468,33	1273,65	1645,23

Ekonomická efektívnosť a energetická náročnosť závisia od potenciálnej produkcie biomasy, čo je podmienené ekologickými podmienkami a plodinou. Preto i pri tých istých energetických vstupoch nie v každej krajine sa pri doterajšej technológii pestovania energetických

2 Charakteristika ozdobnice čínskej (*Miscanthus sinensis* Anderss.)

V súčasnosti sa hľadajú nové rastlinné druhy, ktoré by boli vhodné na pestovanie rastlín pre energetické účely, či už na spaľovanie alebo iné priemyselné využitie. Aktuálne je aj šľachtenie a introdukcia nových druhov energetických rastlín pochádzajúcich zo subtropických a tropických krajín pre pásmo miernej klímy. Medzi rastliny vhodné na energetické účely patrí ozdobnica čínska (lat. *Miscanthus sinensis* Anderss.; angl. Japanese silvergrass, Chinese silvergrass; nem. Chinaschilf, Zwerg – Chinaschilf).

Pochádza z juhovýchodnej Ázie (Južné Kurily, juhovýchod Ruska, Čína – Mandžusko, Kórea, Tchajwan). Je to vytrvalá tráva vysokého vzrastu. Pôvodný botanický druh je 1,0 – 1,5 m vysoký, sviežo zelený. Podzemok je drevnatý, čuprinatý, listy sú čiarkovité jemne zúbkované, dlhé 70 – 85 cm a široké 2 cm so silným stredným rebrom. Steblá sú hladké. Metlna je široká, okolikato poschodovitá, vetvičky sú odstavajúce s nepravým klasom dlhým 20 – 30 cm. Kvitne v auguste až októbri. Niektoré šľachtené formy ozdobnice sú podstatne vyššie, môžu dorastať až do výšky 4 m. Botanicky sa radí do čeľade lipnicovitých (*Poaceae*), tribus fúzovcovitých (*Andropogoneae*). Je to rastlina C₄ typu. Počet chromozómov: 2n = 38. Produkčný potenciál za priaznivých podmienok je nad 30 t.ha⁻¹ sušiny, v podmienkach závlah až 40 t.ha⁻¹ sušiny. Ako rastlina C₄ typu efektívne využíva snečnú energiu, vodu a živiny. V našich agroklimatických podmienkach je značne odolná voči chorobám a škodcom. V prvom roku pestovania je však náchylná na vymŕzanie a v počiatkových fázach rastu na zaburinenie. Zvýšenie zimovzdorovitosti sa vo svete rieši šľachtením z divorastúcich foriem *Miscanthus sinensis* A. x *giganteus*, *M. sacchariflorus*. Jej transpiračný koeficient je približne 250 l.kg⁻¹ sušiny, čo je hodnota medzi cirokmi (200 l.kg⁻¹ sušiny) a kukuricou (300 l.kg⁻¹ sušiny). V súčasnosti sa pestuje na hospodárske, ale aj na okrasné účely. Medzi najznámejšie pestované okrasné kultivary tohto botanického druhu patria: 'Adagio', 'Cabaret', 'Gracillimus', 'Purpurescens', 'Silberfeder', 'Strictus'. Odlišujú sa habitusom i sfarbením listov.

Na živinami dobre zásobených pôdach v prvom roku pestovania sa ozdobnica zaobíde bez hnojenia. V ďalších rokoch pestovania sa dávky živín stanovujú podľa zásoby živín v pôde a dosahovanej úrody sušiny.

Pestovanie ozdobnice čínskej na energetické účely sa v európskych krajinách realizuje zatiaľ iba na úrovni poľných pokusov. V súčasnosti sa uskutočňujú pokusy so zakladaním porastu výsadbou

podzemkov (Porvaz, 2006) alebo priamym výsevom, pričom aj spôsoby získania fertílneho osiva sú iba na úrovni poľných experimentov. Úspešnejšia ako sejba na široko s neobaľovaným osivom bola sejba do riadkov s obaľovaným osivom (Clifton-Brown – Lewandowski, 2002). Množenie biologického materiálu sa môže vykonávať:

- zakladaním porastu výsadbou podzemkami,
- zakladaním porastu priamym výsevom,
- množením biologického materiálu v podmienkach in vitro (meristematické pletivá).

Výsledky z poľných pokusov s rôznymi genotypmi ozdobnice vo svojich prácach prezentujú Clifton-Brown – Lewandowski (2002). Štúdiom vplyvu faktorov obdobia zberu, poliehania, orezávania, hnojenia, mechanických a morfológických vlastností rastlín sa zaoberali Kaack – Schwarz (2001).

3 Charakteristika pokusov

Polyfaktoriálne poľné pokusy s ozdobnicou čínskou sú založené na experimentálnom pracovisku SCPV – Ústav agroekológie Michalovce vo Vysokej nad Uhom na fluvizemi kultizemnej v bezzávlahových podmienkach.

3.1 Metodika poľných pokusov

V roku 2003 bol založený pokus výsadbou podzemkov do sponu 1,0 x 1,0 m s diferencovanými variantmi výživy dusíkom (V1 – 40 kg.ha⁻¹ N, V2 – 60 kg.ha⁻¹ N, V3 – kontrolný variant bez hnojenia dusíkom). Riešenie zahŕňalo kvantifikáciu produkcie a energetickú a ekonomickú analýzu technologického procesu.

Technológia pestovania ozdobnice čínskej bola zabezpečená počnúc rokom založenia až po produkčné roky týmito pracovnými operáciami:

1. rok pestovania:

- herbicídna úprava pozemku (Roundup 3 l.ha⁻¹ + aplikácia),
- hlboká orba,
- smykovanie + bránenie,
- priemyselné hnojivá vrátane aplikácie (N – V1 40 kg.ha⁻¹ a V2 60 kg.ha⁻¹, P – V1 a V2 40 kg.ha⁻¹, K – V1 a V2 120 kg.ha⁻¹),
- zapravenie priemyselných hnojív,

roky sú v priemere energeticky výhodné, nakoľko pri nízkych vstupoch sú výstupy významne vyššie, čomu zodpovedá aj zisk energie, koeficient energetickej účinnosti i racionálnosť využitia energie. Priemer za celé produkčné obdobie v energetickej bilancii zohľadňuje energeticky náročný rok založenia porastu, ale v konečnom dôsledku sú výsledky energetickej bilancie priaznivé.

Z hodnotenia energetických vstupov a výstupov pestovania ozdobnice čínskej podľa jednotlivých variantov výživy vyplýva, že v roku 2003 boli najnižšie výstupy energie 116,42 – 152,59 GJ.ha⁻¹, ale vstupy energie 14,71 – 23,34 GJ.ha⁻¹ boli najvyššie. Aj v prípade vysokých vstupov v roku založenia porastu koeficient energetickej účinnosti 6,43 – 7,91 poukazuje na jednoznačný posun energie v prospech výstupov. Podobné závery pre tradičné poľné plodiny publikovali napr. Slamka et al. (1997), Mati et al. (1997), Stredánská (1997) a Hnát – Kotorová (2007).

Pri podstatne vyšších úrodách ozdobnice (26,80 – 45,90 t.ha⁻¹) v nasledujúcich produkčných rokoch 2004 – 2007 sa výstupy energie (energia hospodárskej úrody) nachádzali v rozpätí 433,94 – 809,68 GJ.ha⁻¹. Pri vstupoch dodatkovkej energie 3,82 – 9,73 GJ.ha⁻¹ zisk energie predstavoval 430,12 – 799,95 GJ.ha⁻¹ a koeficient energetickej účinnosti v intervale 72,53 – 157,01 znamená jednoznačný posun na stranu výstupov energie pri pestovaní ozdobnice čínskej.

Tabuľka 5 Priemerná energetická bilancia pestovania ozdobnice čínskej

Ukazovateľ	2003	Ø 2004 – 2007	Ø 2003 – 2007
HÚ [t.ha ⁻¹]	7,73	36,29	26,58
EHÚ [GJ.ha ⁻¹]	136,30	640,21	468,93
VDE [GJ.ha ⁻¹]	19,93	7,56	13,74
ZE [GJ.ha ⁻¹]	116,37	632,66	455,19
KEÚ	6,96	92,15	38,90
RVE [%]	85,51	98,85	96,66

Racionálnosť využitia dodatkovkej energie sa v roku 2003 na sledovaných variantoch hnojenia pohybovala od 84,46 % pri V1 do 87,37 % pri V3. V nasledujúcich rokoch 2004 – 2007 racionálnosť využitia energie bola veľmi vysoká a pohybovala sa v rozpätí 98,67 – 99,36 %. Celkovo možno konštatovať, že priebeh využívania vkladov energie bol podobný ako pri energetickej účinnosti, teda pri vyššom využití dodatkovkej energie bola aj vyššia energetická účinnosť produkčného procesu.

6 Ekonomika pestovania ozdobnice čínskej

Tabuľka 4 Priemerné vstupy dodatkovej energie [GJ.ha⁻¹] pri pestovaní ozdobnice čínskej

Ukazovateľ	2003	Ø 2004 – 2007	Ø 2003 – 2007
Ľudská práca	0,44	0,11	0,18
Fosilná energia	4,68	0,99	1,73
Energia v strojoch	5,83	3,45	3,93
Hnojivá	4,48	2,67	3,03
z toho: N	2,67	2,67	2,67
P	0,85	0,00	0,17
K	0,96	0,00	0,19
Pesticídy	0,34	0,00	0,07
Sadivá	4,15	0,00	0,83
Celkom	19,92	7,22	9,77

Štruktúra foriem dodatkovej energie uvedená v tabuľke 4 je zhodná s členením vstupov energie uvedeným v prácach Preiningera (1987), Matiho et al. (1990), Danka (1991), Pospišila (1996). Priame vstupy dodatkovej energie (energia ľudskej práce a fosilná energia) v roku 2003 predstavovali 5,12 GJ.ha⁻¹ a nepriame vstupy (energia v strojoch, energia hnojív, energia pesticídov a energia sadív) boli 14,80 GJ.ha⁻¹. Vstupy nepriamej energie teda predstavovali väčšiu časť nárokov na vstupy dodatkovej energie, pričom najvyššou položkou boli priemyselné hnojivá (4,48 GJ.ha⁻¹). Je potrebné zdôrazniť, že v roku založenia porastu boli najvýraznejším vkladom dusíkaté hnojivá (2,67 GJ.ha⁻¹), čo bolo 59,6 % vkladov energie vo forme priemyselných hnojív. V ďalších rokoch pestovania ozdobnice čínskej boli celkové vstupy dodatkovej energie nižšie o 12,70 GJ.ha⁻¹ než v roku založenia porastu, ale aj tak boli nepriame vstupy vyššie než vstupy priame (Δ = 5,02 GJ.ha⁻¹). Hnojivá sú energeticky veľmi náročné, no pri správnej aplikácii zvyšujú úrody natoľko, že výstupy energie prevyšujú energetický vklad hnojív. Priemerný vklad priemyselných hnojív v rokoch 2003 – 2007 predstavoval 3,03 GJ.ha⁻¹. Vklad dusíkatých hnojív tvoril až 88,1 % všetkých aplikovaných priemyselných hnojív.

Dôležitým ukazovateľom efektívnosti produkčného procesu je determinovanie vzájomných vzťahov medzi vstupmi a výstupmi energie. V tabuľke 5 je uvedená priemerná energetická bilancia pre rok 2003, priemer za roky 2004 – 2007 a priemer za roky 2003 – 2007. Z priemerných bilancií pestovania ozdobnice je zrejme, že energeticky najmenej výhodným je rok založenia porastu, kedy sú vstupy energie najvyššie, ale výstupy energie vo forme energie hospodárskej úrody, energetický zisk i koeficient energetickej účinnosti sú najnižšie. Ďalšie

- výsadba podzemkov,
- herbicídne ošetrovanie (Basagran 3 l.ha⁻¹ + aplikácia),
- plečkovanie,
- drvenie rastlinnej hmoty.

Ďalšie roky pestovania:

- prihnojovanie dusíkom v dávke podľa pokusných variantov,
- zber hmoty zberacou rezačkou.

Energetická analýza, prepočet vstupov a výstupov na ich energetické ekvivalenty, ako aj prepočet bilancie sa vypočítal podľa metodík publikovaných Preiningerom (1987) a Čislákom (1990).

Vstupy dodatkovej energie boli kvantifikované z nasledovných podkladov: energia ľudskej práce, fosilná energia (pohonné hmoty), energia v strojoch, energia v chemických prostriedkoch (priemyselné hnojivá, pesticídy), energia sadiva [GJ.ha⁻¹]. Energetická hodnota sadiva ozdobnice bola vypočítaná z energetickej hodnoty sadiva zemiakov, keď Preininger (1987) udáva pri potrebe sadby zemiakov 3 000 kg.ha⁻¹ energetickú hodnotu 6,22 GJ.ha⁻¹. Pri sponě 1,0 x 1,0 m je na 1 ha potrebných 10 000 podzemkov, čo zodpovedá hmotnosti 2 000 kg a po prepočítaní energetická hodnota sadiva ozdobnice pre všetky tri varianty v roku 2003 je 4,15 GJ.ha⁻¹.

Za základ pre výpočet výstupov energie boli použité údaje o hospodárskej úrode modelovej plodiny [t.ha⁻¹].

Na základe získaných vstupných a výstupných energetických hodnôt produkčného procesu sa vypočítala energetická bilancia a efektívnosť transformácie energie sa vyjadrila pomocou nasledovných ukazovateľov:

$$EHU [GJ.ha^{-1}] = 17,64 [GJ.t^{-1}] \cdot HU [t.ha^{-1}],$$

$$ZE [GJ.ha^{-1}] = EHU [GJ.ha^{-1}] - VDE [GJ.ha^{-1}],$$

$$KEU = \frac{EHU [GJ.ha^{-1}]}{VDE [GJ.ha^{-1}]},$$

$$RVE [\%] = \frac{ZE [GJ.ha^{-1}]}{EHU [GJ.ha^{-1}]} \cdot 100,$$

kde: HU – hospodárska úroda sušiny [t.ha⁻¹], EHU – energetická hodnota úrody [GJ.ha⁻¹], VDE – vstupy dodatkovej energie [GJ.ha⁻¹], ZE – zisk energie, KEU – koeficient energetickej účinnosti, RVE – racionálnosť využitia energie [%].

Pri ekonomickej bilancii sa vychádzalo zo základných ekonomických ukazovateľov, ako sú ročné náklady, celkové náklady, príjem z predaja (výnosy) a zisk/strata (Stražil, 1999). Ekonomickú bilanciu pestovania ozdobnice čínskej vyjadrujú nasledovné ukazovatele:

$$Z_r = \frac{\sum Nr}{r} - \sum PP - \frac{\sum Pr}{r},$$

kde: Z_r – ročný zisk, $\sum Nr$ – celkové náklady, $\sum Pr$ – celkové príjmy, r – počet rokov, $\sum PP$ – priame platby.

$$NI = \frac{\sum Nr - \sum PP}{\frac{\sum Pr}{r}},$$

kde: NI – návratnosť investície.

Pre zistenie termických parametrov ozdobnice čínskej bol v roku 2006 založený pokus výsadbou podzemkov do sponu 1,0 x 1,0 m a 1,0 x 1,5 m. Pokus je zameraný na stanovenie parametrov výhrevnosti v diferencovaných podmienkach výživy dusíkom (V1 – 60 kg N.ha⁻¹, V2 – 80 kg N.ha⁻¹, V3 – 100 kg N.ha⁻¹, V4 – 120 kg N.ha⁻¹, V5 – kontrolný variant bez hnojenia dusíkom). Jednotlivé technologické operácie boli totožné s pokusom založeným v roku 2003 a sú uvedené vyššie.

3.2 Poveternostné podmienky pokusného stanovišťa

Lokalita pokusného stanovišťa vo Vysokej nad Uhom sa nachádza 20 km južne od Michaloviec v nadmorskej výške 105 m a patrí do centrálnej časti Východoslovenskej nížiny. Z klimatického hľadiska patrí do oblasti teplej, podoblasti mierne suchej, resp. mierne vlhkej s chladnou zimou s priemernou ročnou teplotou vzduchu 9,0 °C a priemernou teplotou vzduchu vo vegetačnom období 16,1 °C. Dlhodobý ročný úhrn zrážok je 584 mm, z toho vo vegetačnom období 344 mm. Podnebie má kontinentálny ráz, ktorý sa prejavuje predovšetkým rozdielom 23,3 °C medzi priemernými teplotami vzduchu najteplejšieho a najchladnejšieho mesiaca v roku. Celková suma teplôt vzduchu za vegetačné obdobie (tepelná vegetačná konštanta) činí približne 2 880 °C, celková ročná

strojov, výrobkov chemického priemyslu, organických hnojív, osív, ostatné vstupy). Výstupy energie delí na energiu vyprodukovanú biomasou (energetický obsah hlavného produktu a vedľajšieho produktu), energia rastlinných zvyškov včítane koreňov a nevratné straty energie.

Porasty poľných plodín sú zložité biologicko-ekologické systémy premeny slnečného žiarenia, ktoré sú schopné existovať len vďaka dodatkovým formám energie a zvýšené využitie slnečného žiarenia je podmienené výrazným vstupom dodatkového energie (Kostrej – Danko, 1996).

Pestovanie energetických plodín na poľnohospodárskej pôde vytvára priestor pre využívanie aj plôch menej vhodných pre pestovanie tradičných poľných plodín. Popri tom, že energetické plodiny zabezpečujú trvalý kryt pôdy, ich ďalšie zhodnotenie môže prispieť aj k vylepšeniu energetickej i ekonomickej bilancie poľnohospodárskej sústavy.

Energetické bilancie v poľnohospodárstve, tak ako to uvádzajú Pospíšil – Vilček (2000), sa zvyčajne riešia globálne. V podstate analyzujú problematiku vkladov energie ako celku, z hľadiska priamych a nepriamych vkladov dodatkového energie. Z ich pohľadu energetické bilancie možno považovať za objektívne vyjadrenie priamo vložených prostriedkov do produkčného procesu.

Ozdobnica čínska je v podmienkach Východoslovenskej nížiny introdukovanou rastlinou. Nakoľko sa jedná o prvý pokus zhodnotenia priebehu jej produkčného procesu na fluvizemi kultizemnej vo Vysokej nad Uhom, spracovanie energetickej bilancie možno považovať za významný prínos do databázy poznatkov o netradičných a introdukovaných plodinách v tomto regióne, samozrejme s možnosťou využitia získaných poznatkov aj pre iné regióny Slovenskej republiky.

Porast ozdobnice čínskej bol založený v roku 2003 a následne bol využívaný v rokoch 2004 – 2007. Je logické, že najvyššie vstupy dodatkového energie 19,92 GJ.ha⁻¹ v priemere za sledované varianty boli zistené v roku 2003. Najvyššie vstupy dodatkového energie 23,34 GJ.ha⁻¹ boli zistené na variante V2, s najvyšším vstupom dusíkatých hnojív.

Pri energetických bilanciách produkčného procesu ozdobnice čínskej sa potvrdili zistenia napr. Hrušku – Janička (1982), Kostreja – Danko (1996), Kováča – Kotorovej (2003) a Kotorovej – Daniloviča (2005) o vysokom energetickom vklade priemyselných hnojív, predovšetkým dusíkatých. V tabuľke 4 sú uvedené priemerné vstupy nami kvantifikovanej dodatkového energie do produkčného procesu ozdobnice čínskej na fluvizemi kultizemnej.

dažďové zrážky, teplo vedené vzdušnými prúdmi. Vo fotosyntetickom procese rastlín sa energia absorbovaná zo slnečného žiarenia premieňa na energiu chemických väzieb (tzv. makroergické väzby organických zlúčenín), ktoré sú v rastlinnej výrobe zdrojom energie a stavebných zložiek tela bylinožravých konzumentov a v ďalšom článku potravného reťazca zdrojom potravy a energie mäsožravcov. Po odumretí živých tiel je energia organických väzieb ďalej využitá mikrobiálnymi reducentmi – deštruktormi a po ich smrti sa uvoľní v podobe zvyškového tepla. Organická hmota sa pritom rozkladá na minerálne zložky – vodu a oxid uhličitý.

Účinnosť produkčného procesu v poraste sa zvykne posudzovať podľa toho, do akej miery dokážu producenti, konzumenti a reducenti využiť energiu v systéme na produkciu vlastnej biomasy. Z tohto pohľadu sú porasty plodín ako biologické sústavy vyspelého poľnohospodárstva málo účinné, pretože pre zaistenie vysokého výnosu popri slnečnom žiarení a vode vyžadujú veľké príkony dodatkovej energie v podobe hnojív, pohonných látok, závlah, chemických prípravkov a pod. Pri znižovaní podielu dodatkovej energie vo výrobnom procese v poľnohospodárskej výrobe sa treba zamerať hlavne na znižovanie spotreby pohonných hmôt, využívanie racionálnej agrotechniky s novými technologickými postupmi, optimalizáciu hnojenia a na používanie techniky s vysokými parametrami.

Každá výrobná činnosť je procesom energetickej premeny surovín a cielene uskutočňovanými zmenami ich vlastností. Takouto činnosťou je aj poľnohospodárstvo. V porovnaní s inými druhmi ľudskej činnosti významne transformuje energiu slnečného žiarenia, ktorú akumuluje v konečnej produkcii. Z pohľadu hodnotenia energie je v rastlinnej produkcii akumulovaných 98 % slnečného žiarenia a len 2 % predstavujú iné priame vklady, bez ktorých by však produkčný proces neprebíhal efektívne. Energetické hodnotenie produkčného procesu má predovšetkým odhaliť existujúce rezervy a optimalizovať vstupy do tohto procesu s dôrazom na dosiahnutie čo najvyššieho výstupu, teda konečnej úrody.

Podľa Preiningera (1987) energetické hodnotenie je jedným z významných objektívnych meradiel účelnosti poľnohospodárskej výroby ako celku. Za energetické vstupy považuje súbor všetkých druhov energie využitých priamo vo výrobnom procese a prechádzajúcich s určitou účinnosťou do konečného výrobku. Energetické výrobné vstupy delí na energiu vonkajšieho prostredia (energia slnečného žiarenia, energia akumulovaná v pôde, energia atmosféry, energia infraštruktúry okolitého prostredia), priame energetické vklady (energia ľudskej práce, fosílna energia, iné energetické zdroje) a nepriame energetické vklady (energia

doba trvania slnečného svitu je cca 2 200 hodín, za vegetačné obdobie cca 1 442 hodín. Porovnanie úhrnov zrážok a teplôt vzduchu s dlhodobým priemerom (DP) je uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Úhrny zrážok a priemerné teploty vzduchu vo Vysokoj nad Uhom

Mesiac	Úhrny zrážok [mm]						Teploty vzduchu [°C]					
	DP	2003	2004	2005	2006	2007	DP	2003	2004	2005	2006	2007
I.	37	57	49	34	17	64	-3,5	-3,1	-3,5	-1,6	-5,1	2,9
II.	33	33	58	43	41	51	-1,2	-5,0	-3,4	-4,0	-2,1	3,1
III.	28	19	19	10	61	15	3,6	2,4	4,7	1,8	2,6	8,2
IV.	35	21	34	62	48	8	9,7	9,5	10,4	10,7	11,4	10,9
V.	52	43	69	147	88	44	14,8	18,7	13,4	15,4	14,8	17,3
VI.	79	24	63	74	65	63	18,5	20,1	18,0	17,7	19,1	21,0
VII.	66	103	70	46	11	31	19,8	21,1	20,3	20,7	22,7	22,7
VIII.	66	30	87	131	121	39	19,0	21,5	19,7	19,5	18,9	21,9
IX.	46	79	57	195	42	138	14,8	14,2	14,0	16,0	16,1	13,8
X.	49	90	55	7	24	61	9,2	7,2	10,9	9,8	10,6	9,5
XI.	49	30	49	22	37	46	4,0	6,2	4,4	3,3	5,8	3,0
XII.	44	39	27	71	19	40	-0,8	-0,5	0,5	-0,4	2,6	-0,6
Σ I.–XII.	584	568	638	842	576	600	9,0	9,4	9,1	9,1	9,8	11,1
Σ IV.–IX.	344	300	380	655	366	323	16,1	17,5	16,0	16,7	17,2	17,9

Priebeh teplôt vzduchu počas rokov 2003 – 2007 môžeme charakterizovať v porovnaní s dlhodobým priemerom ako teplotne nad normálom, pričom rok 2007 bol veľmi teplý. Z hľadiska zrážkových úhrnov z pohľadu dlhodobého priemeru môžeme hodnotiť rok 2005 ako veľmi vlhký a vegetačné obdobie roku 2005 ako extrémne vlhké. Výrazne pod dlhodobým priemerom bol úhrn zrážok vo vegetačnom období roku 2003, ktoré je hodnotené ako suché.

3.3 Pôdne pomery

Fluvizem kultizemná patrí k vývojovo mladším pôdam, hlbokým, bez štrkovitosti, dobre priepustným v celom profile. Zrnitosťná skladba je priaznivá, hlinitopiesočnatá až hlinitá. Ornica je svetlohnedej farby, hrudkovitej až drobnohrudkovitej štruktúry, drobivej až kyprej konzistencie. Podornica je dobre priepustná, zvyčajne sa neodlišuje od ornice. Ornica aj podornica majú stredný až nízky sklon k hrudkovitosti. Podľa obsahu ílovitých častíc sú zaraďované medzi pôdy stredne ťažké. Na základe zrnitosťného zloženia sú sledované fluvizeme klasifikované ako pôdy hlinité. Charakteristický je pre tieto pôdy výskyt horizontu ťažkého

nánosu s hrúbkou cca 0,15 m, ktorý sa nachádza v hĺbke 0,80 m i hlbšie. Pôdotvorným substrátom týchto pôd sú stredné až ľahké aluviálne náplavy rieky Uh, v ktorých väčšinou prebieha slabý glejový proces pri periodickom ovlhčovaní pôdy kapilárnym vzliňaním z podzemných vôd. Časť fluvizemí s vyššie položeným glejovým horizontom s väčšou hrúbkou, ktorá je na prechode alebo patrí k fluvizemiam glejovým a oglejeným, vyžaduje úpravu vodných pomerov. Fluvizeme zaberajú približne 39 % z celkovej výmery Východoslovenskej nížiny.

Podľa rozborov pôdy má fluvizem kultizemná vo Vysokej nad Uhom priemerný obsah humusu 20,73 g.kg⁻¹, výmenná pôdna reakcia (pH/KCl) pH 6,8, objemová hmotnosť (ρ_d) 1 532 kg.m⁻³, celková pórovitosť 41,85 % obsah častíc I. kat. nad 30 %, obsah výmenných kationov (S) 24,1 mmol.100 g⁻¹, výmenná sorpčná kapacita (T) 24,9 mmol.100 g⁻¹, stupeň sorpčnej nasýtenosti (V) 96,72 %, celkový dusík (N) 1 300 mg.kg⁻¹, prístupný fosfor (P) 47,7 mg.kg⁻¹, prístupný draslík (K) 153 mg.kg⁻¹ a prístupný horčík (Mg) 122 mg.kg⁻¹.

4 Produkčné parametre ozdobnice čínskej

Dosiahnuté úrody nadzemnej biomasy ozdobnice čínskej (v absolútnej sušine) v rokoch 2003 – 2007 na fluvizemi kultizemnej vo Vysokej nad Uhom sú uvedené v tabuľke 2.

Tabuľka 2 Úrodové parametre ozdobnice čínskej [t.ha⁻¹]

Rok	Variant výživy			Priemer za varianty výživy
	V1	V2	V3	
2003	7,93	8,65	6,60	7,73
2004	37,65	41,03	32,88	37,18
2005	40,70	40,83	34,00	38,51
2006	34,63	45,90	27,60	36,04
2007	33,43	43,78	26,08	34,43
Priemer za roky 2004 – 2007	36,60	42,88	30,14	36,54

V roku založenia porastu (1. rok pestovania – 2003) sa ozdobnica čínska na produkciu nezberá. Rozdrvená hmota sa využila ako mulč k rastlinám proti poškodeniu mrazmi. V 1. roku pestovania

v podmienkach fluvizeme kultizemnej vo Vysokej nad Uhom bola dosiahnutá úroda v priemere za výskumné varianty 7,73 t.ha⁻¹. Ďalej sú preto hodnotené iba produkčné roky 2004 – 2007, v ktorých bola dosiahnutá priemerná úroda 36,54 t.ha⁻¹.

Hladina významnosti opakovania je väčšia ako 0,05. Opakovanie nie je štatisticky významné, súbor je homogénny a na štatistické hodnotenie sa použila metóda analýzy rozptylu (tabuľka 3).

Tabuľka 3 Parametre analýzy rozptylu úrod ozdobnice čínskej

Nezávisle premenná	Stupne voľnosti	F – vypočítaná hodnota
Rok	3	2,337 +
Variant hnojenia	2	42,131++
Opakovanie	3	1,141 -
Zvyšok	39	
Celkom	47	

Roky sú v dvoch homogénnych skupinách, a to homogénna skupina rokov 2005, 2004 a 2006, ktorá štatisticky ovplyvňuje úrodu ozdobnice čínskej oproti homogénnej skupine rokov 2004, 2006 a 2007. Štatisticky preukazná je iba diferenciacia rokov 2005 – 2007.

Štatisticky preukazné sú všetky diferencie variantov výživy za roky 2004 – 2007. Najvyššia priemerná ročná úroda bola dosiahnutá na variante V2 s vyššou úrovňou hnojenia dusíkom (60 kg N.ha⁻¹), a to 42,88 t.ha⁻¹ oproti variantu V1 (40 kg N.ha⁻¹) s úrodou 36,60 t.ha⁻¹. Na variante bez hnojenia v priemere za štyri roky bola dosiahnutá úroda 30,14 t.ha⁻¹.

5 Zhodnotenie energetickej bilancie pestovania ozdobnice čínskej

Produkčný proces sa realizuje za neustále sa meniacich podmienok prostredia v systéme pôda – porast – atmosféra. Celková efektívnosť tohto procesu závisí nielen od podmienok okolitého prostredia, ale aj od biologických vlastností pestovaných poľných plodín. Porast plodín pracuje na základe nespočetného množstva vnútorných vzájomných vzťahov k vonkajšiemu prostrediu a jeho funkcie podmieňujú procesy premeny energie.

Fungovanie porastu ako ekosystému je významne závislé na príkone energie, ktorá dopadá na zemský povrch ako slnečné žiarenie,