

ENERGETICKÁ BILANCIA PESTOVANIA PŠENICE LETNEJ F. OZIMNÁ V EKOLOGICKOM A LOW-INPUT SYSTÉME

WINTER WHEAT GROWING IN ECOLOGICAL AND LOW-INPUT FARMING SYSTEM IN TERM OF ENERGY BALANCE

ŠTEFAN ŽÁK, ZUZANA LEHOCKÁ, SOŇA GAVURNÍKOVÁ

Slovenské centrum poľnohospodárskeho výskumu, Nitra
Slovak Agricultural Research Centre, Nitra

ŽÁK, Š. – LEHOCKÁ, Z. – GAVURNÍKOVÁ, S.: Winter wheat growing in ecological and low-input farming system in term of energy balance. *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, vol. 52, 2006, N. 1, pp. 2–13.

The aim of this study was observation of effect of two different farming systems (ecological and low-input) and two levels of nitrogen fertilization defined according to the regulations valid for water protection zones (N1 – 50 % of permissible dose in protected zone of water resources, N2 – full permissible dose in the protected zone of water resources, i.e. 80 kg N.ha⁻¹) on grain yield, dry matter and selected energy balance traits of winter wheat variety Astella.

In years 1999–2002 the stationary field experiment was established on degraded Chernozem on loess (Luvi-haplic Chernozem) in a maize-barley growing region in south-western Slovakia (near Piešťany town) with good content of available potassium, normal content of available phosphorus and high content of available magnesium, with the humus content 1.8 – 2.0 %. The area has a continental climate with the average annual temperature 9.2°C and mean annual precipitation 593 mm.

The experimental field crop (winter wheat, variety Astella) which was integrated into six-field crop rotation:

- meadow clover (variety Margot)
- winter wheat (variety Torysa) + intercrop
- field pea (variety Olivín)
- winter wheat (variety Astella)
- potato (variety Eta), fertilizing with farm-yard manure + intercrop
- spring barley (variety Atribut) with underseeding meadow clover (variety Margot)

In ecological system winter wheat was dressed by commercial compost named Vitahum (producer EBA Bratislava, Slovakia), in low-input system winter wheat was dressed by nitre-form of nitrogen.

The rates of phosphorus and potassium were deter-

mined on the planned grain yield per hectare: 7 tons of winter wheat, 6 tons of spring barley, 4 tons of field pea, 20 tons of potatoes and 10 tons of clover.

Besides the yield height dry matter yield, energy input per hectare and per one ton of production, gross energy per hectare, gross energy gain per hectare, per ton of production and per ton of dry matter, energy efficiency, specific energy consumption and energy effectiveness was observed. Obtained results were evaluated by variance analysis.

The results show that yield height and practically all studied parameters were strongly affected by year. Higher grain yield of winter wheat variety Astella at average of four years was in low input farming system than in ecological farming system.

In term of energy production rate more stable and more certain is winter wheat growing in low input system in comparison with ecological system, and higher level of nitrogen fertilization (N2) is also preferable. However, in term of energy efficiency, energy effectiveness and specific energy consumption ecological farming system and lower level of nitrogen fertilization (N1) appears to be more favourable. Ecological farming system and lower level of nitrogen fertilization has besides production aspect more positive effect on environment. This fact is very hardly quantified but it is important for a good and healthy life.

Our results show that both farming systems of winter wheat can be advised for practice, but in term of energy production rate more certain is winter wheat growing in low input farming system. Ecological farming systems have positive effect on living environment.

Key words: winter wheat, farming systems, nitrogen rates, grain yield, energy balance components

Ing. Štefan Žák, CSc., Ing. Zuzana Lehocká, Ing. Soňa Gavurníková, SCAR – Research Institute for Plant Production, 921 68 Piešťany, Bratislavská 122. E-mail: zak@vurv.sk

Pri vyššej intenzite rastlinnej výroby sú vzťahy medzi jednotlivými zložkami agroekosystémov a kolobehov energií podstatne zložitejšie. Akýkoľvek nesprávne zvolený pestovateľský postup môže značne ovplyvniť stabilitu celého agroekosystému a vyvolať neúmernú potrebu dodatkovej energie [15].

Úroveň vstupov i výstupov energie rastlinnej výroby i energie jednotlivých plodín je, pochopiteľne, limitovaná konkrétnymi jednotkami stanovišťa, akými sú napr. klíma či pôda, ktoré človek nemôže výrazne ovplyvniť, ale aj faktormi, ktoré ovplyvniť môže (napr. dodatočné vklady energie, použité systémy hospodárenia, pestovateľské technológie, štruktúra osevu a pod.) [10].

Účelom energetického hodnotenia je odhaľovanie existujúcich rezerv a optimalizácia energetických vkladov do výrobného procesu z hľadiska dosiahnutia čo najvyššieho výrobného efektu pri nízkej mernej spotrebe energie [11].

Energetické hodnotenie je jedno z významných objektívnych meradiel účelnosti poľnohospodárskej výroby. Umožňuje porovnávať značne odlišné spôsoby výroby z hľadiska energetickej efektívnosti. Energetická efektívnosť úzko súvisí nielen s ekonomickým, ale aj s ekologickým hľadiskom poľnohospodárskej výroby [8].

Koncepcia rozvoja ekologického poľnohospodárstva na Slovensku do roku 2010, prerokovaná vo vedení MP SR v roku 1995, stanovila do roku 2010 jeho rozsah na 100–150 tisíc hektárov poľnohospodárskej pôdy [5]. V marci 2005 bol na porade vedenia Ministerstva pôdohospodárstva SR schválený *Akčný plán rozvoja ekologického poľnohospodárstva v SR do roku 2010*. Podľa tohto dokumentu by sa malo do roku 2010 dosiahnuť rozšírenie ekologickým spôsobom obhospodarovanej poľnohospodárskej pôdy minimálne na 5 % z celkovej rozlohy poľnohospodárskej pôdy v SR.

Pšenica letná f. ozimná je našou najrozšírenejšou a najplastickejšou obilninou, ktorá sa pestuje takmer vo všetkých pôdno-klimatických podmienkach Slovenska. Nové možnosti poskytuje i ekologické pestovanie pšenice, s produkciou ktorej sa v SR začalo od polovice 90-tych rokov. Do produkčného procesu pestovania plodín spolu s klimatickými faktormi v podstatnej miere môže zasiahnuť i agronóm úpravou a modifikáciou pestovateľského prostredia [4].

Cieľom predloženého príspevku je porovnať pestovanie pšenice letnej f. ozimná v rôznych systémoch hospodárenia z energetického hľadiska.

MATERIÁL A METÓDA

V príspevku sme analyzovali vstupy a výstupy energie pri pestovaní pšenice letnej f. ozimná po hrachu. Charakteristika stanovišťa je v tabuľke 1, poveternostné podmienky pokusných rokov v tabuľke 2. Stanovište pokusu sa nachádza v pásme ochrany vody, to znamená, že použité dávky a druhy agrochemikálií zohľadňovali príslušnú legislatívu ochrany vôd.

Pšenicu odrody Astella sme pestovali v dvoch systémoch hospodárenia – v ekologickom (ES – podľa zásad ekologického poľnohospo-

T a b u ľ k a 1

Charakteristika stanovišťa v rokoch
1999–2002 (Borovce)
Characterization of locality in 1999–2002 years
(Borovce)

Ukazovateľ ⁽¹⁾	Hodnota ⁽²⁾
nadmorská výška ⁽³⁾	167 m
výrobná oblasť ⁽⁴⁾	kukurličo-jačmenná ⁽⁵⁾
pôdny typ ⁽⁶⁾	černoziem hnedozemná ⁽⁷⁾
obsah ⁽⁸⁾	
N _m	13,6
humus (Tj.)	1,8 – 2,0 %
príst. P(M2)	dobry ⁽⁹⁾
príst. K (M2)	stredný ⁽¹⁰⁾
príst. Mg (M2)	vysoký ⁽¹¹⁾
pH/KCl	5,5 – 7,2
priem. teplota vzduchu ⁽⁹⁾	
za rok ⁽¹¹⁾	9,2°C
za veg. ⁽¹²⁾	15,5°C
priem. úhrn zrážok ⁽¹⁰⁾	
za rok	593 mm
za veg.	358 mm

príst. – prístupný pre rastliny – available for plants
Tj. – metódou Tjurina – by Tyurin method
M2 – metódou Mehlich II – by Mehlich II method

(¹) Parameter, (²) value, (³) altitude, (⁴) production region, (⁵) maize-barley, (⁶) soil type, (⁷) black earth – brown soil, (⁸) content, (⁹) average air temperature, (¹⁰) average sum of rainfall, (¹¹) for year, (¹²) for vegetation season

T a b u ľ k a 2

Poveternostné podmienky v rokoch
1999-2002 (Borovce)

Overview of temperature and rainfall in the years 1999-2002 (Borovce)

Mesiac (month)	n30 (1951-1980)		1999		2000		2001		2002	
	°C	mm	°C	mm	°C	mm	°C	mm	°C	mm
I.	-2,0	40	-1,21	12,4	-3,59	34,0	-1,25	13,2	-4,02	18,8
II.	-2,0	35	-0,45	36,4	1,49	29,5	0,43	19,1	2,96	42,7
III.	4,3	39	6,36	20,4	3,98	79,0	4,73	67,0	7,06	20,8
IV.	9,5	45	11,78	48,3	12,81	9,7	7,72	31,8	11,08	27,8
V.	14,7	60	15,58	27,4	15,79	35,9	15,43	30,1	18,69	50,4
VI.	17,5	67	18,43	118,4	18,13	39,1	15,38	43,0	19,85	95,3
VII.	19,5	66	21,23	87,0	16,88	69,1	19,21	118,5	22,82	67,6
VIII.	18,6	63	18,85	36,3	20,58	20,8	20,21	10,0	22,36	71,7
IX.	14,8	51	18,65	36,6	13,63	42,9	11,94	114,7	15,55	34,5
X.	9,5	53	9,85	20,1	11,95	26,9	11,15	11,7	9,19	58,2
XI.	4,2	59	2,63	39,2	6,98	82,4	0,93	30,0	7,55	61,9
XII.	0,3	47	-1,85	46,8	0,27	55,2	-6,92	43,3	-1,51	44,9
̄I.-XII.	9,2	-	9,99	-	9,91	-	8,25	-	10,97	-
̄veg.	15,77	-	17,42	-	16,30	-	14,98	-	18,39	-
̄I.-XII	-	625,0	-	529,3	-	524,6	-	532,4	-	594,6
̄veg.	-	352	-	354,0	-	217,5	-	348,1	-	347,3

n30 - dlhodobý (30-ročný) normál - long-time (30-year) normal

°C - priemerná teplota vzduchu - average air temperature

mm - úhrn zrážok - sum of rainfall

̄I.-XII., ̄veg. - priemer za rok resp. vegetačné obdobie - average for year and/or vegetation season

̄I.-XII., ̄veg. - úhrn za rok resp. vegetačné obdobie - sum for year and/or vegetation season

dárstva, to znamená bez použitia chémie, so zaoraním pozberových zvyškov s medziplodinami) a v low-input systéme (LIS - so zaoraním pozberových zvyškov aj s medziplodinami). O-sevný postup (6-honový) bol v oboch systémoch rovnaký:

- ďatelina lúčna (odroda Margot)
- pšenica letná f. ozimná (odroda Torysa) + medziplodina (facélia + horčica 10 kg + 10 kg)
- hrach siaty (odroda Olivín)
- pšenica letná f. ozimná (odroda Astella) + maštalný hnoj pod ľuľok zemiakový
- ľuľok zemiakový (skorá stolová odroda Eta) + medziplodina (facélia + horčica 10 kg + 10 kg)
- jarný jačmeň (odroda Atribút) s podsevom ďateliny lúčnej (odroda Margot).

Fosforom a draslíkom sme hnojili podľa zásady rovnosti importu s exportom. Hnojenie v prvom roku bolo stanovené na plánovanú

úrodu, a to na 7 t.ha⁻¹ pri pšenici, 6 t.ha⁻¹ pri jačmeni, 4 t.ha⁻¹ pri hrachu, 20 t.ha⁻¹ pri zemiakoch a 10 t.ha⁻¹ pri ďateline. V ďalších rokoch sme dávky oboch prvkov korigovali (zvyšovali alebo znižovali) podľa skutočnej úrody v predchádzajúcom roku. Na variantoch so zapracúvaním pozberových zvyškov sme ich korigovali podľa množstva živín v pozberových zvyškoch a ich využitia.

Intenzita dusíkatého hnojenia bola popri systémoch hospodárenia druhým faktorom pokusu. Aplikované dávky dusíka:

N1 - 50 % dávky dusíka povolenej v pásme ochrany vôd (t.j. 40 kg dusíka), ktorá bola rozdelená na dvakrát (20 + 20 kg N.ha⁻¹)

N2 - maximálna dávka dusíka povolená v pásme ochrany vôd (t.j. 80 kg dusíka), ktorá bola rozdelená na trikrát (30 + 30 + 20 kg N.ha⁻¹).

V ekologickom systéme (varianty ES-N1 a

ES-N2) sme pšenicu prihnojovali kompostom Vitahum (výrobca EBA Bratislava, závod Pezinok), v low-input systéme (varianty LIS-N1 a LIS-N2) zase liadkovou formou dusíka.

Popri úrode zrna sme hodnotili aj úrodu sušiny, vstupy energie na hektár, na tonu úrody a na tonu sušiny, brutto energiu na hektár, zisk brutto energie z hektára, na tonu úrody a na tonu sušiny, energetickú účinnosť, mernú spotrebu energie a energetickú efektívnosť. Získané výsledky sme vyhodnotili viacfaktorovou analýzou rozptylu.

Energetická analýza

Energetické parametre sme vypočítali podľa metodiky FMZVŽ č. 7/1987 [11] a podľa P o s p í š i l a s V i l č e k o m [10].

V rámci energetickej bilancie sme vypočítali:

- vstupy dodatkovej energie DE (živá práca, strojová práca, osivá, priemyselné hnojivá, maštalný hnoj, pesticídy). Do energie priemyselných hnojív, maštalného hnoja a pesticídov bola započítaná aj energia na ich aplikáciu. V príspevku bilancujeme iba vstupy k pšenici letnej f. ozimná pestovanej po hrachu.
- brutto energia úrody EÚ
- brutto energia sušiny ES
- zisk brutto energie podľa vzorca $ZE = EÚ - DE \text{ (GJ.ha}^{-1}\text{)}$
- energetickú účinnosť podľa vzorca $EnÚ = ZE : EÚ.100 \text{ (}\%)$
- mernú spotrebu energie podľa vzorca $MSE = DE : EÚ$
- energetickú efektívnosť podľa vzorca $EE = EÚ : DE$.

T a b u ľ k a 3

Štruktúra vstupov energie (GJ) v rokoch 1999–2002 (pšenica po hrachu)
Energy inputs structure (GJ) in 1999–2002 years (wheat after pea)

Hnojenie a systém hospodárenia (1)	Rok (2)	Ľudská práca (3)	Strojová práca (4)	CHOP	Hnojivá (5)		Osivá (6)	Spolu (7)	
					priem.	org.			
N1	ES	1999	1,79	6,10	–	–	1,40	2,68	11,97
		2000	1,24	6,10	–	–	1,40	2,83	11,57
		2001	2,84	6,10	–	–	1,40	2,75	13,09
		2002	0,90	6,10	–	–	1,40	3,07	11,47
	LIS	1999	1,44	6,10	1,02	7,03	–	2,68	18,27
		2000	1,52	6,10	1,40	4,75	–	2,83	16,60
		2001	1,24	6,10	1,18	4,01	–	2,75	15,28
		2002	0,78	6,10	2,12	5,99	–	3,10	18,09
N2	ES	1999	1,79	6,10	–	–	2,80	2,68	13,37
		2000	1,24	6,10	–	–	2,80	2,83	12,97
		2001	2,84	6,10	–	–	2,80	2,75	14,49
		2002	0,90	6,10	–	–	2,80	3,07	12,87
	LIS	1999	1,44	6,10	1,02	10,16	–	2,68	21,40
		2000	1,52	6,10	1,40	7,95	–	2,83	19,16
		2001	1,24	6,10	1,18	7,09	–	2,75	18,36
		2002	0,78	6,10	2,12	13,35	–	3,10	25,45

- N1, N2 – úrovne N-hnojenia – levels of fertilization
- ES – ekologický systém – ecological system
- LIS – low-input systém – low-input systém
- CHOP – chemické ochranné prostriedky – chemical protective means
- priem. – priemyselné – artificial
- org. – organické – organic

(1) Fertilization and farming system, (2) year, (3) human labour, (4) machine labour, (5) fertilizers, (6) seeds, (7) in total

T a b u ľ k a 4

Rozhodujúce znaky energetickej bilancie
Determining energy balance characteristics

Ukazovateľ ⁽¹⁾		Úroda (t.ha ⁻¹) ⁽⁶⁾		Vstupy energie (GJ) ⁽⁹⁾			Brutto energia úrody pšenice z hektára ⁽¹²⁾ (GJ)
		zrna ⁽⁷⁾	sušiny ⁽⁸⁾	na hektár ⁽¹⁰⁾	na tonu úrody ⁽¹¹⁾		
					zrna ⁽⁷⁾	sušiny ⁽⁸⁾	
\bar{x}_{tot}		6,33	14,64	15,85	2,58	1,12	95,79
min.		4,68	10,83	11,47	1,63	0,71	70,87
max.		9,37	21,67	25,45	4,20	1,82	141,81
V		1,60	8,58	15,26	0,54	0,10	367,62
s		1,26	2,93	3,90	0,73	0,31	19,17
v (%)		20,02	20,02	24,64	28,65	28,63	20,02
roky (Y) ⁽²⁾	1999 (1)	5,48	12,67	16,25	2,98	1,29	82,94
	2000 (2)	5,71	13,20	15,08	2,62	1,13	86,39
	2001 (3)	8,34	19,28	15,12	1,83	1,79	126,20
	2002 (4)	5,79	13,39	16,97	2,89	1,25	87,62
	SS	87,08	465,41	40,86	13,01	2,43	19922,1
	F	487,51	485,90	96,84	141,69	133,06	495,08
	Hd _{0,01}	0,19	0,45	0,30	0,14	0,06	2,92
	Hd _{0,05}	0,28	0,64	0,43	0,20	0,08	4,20
	P	1 : 2* 1 : 3,4** 2 : 3** 3 : 4**	1 : 2* 1 : 3,4** 2 : 3** 3 : 4**	1 : 2,3,4** 2 : 4** 3 : 4**	1 : 2,3** 2 : 3,4** 3 : 4**	1 : 2,3** 2 : 3,4** 3 : 4**	1 : 2* 1 : 3,4** 2 : 3** 3 : 4**
	systémy (S) ⁽³⁾	ES	6,11	14,13	12,73	2,13	0,92
LIS		6,55	15,14	18,98	3,03	1,31	99,06
SS		3,00	16,06	626,50	12,96	2,43	684,73
F		50,53	50,30	4455,01	423,51	400,58	51,41
Hd _{0,05}		0,13	0,31	0,21	0,09	0,04	2,07
Hd _{0,01}	0,19	0,45	0,30	0,14	0,06	2,97	
hnojenie (F) ⁽⁴⁾	P	1 : 2**	1 : 2**	1 : 2**	1 : 2**	1 : 2**	1 : 2**
	N1	6,26	14,47	14,45	2,41	1,04	94,72
	N2	6,40	15,14	17,26	2,75	1,19	96,85
	SS	0,31	1,70	126,33	1,86	0,04	72,59
	F	5,37	5,35	898,40	60,95	56,96	5,41
	Hd _{0,05}	0,13	0,31	0,21	0,09	0,04	2,07
	Hd _{0,01}	0,19	0,45	0,30	0,14	0,06	2,97
	P	1 : 2*	1 : 2*	1 : 2**	1 : 2**	1 : 2**	1 : 2*
interakcie ⁽⁵⁾	Y x S	++	++	++	++	++	++
	Y x F	+	+	++	+	+	+
	S x F	-	-	+	++	++	-
	Y x S x F	-	-	++	++	++	+
zvyšok ⁽¹³⁾	SS	0,53	2,87	1,26	0,27	0,05	120,72
	d.f.	9	9	9	9	9	9
	MS	0,05	0,31	0,14	0,03	0,006	13,41
spolu ⁽¹⁴⁾	SS	101,22	541,1	961,73	34,42	6,43	23160,4
	d.f.	63	63	63	63	63	63

*P<0,05 **P<0,01

min., max. – minimum, maximum

 \bar{x}_{tot} – celkový priemer – total average

V – variancia – variance

s – smerodajná odchýlka – standard deviation

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Úroda zrna (tab. 4 a 6)

Rozdielny priebeh počasia v rokoch 1999–2002 sa odrazil aj na výške úrod zrna pšenice, ktorá podľa rokov dosahovala 5,48 – 5,71 – 8,34 – 5,79 t.ha⁻¹ (s priemerom 6,33 t.ha⁻¹). Rozdiely medzi jednotlivými rokmi sú vysoko preukazné (tab. 4 a 6).

Úroda zrna pšenice bola v priemere rokov vysokopreukazne nižšia v ekologickom systéme (6,11 t.ha⁻¹ oproti 6,55 t.ha⁻¹ v low-input systéme) a pri hnojení N1 (6,26 t.ha⁻¹ v porovnaní s 6,40 t.ha⁻¹ pri N2). Rozdiel medzi úrovňami hnojenia v ES a LIS systéme nebol významný, avšak v LIS-N1 aj LIS-N2 bola úroda vysoko preukazne vyššia ako v ES-N1 alebo ES-N2.

Interakcia systémov hospodárenia a rokov bola vysoko preukazná, čo znamená, že úrodu zrna pšenice modifikovalo počasia v jednotlivých rokoch. Počasie preukazne modifikovalo aj účinnosť hnojenia. V ekologickom systéme úrody dosahovali 5,36 – 7,92 t.ha⁻¹ a v low-input systéme 5,39 – 8,76 t.ha⁻¹. Počasie ovplyvnilo úrodu zrna 86 %-ami, systém pestovania 3 %-ami a úroveň hnojenia iba 0,3 %-ami.

Úroda sušiny (tab. 4 a 6)

Priemerná úroda sušiny v sledovaných rokoch dosahovala 12,67 – 13,20 – 19,28 – 13,39 t.ha⁻¹ (s priemerom 14,64 t.ha⁻¹). Rozdiely medzi rokmi boli vysoko preukazné, s výnimkou rokov 1999–2000 (preukazný rozdiel) a 2000–2002 (nepreukazný rozdiel).

V priemere rokov bola úroda vysokopreukazne vyššia v low-input systéme. Medzi hnojeniami N1 a N2 bol preukazný rozdiel, ale medzi variantmi v rámci systému hospodárenia (ES-N1, ES-N2, LIS-N1 a LIS-N2) bol rozdiel nepreukazný. Medzi variantmi hospodárenia v rámci rovnakého hnojenia (LIS-N1 ku ES-N1 a LIS-N2 ku ES-N2) boli nepreukazné rozdiely v prospech systému LIS. Interakcia systémov a rokov bola vysoko preukazná, čo znamená, že úrodu sušiny modifikovalo počasia v jednotlivých rokoch.

Vplyv počasia na úrodu zrna pšenice je všeobecne známy [7, 17, 5 a iní]. Podľa J a m r i š k u s H a š a n o m [3] má ročník spolu s hnojením podstatný vplyv na úrodu pšenice. Naše výsledky potvrdili tieto poznatky v plnej miere, keď pri úrode zrna i úrode sušiny boli významné rozdiely medzi rokmi i intenzitou N-hnojenia.

Podľa viacerých autorov je úroda zrna pšenice pri ekologickom pestovaní nižšia [12, 14, 6]. V našich pokusoch došlo k poklesu úrody v tomto systéme v priemere rokov o 7 %.

Vstupy dodatkovej energie (tab. 3, 4 a 6)

a) na hektár

Vstupy dodatkovej energie na hektár pšenice predstavovali v priemere za roky a varianty pokusu 15,85 GJ, avšak pri jednotlivých systémoch stúpali v nasledujúcom poradí variantov ES-N1 12,02 GJ, ES-N2 13,42 GJ, LIS-N1 17,07 GJ a LIS-N2 21,25 GJ. Štruktúra vstupov energie na hektár pšenice je v tabuľke 3.

v	-	variálny koeficient – coefficient of variance
d.f.	-	stupeň voľnosti – degree of freedom
SS	-	suma štvorcov – sum of squares
MS	-	priemerný štvorec – mean square
F	-	vypočítaná F-hodnota – calculated F-value
Hd	-	hraničná diferenciacia na hladine $\alpha = 0,05$ alebo $\alpha = 0,01$ limit significant difference (LSD) at the level $\alpha = 0,05$ or $\alpha = 0,01$
P	-	rozdiel preukazný na hladine $\alpha = 0,05$ alebo $\alpha = 0,01$ difference significant at the level $\alpha = 0,05$ or $\alpha = 0,01$

(¹) Parameter, (²) years, (³) systems, (⁴) fertilization, (⁵) interactions, (⁶) yield, (⁷) of grain, (⁸) of dry matter, (⁹) energy input, (¹⁰) per hectare, (¹¹) per ton of yield, (¹²) gross energy of wheat yield per hectare, (¹³) residuum, (¹⁴) in total

T a b u l k a 5

Znaky brutto energetickej bilancie
Gross energy balance characteristics

Ukazovateľ ⁽¹⁾	Zisk brutto energie (GJ) ⁽⁸⁾			Energetická účinnosť ⁽¹³⁾ (%)	Merná spotreba energie ⁽¹⁴⁾	Energetická efektívnosť (GJ) ⁽¹⁵⁾	
	na hektár ⁽⁹⁾	na tonu úrody ⁽¹⁰⁾					
		zrna ⁽¹¹⁾	sušiny ⁽¹²⁾				
\bar{x}_{tot}	79,93	12,55	5,36	82,79	0,17	6,32	
min.	55,12	10,93	0,73	72,22	0,11	3,60	
max.	126,53	13,50	5,84	89,23	0,28	9,28	
V	370,85	0,54	0,44	25,03	0,002	2,76	
s	19,25	0,73	0,66	5,00	0,05	1,66	
v (%)	24,09	5,88	12,46	6,04	28,55	26,33	
roky (Y) ⁽²⁾	1999 (1)	66,69	12,15	5,25	79,64	0,19	5,39
	2000 (2)	71,47	12,51	5,44	82,71	0,17	5,99
	2001 (3)	110,90	13,30	5,70	87,89	0,12	8,33
	2002 (4)	70,65	12,24	5,05	80,93	0,19	5,56
	SS	20 670,94	13,01	3,66	629,61	0,055	89,44
	F	448,55	141,69	4,64	58,64	155,43	319,76
	Hd _{0,05}	3,13	0,14	0,41	1,51	0,008	0,24
	Hd _{0,01}	4,50	0,20	0,58	2,17	0,012	0,35
	P	1 : 4*	1 : 2,3**	1 : 3*	1 : 2,3*	1 : 2,3**	1 : 2,3**
		1 : 2,3*	2 : 3,4**	3 : 4**	2 : 3*	2 : 3,4**	2 : 3,4**
	2 : 3*	3 : 4**		2 : 4*	3 : 4**	3 : 4**	
	3 : 4**			3 : 4**			
systémy (S) ⁽³⁾	ES	79,78	13,00	5,62	85,62	0,14	7,25
	LIS	80,08	12,10	5,09	79,96	0,20	5,39
	SS	1,42	12,96	4,74	511,89	0,055	55,00
	F	0,09	423,51	17,02	143,03	466,60	589,93
	Hd _{0,05}	2,21	0,09	0,28	1,07	0,006	0,17
	Hd _{0,01}	3,18	0,14	0,41	1,53	0,008	0,24
	P	-	1 : 2**	1 : 2**	1 : 2**	1 : 2**	1 : 2**
hnojenie (F) ⁽⁴⁾	N1	80,17	12,72	5,50	84,08	0,16	6,71
	N2	79,69	12,38	5,22	81,50	0,18	5,93
	SS	3,65	1,87	0,08	106,70	0,008	9,60
	F	0,23	60,95	5,01	29,81	73,47	102,99
	Hd _{0,05}	2,21	0,08	0,28	1,07	0,006	0,17
	Hd _{0,01}	3,18	0,14	0,41	1,53	0,008	0,24
	P	-	1 : 2**	-	1 : 2**	1 : 2**	1 : 2**
interakcie ⁽⁵⁾	Y x S	++	++	-	++	++	++
	Y x F	+	+	-	-	++	++
	S x F	-	++	-	-	++	-
	Y x S x F	+	++	-	-	++	++
zvyšok ⁽⁶⁾	SS	138,24	0,27	2,36	32,21	0,001	0,83
	d.f.	9	9	9	9	9	9
	MS	15,36	0,03	0,26	3,57	0,0001	0,09
celkom ⁽⁷⁾	SS	23363,92	34,42	28,10	1577,30	0,149	174,50
	d.f.		63	63	63	63	63

*P<0,05 **P<0,01

Symboly ako v tabuľke 4.

Symbols are identical with those of the table 4.

(¹) Parameters, (²) years, (³) systems, (⁴) fertilization, (⁵) interactions, (⁶) residuum, (⁷) in total, (⁸) gross energy gain, (⁹) pre hectare, (¹⁰) per ton of yield, (¹¹) of grain, (¹²) of dry matter, (¹³) energy efficiency, (¹⁴) specific energy consumption, (¹⁵) energy effectiveness

b) na tonu úrody zrna

Vstupy dodatkovkej energie na tonu úrody zrna dosiahli za roky a varianty v priemere pokusu 2,58 GJ, avšak pri jednotlivých systémoch stúpali v nasledujúcom poradí variantov: ES-N1 < ES-N2 < LIS-N1 < LIS-N2 (2,04 – 2,21 – 2,78 – 3,28 GJ). Podľa rokov kolísali od 1,83 GJ (2001) do 2,98 GJ (1999).

c) na tonu sušiny

Vstupy dodatkovkej energie na tonu sušiny predstavovali v priemere 1,12 GJ, pri jednotlivých variantoch stúpali v poradí ES-N1 < ES-N2 < LIS-N1 < LIS-N2 (0,88 – 0,96 – 1,20 – 1,42 GJ). Podľa rokov kolísali od 1,13 GJ (2000) do 1,78 GJ (2001). Bližšie údaje o vstupoch energie sú uvedené v tabuľkách 4 a 6.

Pospíšil a Vilček [10] udávajú potenciálne vstupy dodatkovkej energie pšenice v pôdno-ekologických podoblastiach Slovenska od 22,95 do 28,09 GJ. S ich údajmi korelujú výsledky viacerých autorov [13, 9, 2]. Vstupy v našom pokuse boli nižšie ako uvedená hodnota aj preto, že išlo o ekologický, resp. low input systém pestovania. K podobným výsledkom došli aj Fažek a Šová a Liška [1], podľa ktorých hlavný vklad predstavujú živiny, použité mechanizačné prostriedky a nafta. V štruktúre dodatkovkej energie v našom pokuse má významnú úlohu strojová práca, hnojivá a osivá.

Brutto energia úrody z hektára (tab. 4 a 6)

Výsledky hodnotenia tohto ukazovateľa sú v tabuľkách 4 a 6. Na brutto energii vyprodukovanej z hektára sa prejavila rozdielna výška úrod, keď rozdiely medzi rokmi boli štatisticky významné.

Brutto energia vyprodukovaná z hektára v priemere rokov bola významne vyššia v low-input systéme ako v ekologickom a preukazne vyššia pri úrovni N2 ako N1. Interakcia systémov hospodárenia a rokov bola vysoko preukazná, interakcia rokov a hnojenia preukazná. Počasie ovplyvnilo produkciu brutto energie 86 %-ami, systém pestovania 3 %-ami a úroveň hnojenia iba 0,3 %-ami.

V hodnotení tohto ukazovateľa sú literárne údaje nejednotné. Spôsobené to je rôznymi prírodno-výrobnými podmienkami i použitými sys-

témami, technológiami a opatreniami. Tiež údaje energetických hodnôt použitých hnojív, nafty a pesticidov sú rôzne, podobne i údaje o energetickej hodnote sušiny biomasy [2]. V literárnych údajoch sú pomerne veľké rozdiely v produkcii brutto energie. Napríklad Fažek a Liška [1] udávajú 143,1 GJ.ha⁻¹, Vilček s Guttekovou [16] a Pospíšil s Vilčekom [10] udávajú rozmedzie 77,59 – 107,15 GJ.ha⁻¹, Preininger [11] zistil 104,40 GJ.ha⁻¹ a Hruška s Janičkom [2] 207,40 GJ.ha⁻¹.

V našom pokuse sme mali síce nižšie vstupy energie, ale výstupy brutto energie sa pohybovali od 81,13 GJ.ha⁻¹ v roku 2002 v ekologickom systéme po 132,57 GJ.ha⁻¹ v roku 2001 v low-input systéme. Naše výsledky s údajmi niektorých autorov korelujú [1, 16, 10], od iných sa líšia [2, 11].

Zisk brutto energie (tab. 5 a 6)

a) z hektára

Hodnota tohto ukazovateľa v priemere za roky a varianty bola 79,93 GJ. V ekologickom systéme kolísala v hraniciach 68,96 – 106,04 GJ.ha⁻¹, v low-input systéme medzi 61,68 – 115,75 GJ.ha⁻¹. Hodnoty boli rôzne aj v rokoch, kolísali od 66,69 do 110,90 GJ.ha⁻¹. Rozdiel v priemere rokov medzi systémami, resp. úrovňami hnojenia nedosiahol hranicu preukaznosti.

b) na tonu úrody

Priemerná hodnota za všetky roky a varianty bola 12,55 GJ. V ekologickom systéme dosahovala 12,85 – 13,89 GJ, v low-input systéme 11,45 – 13,21 GJ. Podľa rokov varíovala medzi 12,15 GJ (1999) až 13,30 GJ (2001). Zisk brutto energie na tonu úrody bol vysokopreukazne vyšší v ekologickom systéme a pri hnojení na úrovni N1. Interakcia systémov a rokov bola vysoko preukazná, čo znamená, že tento ukazovateľ je významne modifikovaný počasím. Počasie a systém pestovania vplývali na zisk brutto energie z tony úrody rovnako 38 %-ami a hnojenie 6 %-ami.

c) na tonu sušiny

Priemerná hodnota zisku brutto energie na tonu sušiny bola 5,36 GJ. V ekologickom systéme

Tabuľka 6

Rozhodujúce znaky energetickej bilancie podľa interakcií rokov, systémov a N-hnojenia
Determining energy balance characteristics according to interactions of years, systems and N-fertilization

Interakcia (1)			Úroda (4)		Vstupy energie (7)			Brutto energia úrody zrna z hektára (10)
			zrna (5)	sušiny (6)	na hektár (8)	na tonu úrody (9)		
						zrna (5)	sušiny (6)	
rok x systém (2)	1999	ES	5,57	12,89	12,67	2,28	0,99	84,36
		LIS	5,39	12,46	19,84	3,68	1,59	81,52
	2000	ES	5,60	12,94	12,27	3,22	0,96	84,74
		LIS	5,82	13,45	17,88	3,02	1,30	88,02
	2001	ES	7,92	7,92	13,79	1,74	0,75	119,83
		LIS	8,76	0,26	16,45	1,92	0,83	132,57
	2002	ES	5,36	12,40	12,17	2,27	0,98	81,13
		LIS	6,22	14,38	21,77	3,50	1,51	94,12
systém x hnojenie (3)	ES	N1	6,05	13,99	12,03	2,24	0,88	91,60
		N2	6,17	14,28	13,43	2,21	0,96	93,44
	LIS	N1	6,47	14,95	16,87	2,78	1,20	97,85
		N2	6,63	15,32	21,09	3,28	1,42	100,27
			Zisk brutto energie (GJ) (11)		Energetická účinnosť (12) (%)	Merná spotreba energie (13)	Energetická efektívnosť (14) (GJ)	
			z hektára (8)	na tonu úrody (9)				
				zrna (5)				sušiny (6)
rok x systém	1999	ES	71,69	12,85	5,56	83,68	0,15	6,66
		LIS	61,68	11,45	4,95	75,61	0,24	4,13
	2000	ES	72,42	12,91	5,58	85,34	0,15	6,94
		LIS	70,52	12,12	5,30	80,07	0,20	5,05
	2001	ES	106,04	13,89	5,79	88,48	0,12	8,71
		LIS	115,75	13,21	5,60	87,29	0,13	7,95
	2002	ES	68,96	12,86	5,56	84,97	0,15	6,68
		LIS	72,35	11,63	4,53	76,88	0,23	4,45
systém x hnojenie	ES	N1	79,54	13,09	5,56	86,54	0,13	0,13
		N2	80,01	12,91	5,58	84,70	0,15	6,92
	LIS	N1	80,79	12,55	5,34	81,63	0,18	5,84
		N2	79,36	11,85	4,85	78,30	0,22	4,94

Symboły ako v tabuľke 3.

Symbols are identical with the table 3.

(1) Interaction, (2) year x system, (3) system x fertilization, (4) yield, (5) of grain, (6) of dry matter, (7) input of energy, (8) pre hectare, (9) pre ton of yield, (10) gross energy of grain yield per hectare, (11) gross energy gain, (12) energy efficiency, (13) specific energy consumption, (14) energy effectiveness

me dosahovala 5,56 – 5,79 GJ, v low-input systéme 4,53 – 5,60 GJ. V rokoch kolísala medzi 5,05 GJ (2002) až 5,70 GJ (2001). Tento ukazovateľ mal vysokopreukazne vyššiu hodnotu v ekologickom systéme oproti low-input systému, medzi úrovňami hnojenia sme však nezistili významný rozdiel. Výnimkou bol iba vysokopreukazne vyšší zisk na variante ES-N2 v porovnaní s LIS-N2 a naopak, preukazne vyšší zisk v LIS-N1 ako v LIS-N2.

P o s p í š i l s V i l ě k o m [10] udávajú potenciálny zisk brutto energie z hektára pri pšenici v rozmedzí 54,65 – 76,06 GJ.ha⁻¹, P r e i n i n g e r [11] udáva 79,14 GJ.ha⁻¹. V našom pokuse sa pohyboval od 61,68 GJ.ha⁻¹ v low-input systéme v roku 1999 do 115,75 GJ.ha⁻¹ v rovnakom systéme v roku 2001, čo zodpovedá literárnym údajom.

Energetická účinnosť brutto energie (tab. 5 a 6)

V priemere za roky a varianty dosiahla 82,79 %. V ekologickom systéme kolísala od 83,68 do 88,48 %, v low-input systéme bola nižšia (75,61 – 87,29 %). Podľa rokov dosahovala 79,64 (1999) až 87,89 % (2001). V ekologickom systéme a pri hnojení N1 bola vysokopreukazne vyššia. Počasie ovplyvnilo úrodu zrna pšenice 40 %-ami, systém pestovania 32 %-ami a úroveň hnojenia 7 %-ami.

Energetická účinnosť charakterizuje percentuálny podiel čistého zisku energie na celkovej produkcii energie [10]. Ž á k a kol. [17] dosiahli v rokoch 1999–2002 v ekologickom systéme energetickú účinnosť 72,77 – 82,36 %, v low-input systéme 76,22 – 84,71 %, čo zodpovedá našim výsledkom, keď sa energetická účinnosť pohybovala v ekologickom systéme v hraniciach 83,68 – 88,48 % a v low-input systéme medzi 75,61 až 87,29 %-ami.

Merná spotreba brutto energie (tab. 5 a 6)

Merná spotreba brutto energie za roky a varianty mala hodnotu 0,17. V ekologickom systéme bola nižšia (0,12 – 0,15) ako v low-input systéme (0,13 – 0,24). V rokoch kolísala od 0,12 (2001) do 0,19 (1999 a 2002). Rozdiel v hodnotách mernej spotreby brutto energie medzi systémami hospodárenia bol preukazný v prospech

ekologického systému a medzi úrovňami hnojenia v prospech N1. Počasie i systém pestovania ovplyvnili úrodu zrna pšenice 37 %-ami, úroveň hnojenia 5 %-ami.

Naše výsledky v rozpätí 0,12 (2001, ekologický systém) až 0,24 (1999, low-input systém) sú v súlade s údajmi P r e i n i n g e r a [11], ktorý pri rovnakej plodine udáva hodnotu 0,24.

Energetická efektívnosť brutto energie (tab. 5 a 6)

Hodnota tohto ukazovateľa v priemere za roky a varianty predstavovala 6,32 GJ, pričom v ekologickom systéme kolísala v hraniciach 6,66 – 8,71 GJ, v low-input systéme medzi 4,13 – 7,95 GJ. Z hľadiska rokov bola najvyššia v roku 2001 (8,33 GJ), najnižšia v roku 1999 (5,39 GJ). V energetickej efektívnosti brutto energie v sledovanom období boli významne priaznivejšie hodnoty v ekologickom systéme a pri úrovni hnojenia N1. Počasie ovplyvnilo úrodu zrna pšenice 51 %-ami, systém pestovania 32 %-ami a úroveň hnojenia 6 %-ami.

V i l ě k a G u t t e k o v á [16] udávajú energetickú efektívnosť v rozmedzí 3,38 – 3,81 GJ, H r u š k a s J a n í ě k o m [2] od 1,90 do 4,40 GJ. V našom pokuse sme pri pšenici ozimnej zistili hodnoty 4,13 – 8,71 GJ, teda mierne zvýšené oproti literárnym údajom.

Z hľadiska množstva energetickej produkcie sledovaných systémov hospodárenia a hnojenia je istejšie a stabilnejšie pestovanie pšenice ozimnej v low-input systéme a pri intenzite N2. Z hľadiska energetickej efektívnosti, energetickej účinnosti či mernej spotreby energie je však výhodnejší ekologický systém a nižšia hladina hnojenia. Okrem toho ekologický systém pestovania pšenice a nižšia úroveň hnojenia majú popri výrobnej stránke aj pozitívny vplyv na životné prostredie, čo je síce ťažko kvantifikovateľné, ale dôležité pre zdravší a kvalitnejší život.

ZÁVER

Z výsledkov porovnávania dvoch systémov hospodárenia (ekologický a low-input systém) a

dvoch úrovní hnojenia dusíkom (N1, N2) na úroda a bilanciu brutto energie pšenice letnej f. ozimná vyplýva:

- Pšenica reaguje na ekologický systém pestovania miernym znížením úrod, čo však nevyplýva jej úspešné pestovanie i týmto spôsobom.
- Úroda zrna pšenice i úroda sušiny bola vyššia v low-input systéme oproti ekologickému a pri vyššej úrovni dusíkatého hnojenia (N2).
- Hodnotené ukazovatele boli vždy vysokopreukazne ovplyvnené počasím.
- Produkcia brutto energie z hektára bola v ekologickom systéme nižšia o 7 % ako v low-input systéme (vysoko preukazný rozdiel) a pri hnojení N1 o 2 % ako pri N2 (preukazný rozdiel).
- Zisk brutto energie z hektára bol v oboch systémoch i pri oboch úrovniach N-hnojenia prakticky rovnaký.
- Vstupy dodatkovej energie boli v ekologickom systéme nižšie ako v low-input systéme, pričom v oboch systémoch boli vyššie pri hnojení N2.
- Energetická účinnosť brutto energie dosiahla v ekologickom systéme hodnotu 85,62 % (o 5,6 % vyššiu ako v low-input systéme), pričom bola vyššia pri hnojení N1 (o 2 %). Rozdiely medzi systémami hospodárenia i hnojením sú vysoko preukazné.
- Merná spotreba brutto energie mala v ekologickom systéme hodnotu 0,14, kým v low-input systéme až 0,20 (vysoko preukazný rozdiel), pri nižšej úrovni hnojenia 0,16 a pri vyššej úrovni 0,18 (vysoko preukazný rozdiel).
- Energetická efektívnosť brutto energie bola vyššia v ekologickom systéme (7,25 GJ oproti 5,39 GJ v low-input systéme; vysoko preukazný rozdiel) a pri nižšej úrovni N-hnojenia (6,71 GJ oproti 5,93 GJ pri vyššej úrovni; vysoko preukazný rozdiel).
- Na tonu úrody bol v ekologickom systéme potrebný vklad 2,13 GJ, pričom zisk brutto energie predstavoval 13,00 GJ. V low-input systéme bol vklad 3,03 GJ a zisk brutto energie 12,10 GJ. Z hľadiska vkladu a zisku energie je medzi systémami významný rozdiel, keď vstup je vysokopreukazne vyšší pri low-input systéme a zisk pri ekologickom systéme. Podobná situácia je aj pri úrode sušiny.

- Výsledky ukázali, že pre prax možno odporučiť oba systémy pestovania pšenice. Z hľadiska výšky energetickej produkcie je však istejšie pestovanie v low-input systéme. Ekologické pestovanie pšenice má zase priaznivejší vplyv na životné prostredie.

Výsledky boli získané v rámci úlohy RVT 27-10 *Výskum agro-environmentálnych systémov so zreteľom na biodiverzitu a trvalo udržateľný rozvoj.*

Do redakcie došlo 11. júla 2005

LITERATÚRA

1. FAZEKAŠOVÁ, D. - LÍŠKA, E. (1991): Energetická bilancia niektorých plodín v závislosti od produkčnej schopnosti pôd flyšovej oblasti. In: *Poľnohospodárstvo*, roč. 41, 1995, č. 4, s. 261-267.
2. HRUŠKA, L. - JANÍČEK, J. (1982): Energetická účinnosť niektorých plodín v kukuričnom výrobnom typu. In: *Rostl. Výr.*, roč. 28, 1982, č. 11, s. 1270-1274.
3. JAMRIŠKA, P. - HAŠANA, R. (2005): Vplyv poveternostných podmienok na účinok hnojenia a fungicídov pri tvorbe úrody zrna ozimnej pšenice. In: *Agrochémia*, roč. 9 (45), 2005, č. 1, s. 13-16.
4. KLIMEKOVÁ, M. - KUCHAROVIC, A. - KOVÁČ, K. - BABULICOVÁ, M. (2004): Analýza účinkov vplyvu odrody, predplodiny a intenzity pestovania na úrodu pšenice letnej f. ozimnej. In: *Nové poznatky v pestovaní, šlechtení a ochrane rastlín.* (sbor. ved. prác z medzinár. konf.). Troubsko : Výzkumný ústav pícninársky, 2004, s. 305-308. ISBN 80-902436-9-X.
5. KOVÁČ, K. (2001): *Ekologické pestovanie rastlín.* Nitra : SPU, Edícia Ochrana biodiverzity - č. publ. 17, 2001, 162 s. ISBN 80-7137-914-X.
6. KOVÁČ, K. - BABULICOVÁ, M. - KUCHAROVIC, A. (2002): Produkčný a akumulčný potenciál pšenice pestovanej ekologickým a konvenčným spôsobom. In: *Ekologické poľnohospodárstvo a ekonomika výroby bioproduktov* (zbor. ved. prác z medzinár. konf. v Košiciach, apríl 2002). Nitra : Agrotar, s. 138-144. ISBN 80-88943-15-9.
7. KOTOROVÁ, D. - POSPÍŠIL, R. - RŽONCA, J. - BALLA, P. - DANILOVIČ, M. (2004): Porovnanie energetickej bilancie pestovania hustosiatych obilnín na fulvizemi glejovej a hnedozemi kultizemnej. In: *Zbor. ved. prác OVÚA Michalovce*, 2004, č. 20, s. 121-127. ISBN 80-969094-1-X.
8. KUCHAROVIC, A. - KOVÁČ, K. (2002): Energetická bilancia pestovateľských technológií pšenice letnej f. ozimnej. In: *Aktuálne problémy riešené v agrokomplexe* (zbor. ved. prác z medzinár. konf.). Nitra : SPU, 2002, s. 140-143. ISBN 80-8069-126-6.

9. PODOBA, J. – ZAŤKO, J. (1986): Vplyv niektorých agrotechnických opatrení na energetickú bilanciu produkcie ozimnej pšenice Viginta. In: *Poľnohospodárstvo*, roč. 32, 1986, č. 2, s.113–121.
10. POSPÍŠIL, R. – VILČEK, J. (2000): Energetika sústav hospodárenia na pôde. Bratislava : Výsk. ústav pôdoznal. a ochr. pôdy, 2000, 108 s. ISBN 80-85361-75-2
11. PREININGER, M. (1987): Energetické hodnocení výrobních procesů v rostlinné výrobě (metodika). Praha : ÚVTIZ, 1987, č.7, 29 s.
12. PRUGAR, J. (1999): Kvalita rostlinných produktů ekologického zemědělství. In: *Stud. Inform. – Rostl. Výr.*, 1999, č. 5, 79 s. ISBN 80-7271-048-6, ISSN 0323-2301.
13. REPKA, J. – DANKO, J. (1991): Energetická efektivnost' pestovania plodín pri veľkovýrobných technológiách. In: *Rostl. Výr.*, roč. 37, 1991, č. 9, s. 745–752.
14. STEHLO, P. – GÁLIK, J. (2002): Ekonomika výroby ekoproductov. In: *Ekologické poľnohospodárstvo a ekonomika výroby bioproductov* (zbor. ved. prác z medzinár. konf. v Košiciach, apríl 2002). Nitra : Agrotar, 2002, s. 62–69. ISBN 80-88943-15-9.
15. STRAŠIL, Z. – ŠIMON, J. (1987): Energetická bilance u zavlažovanej ozimé pšenice v různých typech osevních postupů. In: *Rostl. Výr.*, roč. 37, 1991, č. 9–10, s. 753–760.
16. VILČEK, J. – GUTTEKOVÁ, M. (1997): Potenciálně predpoklady a efektivnost' pestovania plodín z hľadiska ich energetickej bilancie. In: *Poľnohospodárstvo*, roč. 43, 1997, č. 10, s. 733–744.
17. ŽÁK, Š. – KOVÁČ, K. – LEHOČKÁ, Z. (2005): Energetická bilancia low-input a ekologického systému pestovania pšenice. In: *Realizáciou poznatkov vedy a výskumu k trvalo udržateľnému poľnohospodárstvu* (zbor. ref. z ved. konf. v Michalovciach, október 2005). Piešťany : VÚRV – Ústav agroekológie, 2002, s. 139–47. ISBN 80-88790-40-9, EAN 9788088790402.

SÚHRN

V pokuse založenom na výskumnom pracovisku VÚRV v Borovciach pri Piešťanoch (oblasť kukurično-jačmenného výrobného typu) v pásme ochrany podzemných vôd v dvoch systémoch hospodárenia na pôde (ekologický

systém ES a low-input systém LIS) pri dvoch úrovniach hnojenia dusíkom (N1, N2) sa hodnotil vplyv sledovaných faktorov na úrodu zrna, sušiny a vybrané znaky energetickej bilancie pestovania pšenice.

Na úrodu a prakticky na všetky sledované znaky energetickej bilancie mal veľmi silný vplyv ročník. Vyššiu úrodu zrna pšenice v priemere hodnotených rokov dala pšenica ozimná v low-input systéme, v ktorom však aj vstupy dodatkovej energie boli vyššie ako v ekologickom systéme. Úroda v oboch systémoch bola vyššia pri hnojení N2.

Produkcija brutto energie na hektár bola v ekologickom systéme nižšia o 7 % v porovnaní s low-input systémom (vysoko preukazný rozdiel) a pri hnojení N1 (o 2 % oproti N2, preukazný rozdiel). Zisk brutto energie na hektár bol v oboch systémoch i pri oboch úrovniach N-hnojenia prakticky rovnaký.

Energetická účinnosť brutto energie dosiahla v ekologickom systéme hodnotu 85,62 % (o 5,6 % vyššiu ako v low-input systéme), pričom bola vyššia pri hnojení N1 (o 2 %). Rozdiely medzi systémami hospodárenia i hnojením sú vysoko preukazné.

Merná spotreba brutto energie mala v ekologickom systéme hodnotu 0,14, kým v low-input systéme až 0,20 (vysoko preukazný rozdiel), pri nižšej úrovni hnojenia 0,16 a pri vyššej úrovni 0,18 (vysoko preukazný rozdiel). Energetická efektivnosť brutto energie bola vyššia v ekologickom systéme (7,25 GJ oproti 5,39 GJ v low-input systéme; vysoko preukazný rozdiel) a pri nižšej úrovni N-hnojenia (6,71 GJ oproti 5,93 GJ pri vyššej úrovni; vysoko preukazný rozdiel).

Na tonu úrody bol v ekologickom systéme potrebný vklad 2,13 GJ, pričom zisk brutto energie predstavoval 13,00 GJ, v low-input systéme bol vklad 3,03 GJ a zisk brutto energie 12,10 GJ. Z hľadiska vkladu a zisku energie je medzi systémami významný rozdiel, keď vstup je vysokopreukazne vyšší pri low-input systéme a zisk pri ekologickom systéme. Podobná situácia je aj pri úrode sušiny.

Výsledky ukázali, že pre prax možno odporučiť oba systémy pestovania pšenice. Z hľadiska výšky energetickej produkcie je však istejšie pestovanie v low-input systéme. Ekologické pestovanie pšenice má zase priaznivejší vplyv na životné prostredie.

Kľúčové slová: ekologický a low-input systém, úroveň dusíkatého hnojenia, úroda zrna, úroda sušiny, prvky energetickej bilancie pestovania pšenice