



ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

ROSTLINNÁ VÝROBA

Plant Production

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

2

VOLUME 43 (LXX)
PRAHA
ÚNOR 1997
CS ISSN 0370-663X

Mezinárodní vědecký časopis vydávaný z pověření České akademie zemědělských věd a s podporou Ministerstva zemědělství České republiky

An international journal published by the Czech Academy of Agricultural Sciences and with the promotion of the Ministry of Agriculture of the Czech Republic

Redakční rada – Editorial Board

Předseda – Chairman

Doc. Ing. Josef Šimon, CSc. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, ČR)

Členové – Members

- Doc. Ing. Pavol Bajčí, CSc. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra, SR)
 Prof. Dr. Márta Birkás (Agrártudományi Egyetem, Gödöllő, Hungária)
 Doc. Ing. Jozef Ciglar, CSc. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra, SR)
 Ing. Helena Donátová, CSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)
 Prof. Ing. Václav Fric, DrSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)
 Ing. Norbert Gáborčík, CSc. (Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Banská Bystrica, SR)
 Ing. Bohdan Juráni, CSc. (Univerzita Komenského, Bratislava, SR)
 Prof. Dr. Günter Kahnt (Institut für Pflanzenbau und Grünland, Universität Hohenheim, Stuttgart, BRD)
 Prof. Ing. Josef Kozák, DrSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)
 Ing. Ladislav Lorenčík, DrSc. (Oblastný výskumný ústav agroekológie, Michalovce, SR)
 Prof. Ing. Lubomír Minx, DrSc. (Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, ČR)
 Ing. Timotej Mištin, CSc. (Výskumný ústav rastlinnej výroby, Piešťany, SR)
 Dr. Peter Newbould (The Macaulay Land Use Research Institute, Aberdeen, Scotland, UK)
 Ir. Cees van Ouwenerkerk (Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren Gn, Nederland)
 Ing. Jaromír Procházka, CSc. (Výzkumný ústav pícninářský, Troubsko u Brna, ČR)
 Prof. Ing. Stanislav Procházka, DrSc. (Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, ČR)
 Doc. Ing. Vlastimil Rasocha, CSc. (Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod, ČR)
 Prof. Dr. Heinrich W. Scherer (Agrikulturchemisches Institut der Rheinischen Friedrich Wilhelms-Universität, Bonn, BRD)
 Doc. Ing. Ladislav Slavík, DrSc. (Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, ČR)
 Doc. Ing. Miron Suškevič, DrSc. (Odborné poradenství a konzultace, Troubsko u Brna, ČR)
 Prof. Ing. Václav Vaněk, CSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)
 Ing. Marie Váňová, CSc. (Zemědělský výzkumný ústav, Kroměříž, ČR)
 Prof. Ing. Karel Vofříšek, CSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)
 Doc. Ing. František Vrkoč, DrSc. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, ČR)
 Prof. Dr. hab. Kazimiera Zawislak (Akademia Rolniczo-Techniczna, Olsztyn, Polska)

Vedoucí redaktorka – Editor-in-Chief

RNDr. Eva Stříbrná

Cíl a odborná náplň: Časopis publikuje původní vědecké práce, výsledky výzkumu a studie z oborů rostlinná výroba, půdoznalství, meliorace a z navazujících disciplín.

Časopis je citován v bibliografickém časopise Current Contents – Agriculture, Biology and Environmental Sciences. Abstrakty z časopisu jsou zahrnuty v těchto databázích: Agricola, Agris, CAB Abstracts, Current Contents on Diskette – Agriculture, Biology and Environmental Sciences, Czech Agricultural Bibliography, Toxline Plus, WLAS.

Periodicita: Časopis vychází měsíčně (12x ročně), ročník 42 vychází v roce 1996.

Přijímání rukopisů: Rukopisy ve dvou vyhotoveních je třeba zaslat na adresu redakce: RNDr. Eva Stříbrná, vedoucí redaktorka, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/25 25 41, fax: 02/25 70 90, e-mail: braun@uzpi.agrec.cz. Den doručení rukopisu do redakce je publikován jako datum přijetí k publikaci.

Informace o předplatném: Objednávky na předplatné jsou přijímány pouze na celý rok (leden–prosinec) a měly by být zaslány na adresu: Ústav zemědělských a potravinářských informací, vydavatelské oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Cena předplatného pro rok 1996 je 588 Kč.

Aims and scope: The journal publishes scientific papers, results of research and studies of the branches plant production, pedology, amelioration and related disciplines.

The journal is cited in the bibliographical journal Current Contents – Agriculture, Biology and Environmental Sciences. Abstracts from the journal are comprised in the databases: Agricola, Agris, CAB Abstracts, Current Contents on Diskette – Agriculture, Biology and Environmental Sciences, Czech Agricultural Bibliography, Toxline Plus, WLAS.

Periodicity: The journal is published monthly (12 issues per year). Volume 42 appearing in 1996.

Acceptance of manuscripts: Two copies of manuscript should be addressed to: RNDr. Eva Stříbrná, editor-in-chief, Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/25 25 41, fax: 02/25 70 90, e-mail: braun@uzpi.agrec.cz. The day the manuscript reaches the editor for the first time is given upon publication as the date of reception.

Subscription information: Subscription orders can be entered only by calendar year (January–December) and should be sent to: Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Subscription price for 1996 is 148 USD (Europe), 154 USD (overseas).

ENERGETICKÝ POTENCIÁL RASTLINNEJ VÝROBY V PÔDNO-EKOLOGICKÝCH PODOBLASTIACH SLOVENSKA

ENERGY POTENTIAL OF PLANT PRODUCTION IN PEDOLOGICAL AND ECOLOGICAL SUBREGIONS OF SLOVAKIA

J. Vilček, M. Gutteková

Research Institute of Soil Fertility, Bratislava, Station Prešov, Slovak Republic

ABSTRACT: The level of energy potential of plant production in pedological and ecological subregions of Slovakia is affected by objective and subjective factors. Objective factor for the level of energy flows are pedological-climatic and geomorphological conditions. Subjective factors are the choice of the structure of the use of agricultural land fund and the level of supplementary inputs of energy to the production process. Regarding and considering these factors, the balance of energy flows in 14 Slovak pedological-ecological subregions was based on models of optimization of the structure of plant production developed for these subregions at the Research Institute of Soil Fertility in Bratislava. These models are predominantly orientated, above all, towards the landscape ecology as well as the economy of production, at the same time they are based upon production potential of soils. The results obtained confirmed that the level of energy inputs and production of energy comprised in products of plant production is different in heterogenous conditions of Slovakia. While, for example, in the region of the Danube Basin Lowlands the demand of energy in calculation per 1 tonne of dry matter 4.0 GJ and per one point of production capacity of soils 0.26 GJ of energy is needed, in higher mountains this is as little as 3.1 or 0.44 GJ, respectively. Energy balance on the level of pedological and ecological subregions showed a marked dependence of as energy inputs ($r = 0.994$), as energy outputs ($r = 0.995$) on the production capacity of soil. With reduction of production capacity of soils, more energy is needed for its involvement into rational production process. The most energy-demanding systems are management systems in flat grounds and basins – inputs of energy falling to 1 ha of farm land amount to 20 GJ, while in conditions of basins of higher altitudes, mountains and highlands these values represent about 10 GJ. In lower situated regions the energy production is highest and hence also highest energy profit (Tab. II). The value of profit falls proportionally with the fall of production capacity of soils. Economic calculations showed that while in the subregion of the Danube Basin Lowlands 103 Sk of the profit falls to 1 GJ, in the subregion of higher mountains this is only 2.50 Sk. Efficiency of exerting energy inputs with respect to their much lower level is on the contrary highest on higher situated regions. It seems that intensification of inputs in marginal regions does not bring adequate energy and economic effects.

energy balance; energy inputs; energy production; energy efficiency; production potential of soils

ABSTRAKT: Na základe modelov optimalizácie rastlinnej výroby sme v 14 pôdno-ekologických podoblastiach Slovenska hodnotili úroveň energetického potenciálu rastlinnej výroby. Dosiahnuté výsledky potvrdili, že úroveň energetických vstupov i produkcia energie obsiahnutej v produktoch rastlinnej výroby je v heterogénnych podmienkach Slovenska rôzna. Energetická bilancia na úrovni pôdno-ekologických podoblastí preukázala značnú závislosť energetických vstupov ($r = 0,994$) i energetických výstupov ($r = 0,995$) na produkčnej schopnosti pôd. Energeticky najnáročnejšie sú systémy hospodárenia na rovinách a v kotlinách. Vklady energie pripadajúce na 1 ha poľnohospodárskej pôdy sa tu pohybujú na úrovni 20 GJ, v podmienkach kotlin vyššieho stupňa, pohorí a vrchovín sú na úrovni 10 GJ. V nižšie položených oblastiach je najvyššia produkcia energie a tiež najvyšší energetický zisk. Efektívnosť vynakladania energetických vstupov je však opačne najvyššia vo vyššie položených oblastiach. Ukazuje sa, že v marginálnych oblastiach už intenzifikácia vstupov neprináša adekvátny energetický ani ekonomický efekt.

energetická bilancia; energetické vklady; produkcia energie; energetická efektívnosť; produkčný potenciál pôd

ÚVOD

Činnosť poľnohospodárskej sústavy je nepretržitý tok a transformácia energie, ktorá prebieha v jednotlivých

vých podsústavách a ich prvkoch. Medzi podsústavami sa vzájomnými väzbami utvára cyklický proces toku a transformácie energie: rastlinná výroba – živočíšna výroba – pôda – rastlinná výroba (Či s l á k, 1990).

Poľnohospodárstvo je ako každá výrobná činnosť procesom energetickej transformácie surovín a účelovej zmeny ich vlastností. Úmerne rastu intenzity výroby stúpa aj hodnota energetických vkladov do výrobného procesu. Pri raste energetických vkladov rastie spravidla objem poľnohospodárskej produkcie, ovšem pomalšie, než je nárast dodatkových energetických vkladov. Energetická bilancia a jej analýza sú významnými hodnotiacimi hľadiskami pri posudzovaní efektívnosti výrobných štruktúr, výrobných procesov a technológií (Preiniger, 1991).

Aj keď poľnohospodárstvo nie je najväčším spotrebiteľom energie (v roku 1984 bol jeho podiel 8,1 % na spotrebe energie vo výrobnej sfére), dnes nikto nepochybuje o dôležitosti energetickej analýzy v poľnohospodárstve (Stražil, 1987).

V procese transformácie poľnohospodárstva na Slovensku je preto nutné reštrukturalizovať poľnohospodársku sústavu tak, aby bola schopná prijať čo najviac energie a čo najefektívnejšie ju využiť. Nemôže to byť sústava síce s vysokou energetickou efektívnosťou, ale pri nízkom toku energie, a tým aj nízkych výstupoch (nízka produkcia), ale ani sústava s vysokou, avšak neefektívnou produkciou. V tomto príspevku chceme poukázať na výsledky, ktoré náš ústav pri riešení optimalizácie využívania produkčného potenciálu pôd dosiahol v hodnotení energetických bilancií v pomerne heterogénnych podmienkach pôdno-ekologických podoblastí Slovenska.

MATERIÁL A METÓDA

Objektívnym podkladom pre analýzu a riešenie otázok energetického potenciálu rastlinnej výroby boli:

- podrobné údaje o vlastnostiach a regionalizácii pôdno-ekologických jednotiek (Džatko et al., 1985; Džatko, Vilček, 1993);
- výsledky faktorových a regresných analýz vzťahov medzi vlastnosťami PEJ a úrodami plodín podľa programov BMDP (Džatko, Marko, 1985);
- výsledky modelovania optimalizácie poľnohospodárskych sústav a matematicko-optimalizačné modely štruktúry výroby a analýzy ich dopadu na ekonomické, ekologické i energetické prejavy (Vilček, 1994; Vilček, Džatko, 1995);
- konkrétne výsledky viacročných analýz vzťahov medzi vlastnosťami pôd, produkciou a ekonomikou hospodárenia na systéme modelových podnikov v rámci VTP N 05 Ochranné systémy hospodárenia v agroekologických podmienkach nížin, pahorkatín a nízko položených kotlín v SR;
- poznatky a mapy pôdno-ekologického členenia Slovenska a typologicko-produkčnej kategorizácie pôd, ako aj kategorizácie ich vhodnosti pre pestovanie hlavných plodín (Džatko et al., 1979, 1985; Džatko, Vilček, 1993);
- analýzy typovej štruktúry osevu a reálneho možného potenciálu úrod na úrovni pôdných kategórií (Džatko, Vilček, 1993).

Nakoľko pri bilancii energetických tokov v rastlinnej výrobe bolo vzhľadom na zvolenú úroveň pôdno-ekologických podoblastí priame meranie energetickej hodnoty vstupov takmer nemožné, zvolili sme pre stanovenie vstupov do podsústavy rastlinnej výroby energetické ekvivalenty poľnohospodárskych plodín v členení vklady osív, hnojív a agrotechnických prác (Nehring et al., 1970). Energetické výstupy boli prepočítané podľa hodnôt meraní VÚRV Praha-Ruzyně (Stražil, 1987). Pri bilancii sme vychádzali z produkcie hlavného výrobku. Vlastné hodnotenie energetickej úrovne rastlinnej výroby i matematické modelovanie štruktúr rastlinnej výroby sme robili na úrovni týchto pôdno-ekologických podoblastí Slovenska (Džatko et al., 1985):

- 11 - Borská rovina
- 12 - Chvojnická pahorkatina
- 21 - Podunajská rovina
- 22 - Podunajská pahorkatina
- 31 - Východoslovenská rovina
- 32 - Východoslovenská pahorkatina
- 41 - kotliny nižšieho stupňa
- 42 - kotliny stredne vysokého stupňa
- 43 - kotliny vysoko položeného stupňa
- 44Z - pohoria a vrchoviny flyšového pásma (západná časť)
- 44V - pohoria a vrchoviny flyšového pásma (východná časť)
- 45 - pohoria a vrchoviny sopečných Karpát
- 46 - nižšie pohoria
- 47 - vyššie pohoria

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Produkčný potenciál poľnohospodárskych pôd na Slovensku vykazuje značnú priestorovú heterogenitu. Potvrdzujú to aj priemerné bodové hodnoty potenciálu pôd, potenciálne predpoklady produkcie prepočítanej na sušinu, reálne možné zornenie poľnohospodárskych pôd i štruktúry osevu na ornej pôde. Potenciálne predpoklady úrovne rastlinnej výroby boli stanovené na základe matematického modelovania využitia produkčného potenciálu pôd. Pri modelovaní štruktúry sme prihliadali tak na faktor ekológie, ako aj na faktor primeranej ekonomiky. Poradie pôdno-ekologických podoblastí bolo stanovené na základe stobodovej škály hodnotenia pôd. Bodová hodnota pôd výrazne koreluje s reálnou možnou produkciou sušiny ($r = 0,99$) a proporcionálne tomu zodpovedá aj zornenie pôd ($r = 0,97$).

Je logické, že štruktúra plodín (tab. I) má značný vplyv nielen na ekonomiku a ekológiu, ale aj na energetickú bilanciu rastlinnej výroby. Prepočty reálne možných vkladov i produkcie energie takto stanovených štruktúr využitia pôd (tab. II) dokumentujú objektívne rozdiely toku energie v rozdielnych pôdno-klimatických oblastiach, a tým aj rôznu úroveň intenzity rastlinnej výroby i jej finančného efektu.

Ukazuje sa, že najvyššia potreba vkladov energie (4,0 GJ na 1 t sušiny) je v najintenzívnejších oblastiach

I. Model štruktúry využitia orných pôd v pôdno-ekologických podoblastiach Slovenska – Model of the structure of the utilization of arable lands in pedological and ecological subregions of Slovakia

Podoblast ¹	Zornenie ² (% p.p.)	Štruktúra osevu na ornjej pôde ³ (%)							
		hustosiate obilniny ⁴	kukurica na zrno ⁵	strukoviny ⁶	cukrová repa ⁷	zemiaky ⁸	olejiny ⁹	jednoročné krmoviny ¹⁰	viacročné krmoviny ¹¹
21	91,6	49,0	14,7	2,8	5,5	0,7	4,4	7,1	11,9
22	88,1	48,1	12,7	4,1	3,8	1,6	4,8	8,9	12,8
12	83,0	47,9	10,6	3,3	2,5	2,6	5,5	9,4	15,2
11	74,3	47,8	11,5	3,9	3,1	2,5	5,0	8,6	14,4
32	82,0	46,0	6,8	4,3	0,9	4,6	5,7	10,2	19,2
41	79,9	45,9	6,4	4,2	0,9	5,1	5,7	10,5	19,1
31	72,4	44,9	6,9	4,2	1,3	4,6	5,9	10,5	19,5
42	42,7	44,7	3,2	4,4	0,4	5,2	5,5	11,9	23,5
46	40,3	46,4		4,8		4,7	6,4	11,0	25,9
45	40,1	47,3		4,7		6,0	6,0	12,2	23,4
43	21,2	44,5		4,9		5,4	6,5	12,8	25,6
44Z	29,3	45,5		4,9		4,7	7,5	11,9	24,4
44V	25,9	44,2		4,9		5,2	6,8	12,6	25,6
47	9,1	44,4		3,9		5,4	5,4	13,4	27,4

¹subregion, ²reclamation, ³structure of area under crops, ⁴dense-sown cereals, ⁵grain maize, ⁶legumes, ⁷sugar beet, ⁸potatoes, ⁹oil crops, ¹⁰annual feed crops, ¹¹perennial feed crops

II. Bioenergetický potenciál pôd a rastlinnej výroby v pôdno-ekologických podoblastiach Slovenska – Bioenergy potential of soils and plant production in pedological and ecological subregions of Slovakia

Podoblast ¹	Priemerná bodová hodnota pôd ²	Reálne možná produkcia sušiny ³ (t.ha ⁻¹)	Energetická bilancia ⁴ (GJ.ha ⁻¹)			
			vkłady ⁵	produkcia ⁶	zisk ⁷	efektivnosť ⁸
21	86,75	6,03	24,12	110,39	86,27	4,58
22	84,94	5,50	22,10	102,21	80,11	4,63
12	73,85	5,10	19,83	93,59	73,75	4,72
11	66,95	5,21	19,47	92,80	73,30	4,77
32	64,94	4,78	18,90	88,00	69,10	4,66
41	63,67	4,69	18,41	86,25	67,83	4,68
31	59,24	4,51	17,43	82,86	65,44	4,76
42	44,23	3,75	13,07	68,58	55,51	5,25
46	37,88	3,39	11,71	61,84	50,13	5,28
45	37,72	3,40	11,68	62,24	50,56	5,33
43	33,67	3,31	10,54	59,82	49,29	5,68
44Z	33,67	3,20	10,78	58,44	47,66	5,42
44V	31,38	3,17	10,35	57,85	47,51	5,59
47	17,93	2,55	7,91	46,38	38,47	5,87

¹subregion, ²average point value of soils, ³actually possible dry matter production, ⁴energy balance, ⁵inputs, ⁶production, ⁷profit, ⁸efficiency

Podunajskej roviny a pahorkatiny (21 a 22) a najnižšia potreba energetických vkladov (3,1 GJ na 1 t sušiny) je vo vyšších pohoriach. Kým na jeden bod produkčnej schopnosti pôd v podoblastiach 21 a 22 je potrebné vynaložiť 0,26 GJ energie, v podoblasti 47 je to už 0,44 GJ. Možno konštatovať, že čím viac klesá produkčná schopnosť pôd, tým viac energie treba vynaložiť na jej zapojenie do racionálneho výrobného procesu.

Všeobecne môžeme konštatovať, že zmena produkčného potenciálu pôd o jeden bod znamená zvýšenie náročnosti energetických vstupov o 0,236 GJ. Diferenciáciu úrovne energetických vkladov vidno aj vo finančnej hodnote pripadajúcej na 1 GJ energetických vstupov. V podoblasti 21 na 1 GJ vkladov energie pripadá 662 Sk nákladov, v podoblasti 44V je to 421 Sk a v podoblasti 47 len 343 Sk.

V nižšie položených podoblastiach je najvyššia aj produkcia energie pripadajúca na 1 ha poľnohospodárskej pôdy. So zvyšujúcou sa nadmorskou výškou postupne klesá energetická produkcia rastlinnej výroby (tab. II), napr. v podoblastiach Podunajskej nížiny (21, 22) z 1 ha poľnohospodárskych pôd možno vyprodukovať o 52 GJ energie viac ako v podoblasti flyšového pásma a až o 64 GJ viac ako v podoblasti vyšších pohorí (47). Opačný trend je pri korelácii produkčnej schopnosti pôd a vyprodukovanej energie ($r = 0,995$). Kým v podoblasti 21 pripadá na jeden bod produkčnej schopnosti pôd 1,3 GJ produkcie, v podoblastiach 44 je to už cca 1,8 GJ a v podoblasti 47 dokonca 2,5 GJ. Táto skutočnosť je podmienená štruktúrou kultúr využívania pôd, keď vo vyššie položených oblastiach je objektívne vyššie zastúpenie energeticky vysokoprodukčných plodín (viacročné krmoviny a trvalé trávne porasty). Hodnota produkcie vo finančnom vyjadrení pripadajúca na 1 GJ predstavuje v podoblasti 21 až 225 Sk, kým v podoblasti 47 len 60 Sk.

Energetický zisk je výsledkom úrovne energetických vstupov a výstupov. Ukazuje sa, že poklesom produkčnej schopnosti pôd i vyprodukovanej sušiny pripadajúcej na 1 ha úmerne klesá aj hodnota zisku energie z 1 ha. Najvyšší zisk možno očakávať v nížinných oblastiach a na záhorí, naopak najnižší zisk je v podhorských a horských oblastiach. Vo finančnom vyjadrení v podoblasti 21 pripadá na 1 GJ zisku 103 Sk zisku, kým v podoblasti 44V už napr. len 15 Sk a v podoblasti 47 dokonca len 2,5 Sk. Uvedená analýza poukazuje na efektívnosť vynakladania prostriedkov v jednotlivých regiónoch Slovenska, ale aj na objektívne horšie výrobné podmienky v marginálnych oblastiach našej republiky.

Zaujímavý je pohľad na efektívnosť vynakladania energetických vstupov. Aj keď sú v nižšie položených oblastiach energetické výstupy rastlinnej výroby najvyššie, sú tu najvyššie aj energetické vstupy. Vo vyššie položených oblastiach sú síce výstupy objektívne nižšie (napr. v podoblasti 47 oproti podoblasti 21 sú nižšie 2,38krát), ale vklady energie sú nižšie ešte výraznejšie (v podoblasti 47 až 3,04krát menej ako v podoblasti 21). Tento fakt spôsobuje, že efektívnosť vynakladania energie je vo vyššie položených oblastiach vyššia. Kým napr. v podoblasti 21 pripadá na 1 GJ vstupov 4,58 GJ produkcie, v podoblasti 47 je to už 5,87 GJ. Na základe uvedených hodnôt môžeme konštatovať, že efektívnosť výroby v marginálnejších podmienkach je značne závislá od optimálnych vstupov. Zvyšovanie energetických

vstupov do výroby v týchto podmienkach zvyčajne neprináša požadovaný energetický ani ekonomický efekt.

Ako uvádza Preininger (1991), pomer energie obsiahnutej v rastlinnej produkcii k energii do výroby vlozenej predstavuje v extenzívnom poľnohospodárstve hodnotu 10 až 38, kým v intenzívnom len 2 až 4. V nami skúmaných podoblastiach sa tento pomer pohybuje v rozpätí od 4,58 (podoblast 21) do 5,87 (podoblast 47), čo znamená, že vo všetkých podoblastiach Slovenska možno počítať s primeranou intenzitou výroby. Je logické, že vyššia intenzita bola, je a aj bude v nižšie položených oblastiach, pre poľnohospodárstvo priaznivejších.

LITERATÚRA

- ČISLÁK, V.: Energetická efektívnosť poľnohospodárskej výroby. Bratislava, Veda 1990. 152 s.
- DŽATKO, M. – MARKO, L.: Model of ecological soil productivity evaluation in Slovakia. Ved. Práce VÚPVR (Bratislava), 1985 (13): 39–48.
- DŽATKO, M. – VILČEK J.: Efektívnosť využívania krajiny a reštrukturalizácia rastlinnej výroby. [Priebežná správa.] Bratislava, VÚPÚ 1993. 21 s.
- DŽATKO, M. et al.: Vypracovanie sústav členenia a hodnotenia agroekosystémov SSR. Časť 1. Účelové členenie a hodnotenie pôdno-ekologických jednotiek SSR. [Výskumná správa.] Bratislava, VÚPVR 1979. 38 s.
- DŽATKO, M. et al.: Hodnotenie vhodnosti pôdno-ekologických podmienok pre pestovanie poľnohospodárskych plodín a kultúr. [Záverečná správa.] Bratislava, VÚPVR 1985. 32 s.
- NEHRING – BEYER – HOFFMANN: Futter Mittel Tabellenwerk. Berlin, 1970.
- PREININGER, M.: Energetické hodnotenie štruktúry rastlinnej výroby. In: Sbor. Ref. ČS VTS Bioenergetika a energetické plodiny, Pardubice, 1991: 74–80.
- STRAŠIL, Z.: Bilance energie a efektívnosti vkladů v zavlažovaných a nezavlažovaných ekosystémoch pôd. [Záverečná správa.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1987. 29 s.
- VILČEK, J.: Model optimalizácie rastlinnej výroby In: Zbor. Ref. VŠP Modely a modelovanie rastlinnej produkcie, Nitra, 1994: 97–100.
- VILČEK, J. – DŽATKO, M.: Návrh optimalizácie sústav hospodárenia na pôde. [Záverečná správa.] Bratislava, VÚPÚ 1995. 74 s.

Došlo 16. 5. 1996

Kontaktná adresa:

Ing. Jozef Vilček, Výskumný ústav pôdnej úrodnosti, Bratislava, pracovisko Prešov, Reimanova 1, 080 01 Prešov, Slovenská republika, tel.: 091/72 43 56, fax: 091/72 31 84, e-mail: vilcek@saris.po.upjs.sk

ENERGETICKÁ ANALÝZA PRATOTECHNICKÝCH TECHNOLÓGIÍ OBNOVY TRÁVNÝCH PORASTOV PRI RÔZNEJ ÚROVNI VÝŽIVY

ENERGY ANALYSIS OF PRATOTECHNIC TECHNOLOGIES IN THE PROCESS OF GRASSLAND RECOVERY UNDER THE VARIOUS LEVELS OF NUTRITION

P. Slamka, R. Pospíšil, R. Holúbek

University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT: Energy analysis of three types of grasslands [permanent grassland – TTP, reseeded grassland (reseeding by direct drilling) – PTP and temporary grassland (radical recovery by classical seeding after previous ploughing) – DTP] was done under the different level of mineral nutrition for the period of the years 1992 to 1994. The analysis was performed by the balance method based on the comparison of total fossil energy inputs with energy value which was obtained by the yields. The lowest level of energy inputs was found out on unfertilized TTP grasslands ($5.472 \text{ GJ} \cdot \text{ha}^{-1}$), the highest one in DTP, fertilized with the highest rate of $\text{N} + \text{PK}$ ($23.652 \text{ GJ} \cdot \text{ha}^{-1}$). The value of the reached energy outputs followed the increasing tendency of DM yields as a consequence of fertilization in the sequence: variant 1 – variant 2 – variant 3 – variant 4. At the same time the rising trend of energy outputs was observed in the sequence: TTP – PTP – DTP as a consequence of grassland improvement by reseeding. The lowest output of energy was found out on TTP in unfertilized variant ($58.91 \text{ GJ} \cdot \text{ha}^{-1}$), the highest one on DTP in the fourth variant ($157.82 \text{ GJ} \cdot \text{ha}^{-1}$). Further energy characteristics (energy profit, energy efficiency and rationality of input energy utilization) are stated in Tab. I. Within the structure of energy inputs, the operations connected with reseeding (ploughing, soil preparation, seeding, direct drilling) did not represent considerable item. In the variants fertilized with N, their portion varied within the range 1.5 to 5% of the total sum of fossil energy entering into production process. On the contrary, fertilization with mineral fertilizers represented substantial part of the total direct and indirect supplementary energy (59.2 to 75.6% in the variants 3 and 4 – depending on the type of grassland) and within the framework of them, the highest portion fell on N-fertilizers (Tab. II, III). In practical pratotechnics we should recommend to utilize both these factors (reseeding, fertilization), and their optimal combination would be determined with regard to the soil conditions and botanical composition of the stand.

energy analysis; energy input; energy output; energy efficiency; reseeding; fertilization

ABSTRAKT: Za obdobie rokov 1992 až 1994 sme urobili energetickú analýzu troch typov trávnych porastov [trvalého trávneho porastu – TTP, prisiateho trávneho porastu (prísev bezorbovou sejačkou) – PTP a dočasný trávny porast (radikálna obnova po predchádzajúcej orbe) – DTP] pri rôznej úrovni minerálnej výživy. Analýza bola vykonaná bilančnou metódou založenou na porovnaní celkových vkladov fosilnej energie s energetickou hodnotou získanej hospodárskej úrody. Najnižšia hodnota energetických vkladov bola zistená na nehnosenom TTP ($5.472 \text{ GJ} \cdot \text{ha}^{-1}$), najvyššia na DTP hnojenom najvyššou dávkou $\text{N} + \text{PK}$ ($23,652 \text{ GJ} \cdot \text{ha}^{-1}$). Hodnota dosiahnutých energetických výstupov sledovala tendenciu zvyšovania úrody sušiny v dôsledku hnojenia v poradi: variant 1 – variant 2 – variant 3 – variant 4, resp. zlepšenia porastu prísevom v smere TTP – PTP – DTP. Najnižší výstup energie bol zistený pri TTP na nehnosenom variante ($58,91 \text{ GJ} \cdot \text{ha}^{-1}$), najvyšší u DTP na variante 4 ($157,82 \text{ GJ} \cdot \text{ha}^{-1}$). Sú uvedené ďalšie energetické charakteristiky (energetický zisk, energetická účinnosť a racionálnosť využitia vlozenej energie). V štruktúre energetických vstupov nepredstavovali operácie spojené s prísevom (orba, príprava pôdy, sejba, resp. prísev bezorbovou sejačkou) výraznejší energetický vklad. Na variantoch hnojených dusíkom sa ich podiel pohyboval v intervale 1,5 až 5 % z celkovej sumy fosilnej energie vstupujúcej do výrobného procesu. Naopak, hnojenie priemyselnými hnojivami tvorilo podstatnú časť z celkovej priamej a nepriamej dodatkovej energie (59,2 až 75,6 % na variante 3 a 4 – v závislosti od typu porastu), pričom najvyšší podiel pripadal na dusíkaté hnojivá. V praktickej pratotechnike odporúčame využiť obidva sledované faktory (prísev, hnojenie), pričom ich optimálnu kombináciu treba stanoviť s ohľadom na konkrétne stanovištné podmienky a floristické zloženie daného porastu.

energetická analýza; vstupy energie; výstupy energie; energetická účinnosť; prísev; hnojenie priemyselnými hnojivami

V súvislosti so zvyšujúcimi sa požiadavkami na výrobu potravín a súčasne s blížiacim sa vyčerpaním fosílnych zdrojov energie nemožno už hodnotiť úspešnosť rastlinnej výroby len na základe výšky a stability dosahovaných úrod, ale je potrebné brať do úvahy aj množstvo energie, ktoré na získanie týchto úrod bolo vynaložené a ktoré sa úrodou získalo.

V tomto zmysle sme urobili energetickú analýzu výroby nadzemnej trávnej biomasy troch typov trávnych porastov v rôznych podmienkach výživy, s cieľom optimalizovať prateľníckych opatrenia, predovšetkým hnojenie a prísev.

Preininger (1987) charakterizuje energetické výrobné vstupy (spotrebu energie) ako súbor všetkých

miešanky bezorbovou sejačkou SE-2-024 priamo do mačiny na jar 1992. Na treťom bloku bola realizovaná radikálna obnova pôvodného porastu orbou (jeseň 1991) a následná seja (jar 1992) ďatelino-trávnej miešanky s rovnakým výsevom a zložením ako v prípade PTP:

<i>Festuca arundinacea</i>		
x <i>Lolium multiflorum</i>	hybrid Felina	12 kg.ha ⁻¹
<i>Lolium perenne</i>	odroda Metropol	8 kg.ha ⁻¹
<i>Dactylis glomerata</i>	odroda Rela	4 kg.ha ⁻¹
<i>Trifolium pratense</i>	odroda Sigord	3 kg.ha ⁻¹
<i>Trifolium repens</i>	odroda Huia	2 kg.ha ⁻¹

Všetky tri bloky mali rovnaké varianty minerálnej výživy (usporiadané náhodne v štyroch opakovaníach) a zhodný spôsob delenia dusíka k jednotlivým kosbám a boli na nich použité rovnaké formy priemyselných hnojív:

Variant	Počet kosieb	Dávka čistých živín (kg.ha ⁻¹)			Termín aplikácie N		
		P	K	N	na jar	po 1. kosbe	po 2. kosbe
1	3	–	–	–	–	–	–
2	3	30	60	–	–	–	–
3	3	30	60	90	30	30	30
4	3	30	60	180	60	60	60

energií spotrebovaných vo výrobnom procese a prechádzajúcich s určitou účinnosťou do konečného výrobku. Nozdrovický et al. (1990) uvádzajú, že z energetického hľadiska pri výbere určitej plodiny by mala byť najskôr zhodnotená jej energetická účinnosť. Na základe toho je potom možné optimalizovať technologický postup jej pestovania.

MATERIÁL A METÓDA

Experimentálne sledovania sme realizovali v rokoch 1992 až 1994 na poloprirodných trávnych porastoch ŠM Nitrianske Pravno (Strážovské vrchy, geografická jednotka Malá Magura, lokalita Chvojnic). Záujmové územie pokusného stanovišťa leží v nadmorskej výške 600 m n. m., so zemepisnou šírkou 48° 53' a zemepisnou dĺžkou 18° 34'. Svahovitost terénu sa pohybuje v rozpätí 12 až 28°.

Stanovište patrí klimaticky do oblasti mierne teplej, do podoblasti mierne suchej s prevažne chladnou zimou. Podľa dlhodobých meraní priemerná ročná teplota vzduchu tu dosahuje 7,4 °C, za vegetačné obdobie 11,1 °C. Dlhodobý priemer celoročného úhrnu zrážok je 848 mm, za vegetačné obdobie 431 mm.

Pokus bol založený blokovou metódou v troch blokoch: Blok 1 predstavuje trvalý trávny porast (TTP), blok 2 prisiaty trávny porast (PTP) a blok 3 dočasný trávny porast (DTP). TTP predstavuje pôvodný poloprirodný trávny porast z fytoecologického hľadiska identifikovaný ako asociácia *Lolio-Cynosuretum cristati* R. Tx. 1937. V rámci bloku PTP (pôvodne rovnaká asociácia ako TTP) bol urobený prísev ďatelino-trávnej

Porasty sa kosili lištovým žacím mechanizmom trikrát počas vegetačného obdobia:

1. kosba – v rastovej fáze začiatok metania (klasenia) prevládajúcich druhov tráv (v poslednej dekáde mája);
2. kosba – približne 4 až 5 týždňov po 1. kosbe (v 3. dekáde júna až v 1. dekáde júla);
3. kosba – 6 až 8 týždňov po 2. kosbe (v 1. dekáde septembra).

Na každej zbieranej parcelke (1,2 x 10 m) sa určila úroda trávneho porastu vážením a v odobratej vzorke o hmotnosti 0,5 kg sa laboratórne stanovila sušina, čo umožnilo prepočítať následne produkciu sušiny v t.ha⁻¹.

Energetickú analýzu jednotlivých typov trávnych porastov sme uskutočnili na základe bilancie priamych a nepriamych energetických vstupov do procesu výroby objemového krmu z trávnych porastov a energetických výstupov z tohto procesu. Hmotné vstupy a výstupy sme vyjadrili v energetických jednotkách na jednotku plochy (GJ.ha⁻¹). Sledovali sme tieto vstupné údaje:

- príprava pôdy (hlboká jeseňná orba, smykovanie, bránenie, použitie kultivátorov);
- seja ďatelino-trávnej miešanky a kultivácia po seje;
- prísev bezorbovou sejačkou;
- množstvo použitého osiva;
- použitie priemyselných hnojív;
- rozmetanie priemyselných hnojív;
- kosenie, obracanie a zhŕňanie trávnej hmoty;
- zber sena, poľnohospodárska doprava a spotreba živých práce.

Energetické výstupy u sledovaných trávnych porastov predstavujú hospodársku úrodu sušiny (t.ha⁻¹), ktorú sme prepočítali na energetické jednotky (GJ.ha⁻¹).

Prepočet vstupov a výstupov materiálov a hmôt na ich energetické ekvivalenty, ako aj výpočet energetickej bilancie sme vykonali podľa publikovaných metód (Čislák, 1990; Preininger, 1987; Podoba et al., 1986).

Na základe získaných vstupných a výstupných energetických hodnôt výrobného procesu sme urobili energetickú bilanciáciu a charakterizovali efektívnosť transformácií energie pomocou týchto ukazovateľov:

Energetický zisk = produkcia energie – vklad energie (GJ.ha⁻¹)

$$\text{Energetická účinnosť} = \frac{\text{produkcia energie (GJ.ha}^{-1}\text{)}}{\text{vklad energie (GJ.ha}^{-1}\text{)}}$$

$$\text{Racionálne využitie vkladu energie} = \frac{\text{energetický zisk (GJ.ha}^{-1}\text{)}}{\text{produkcia energie (GJ.ha}^{-1}\text{)}} \cdot 100 (\%)$$

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Cieľom energetickej analýzy bolo stanoviť optimálny režim obhospodarovania trávnych porastov v rôznych podmienkach minerálnej výživy a rôznych technológiách ich obnovy pri čo najefektívnejšom využití energetických vkladov (dodatkov energie).

Najnižšiu úroveň energetických vstupov (tab. I) sme zistili pri nehnojenom TTP (5,472 GJ.ha⁻¹) a najvyššiu pri DTP hnojenom najvyššou dávkou N + PK (23,652 GJ.ha⁻¹). Je tu zrejmý trend nárastu vstupnej energie v smere od variantu 1 k variantu 4, so zvyšujúcou sa dávkou priemerných hnojív a zároveň aj nárastu vstupnej energie v smere od TTP k DTP (v rámci toho istého variantu), t.j. so vzrastajúcim počtom technologických operácií v dôsledku bezorbóvneho, resp. radikálneho prísevu. Pritom vplyv hnojenia na energiu vstupov je ďaleko výraznejší ako vplyv prísevu (tab. II). Čislák (1990) zistil, že najväčší podiel na energetických vstupoch pri plodinách pestovaných bez závlah mali priemerné hnojivá, s výnimkou lucerny sietej a extenzívne využívaných lúk a pasienkov.

Hodnota dosiahnutých energetických výstupov u trávnych porastov kopíruje tendenciu zvyšovania úrody su-

šiny v dôsledku hnojenia (variant 1 až 4), resp. zlepšenia porastu jeho prísevom (TTP až DTP). Najnižšia produkcia energie bola dosiahnutá na TTP na nehnojenom variante (58,91 GJ.ha⁻¹), kde bola dosiahnutá aj najnižšia úroda sušiny (3,74 t.ha⁻¹), najvyššia potom u DTP na variante 4 (157,82 GJ.ha⁻¹) pri najvyššej úrode sušiny (10,02 t.ha⁻¹) (tab. I). Phipps et al. (1976) analyzovali hodnotu výstupnej energie a zistili, že kukurica na siláž produkuje 103 GJ.ha⁻¹ a trávny porast 92,7 GJ.ha⁻¹. Ďalej zistili, že intenzívne lúky a pasienky vyžadujú väčší input energie na 1 ha ako silážna kukurica, pričom v oboch prípadoch boli hlavným energetickým komponentom priemerné hnojivá.

Pri posudzovaní energetického zisku zisťujeme, že sa v dôsledku hnojenia jednoznačne zvyšuje, pričom hnojenie má opäť výrazne silnejší účinok ako zlepšenie porastu prísevom. Zatiaľ čo u dusíkom nehnojených variantov (1, 2) bol najvyšší energetický zisk na PTP, na variantoch (3, 4) hnojených dusíkom sa dosiahol najvyšší energetický zisk pri DTP.

Opačnú tendenciu sledujeme u ukazovateľa energetickej účinnosti, podľa ktorého najefektívnejšie pracujú pri transformácii energie nehnojené porasty (variant 1), resp. porasty hnojené len PK (variant 2) v porovnaní s porastami intenzívne hnojenými dusíkom (variant 3, 4), u ktorých energetická účinnosť nadobúda hodnoty 6 až 8 oproti 10 až 15 u nehnojených porastov (tab. I). Čo sa týka vplyvu prísevu, u porastov nehnojených dusíkom je z hľadiska energetickej účinnosti najefektívnejší PTP, u porastov hnojených dusíkom sa energetická účinnosť zvyšuje v smere od TTP k DTP. Podobne ako u predchádzajúcich ukazovateľov, aj v tomto prípade je faktor hnojenia omnoho účinnejší ako prísev. Repka, Danko (1991) udávajú výstupnú hodnotu energie v nadzemnej biomase pri veľkovýrobných technológiách v rozsahu 40,35 GJ.ha⁻¹ (zelenina) až 195,85 GJ.ha⁻¹ (cukrová repa). Koeficient energetickej efektívnosti bol najnižší pri zelenine (1,41) a najvyšší pri lucerne sietej (8,46). Z pohľadu čistého zisku energie je najefektívnejšou plodinou cukrová repa (160,6 GJ.ha⁻¹), o niečo menší je zisk energie pri pšenici letnej (152,4 GJ.ha⁻¹) a kukurici na zrno (120,5 GJ.ha⁻¹). Ciglar et al. (1992) zistili najväčší energetický zisk

I. Ukazovatele energetickej efektívnosti jednotlivých typov trávnych porastov podľa variantov hnojenia – Indicators of energy efficiency of different types of grasslands according to the variants of fertilization

Ukazovateľ ¹	Variant ²											
	1			2			3			4		
	TTP	PTP	DTP	TTP	PTP	DTP	TTP	PTP	DTP	TTP	PTP	DTP
Úroda sušiny ³ (t.ha ⁻¹)	3,74	5,60	4,94	4,91	5,66	5,35	6,86	7,40	8,29	7,72	9,47	10,02
Vstupy energie ⁴ (GJ.ha ⁻¹)	5,47	5,96	6,70	7,41	7,90	8,64	15,20	15,69	16,43	22,42	22,91	23,65
Výstup energie ⁵ (GJ.ha ⁻¹)	58,91	88,20	77,81	77,33	89,15	84,26	108,05	116,55	130,57	121,59	149,15	157,82
Energetický zisk ⁶ (GJ.ha ⁻¹)	53,44	82,24	71,11	69,92	81,25	75,62	92,85	100,86	114,14	99,17	126,24	134,17
Energetická účinnosť ⁷	10,76	14,80	11,61	10,43	11,28	9,75	7,11	7,43	7,95	5,42	6,51	6,67
Racionálnosť využitia energie ⁸ (%)	90,71	93,24	91,39	90,42	91,14	89,75	85,93	86,54	87,42	81,56	84,64	85,01

¹indicator, ²variant, ³dry matter yield, ⁴energy inputs, ⁵energy output, ⁶energy profit, ⁷energy efficiency, ⁸rationality of energy utilization

II. Podiel jednotlivých vstupov energie z celkovej energie vstupujúcej do výrobného procesu ($\text{GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$) – Percentage of different energy inputs of the total energy entering the production process ($\text{GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$)

Ukazovateľ ¹	Variant ²											
	1			2			3			4		
	TTP	PTP	DTP	TTP	PTP	DTP	TTP	PTP	DTP	TTP	PTP	DTP
Vstupy energie ³	5,472	5,961	6,702	7,414	7,903	8,644	15,204	15,693	16,434	22,422	22,911	23,652
%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Prísev ⁴	–	0,335	0,825	–	0,335	0,825	–	0,335	0,825	–	0,335	0,825
%	–	5,6	12,3	–	4,2	9,5	–	2,1	5	–	1,5	3,5
Hnojivá a ich aplikácia ⁵	–	–	–	1,942	1,942	1,942	9,732	9,732	9,732	16,95	16,95	16,95
%	–	–	–	26,2	24,6	22,5	64	62	59,2	75,6	74	71,6
Kosenie a zber ⁶	3,447	3,447	3,447	3,447	3,447	3,447	3,447	3,447	3,447	3,447	3,447	3,447
%	63	57,8	51,4	46,5	43,6	39,9	22,7	22	21	15,4	15	14,6
Poľnohospodárska doprava ⁷	1,325	1,429	1,6	1,325	1,429	1,6	1,325	1,429	1,6	1,325	1,429	1,6
%	24,2	24	23,9	17,9	18,1	18,5	8,7	9,1	9,7	5,9	6,2	6,8
Spotreba živej práce ⁸	0,7	0,75	0,83	0,7	0,75	0,83	0,7	0,75	0,83	0,7	0,75	0,83
%	12,8	12,6	12,4	9,4	9,5	9,6	4,6	4,8	5,1	3,1	3,3	3,5

¹indicator, ²variant, ³energy inputs, ⁴reseeding, ⁵fertilizers and their application, ⁶cutting and picking, ⁷agricultural transportation, ⁸consumption of live labour

III. Bilancia brutto energie hlavného produktu jednotlivých plodín pri konvenčnom systéme pestovania (priemer rokov 1991 až 1993) – Balance of gross energy of main product of different crops in conventional system of cultivation (average for the years 1991 to 1993)

Ukazovateľ ¹		Plodina ²						
		ozimná pšenica ⁹	jarný jačmeň ¹⁰	kukurica na zrn ¹¹	kukurica na siláž ¹²	bôb s podsevom lucerny ¹³	lucerna siata 2. rok ¹⁴	cukrová repa ¹⁵
Úroda sušiny ³	($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$)	5,03	5,26	5,14	11,74	4,68	10,41	10,26
Vstupy energie ⁴	($\text{GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$)	17,40	14,03	39,10	39,27	27,42	10,43	48,60
Výstup energie ⁵	($\text{GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$)	87,97	91,84	93,09	183,61	73,48	158,65	173,50
Energetický zisk ⁶	($\text{GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$)	70,57	77,81	53,99	144,34	46,06	148,22	124,90
Energetická účinnosť ⁷		5,06	6,55	2,38	4,68	2,68	15,21	3,57
Racionálnosť využitia energie ⁸ (%)		80,22	84,72	58,00	78,61	62,68	93,43	72,00

¹indicator, ²crop, ³dry matter yield, ⁴energy inputs, ⁵energy output, ⁶energy profit, ⁷energy efficiency, ⁸rationality of energy utilization, ⁹winter wheat, ¹⁰spring barley, ¹¹grain maize, ¹²silage maize, ¹³faba bean with alfalfa undersown, ¹⁴alfalfa 2nd year, ¹⁵sugar beet

v priemere za dva roky v konvenčnej sústave hospodárenia pri lucerne sietej pestovanej druhý rok ($426,3 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$) a najnižší pri bôbe s podsevom lucernej (261,89 $\text{GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Racionálnosť využitia vlozenej energie má podobný charakter ako energetická účinnosť, a to z hľadiska hodnoty a z pohľadu vplyvu prísevu (tab. I).

Na porovnanie energetickej bilancie a efektívnosti transformácie energie pri sledovaných trávnych porastoch s niektorými hlavnými plodinami, pestovanými na ornej pôde, uvádzame výsledky (Cigliar et al., 1992), dosiahnuté na základe rovnakého metodického postupu pri konvenčnom systéme pestovania týchto plodín (tab. III). Z uvedeného porovnania vyplýva, že pri trávnych porastoch, zvlášť na variantoch hnojených dusíkom, dosahujeme produkciu energie a energetický zisk porovnateľný s väčšinou hlavných plodín ornej pôdy pri lepšej energetickej účinnosti a racionálnosti využitia vlozenej energie (s výnimkou lucernej sietej v dru-

hom roku pestovania, ktorá v týchto parametroch vykazuje priaznivejšie výsledky).

Z hľadiska energetickej bilancie je zaujímavá tiež štruktúra energetických vstupov, ktorá charakterizuje kvantitatívne hierarchiu jednotlivých energetických vstupov z celkovej hodnoty energie vstupujúcej do výrobného procesu. Štruktúru vstupov energie znázorňuje tab. II, z ktorej vyplýva, že operácie spojené s prísevom (či už bezorbovou sejačkou alebo po radikálnej orbe porastu) nepredstavujú výraznejšiu energetickú položku a najmä na variantoch hnojených dusíkom sa ich podiel pohybuje v intervale 1,5 až 5,0 % z celkovej energie vstupujúcej do výrobného procesu. Pri nehojenom poraste (variant 1) a poraste hnojenom len PK (variant 2) je tento podiel samozrejme o niečo vyšší (4,2 až 12,3 %).

Naopak, hnojenie priemyselnými hnojivami (zahŕňa v sebe energetickú hodnotu hnojív a tiež energiu potrebnú na ich aplikáciu – rozmetanie), zvlášť dusíkatý-

IV. Podiel priemyselných hnojív na celkovej energii vstupov u jednotlivých typov trávnych porastov a variantov hnojenia ($\text{GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$) – Percentage of fertilizers in the total energy inputs in different types of grasslands and fertilization variants ($\text{GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$)

Ukazovateľ ¹	Variant ²											
	1			2			3			4		
	TTP	PTP	DTP	TTP	PTP	DTP	TTP	PTP	DTP	TTP	PTP	DTP
Dusíkaté hnojivá ³	–	–	–	–	–	–	7,218	7,218	7,218	14,436	14,436	14,436
%	–	–	–	–	–	–	47,5	46	43,9	64,4	63	61
Fosforečné hnojivá ⁴	–	–	–	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
%	–	–	–	12,9	12,1	11,1	6,3	6,1	5,8	4,3	4,2	4,1
Draselné hnojivá ⁵	–	–	–	0,696	0,696	0,696	0,696	0,696	0,696	0,696	0,696	0,696
%	–	–	–	9,4	8,8	8,1	4,6	4,4	4,2	3,1	3	2,9
NPK hnojivá spolu ⁶	–	–	–	1,656	1,656	1,656	8,874	8,874	8,874	16,092	16,092	16,092
%	–	–	–	22,3	21	19,2	58,4	56,5	54	71,8	70,2	68

¹indicator, ²variant, ³nitrogen fertilizers, ⁴phosphorus fertilizers, ⁵potassium fertilizers, ⁶NPK fertilizers in total

V. Vplyv hlavných faktorov na úroveň výstupnej energie (dvojfaktorová analýza rozptylu, priemer rokov 1992 až 1994) – The effect of main factors on the level of output energy (two-factor analysis of variance, average for the years 1992 to 1994)

Zdroj variability ¹	df	F	P
Porast ²	2	12,025	++
Hnojenie ³	3	65,53	++
Porast x hnojenie	6	1,561	–
Opakovanie ⁴	3	0,864	–
Rezíduum ⁵	39		

df = stupeň voľnosti – degree of freedom

F = vypočítaná F-hodnota – calculated F-value

P = preukaznosť – significance

¹source of variability, ²stand, ³fertilization, ⁴replication, ⁵residue

VI. Vplyv typu porastu a hnojenia na úroveň výstupnej energie ($\text{GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$); (Tukeyov test) – The effect of type of the stand and fertilization on the level of output energy ($\text{GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$); (Tukey test)

Porast ¹	x	Hnojenie ²	x
TTP	91,49 a	variant ³ 1	74,92 a
PTP	112,57 b	variant 2	83,59 a
DTP	110,74 b	variant 3	118,39 b
		variant 4	142,84 c

Rovnaké písmená pri priemerných hodnotách označujú nepreukazný rozdiel medzi úrovňami faktorov pri $P = 0,05$ – Identical letters at average values designate an insignificant difference between the levels of factors at $P = 0,05$

¹stand, ²fertilization, ³variant

mi hnojivami (variant 3 a 4), predstavuje podstatnú časť z celkovej vstupnej energie (59,2 až 64 % na variante 3 a 71,6 až 75,6 % na variante 4 v závislosti od typu porastu). Na variante hnojenom len PK tento podiel klesá na 22,5 až 26,2 %. Na nehnojenom variante je situácia odlišná v tom smere, že najväčší podiel z celkovej energie vstupov je reprezentovaný operáciami spojenými s kosením, obracím, zhrňovaním a zberom sena, ktoré predstavujú 51,4 až 63,0 % (tab. II).

Čo sa týka jednotlivých druhov priemyselných hnojív, najvyšší podiel na energetických vstupoch majú dusíkaté hnojivá (43,9 až 64,4 % v závislosti od variantov a typov porastov), na druhom mieste sú fosforečné hnojivá s podstatne menším podielom (4,2 až 12,9 %) a najmenej sa na energetických vstupoch podieľajú draselné hnojivá (2,9 až 9,4 %), ako uvádza tab. IV. Číslo 1 (1990) získal podobné údaje, na základe ktorých tvrdí, že v rámci priemyselných hnojív najväčší podiel na energetických vstupoch tvorí dusík vďaka jeho vysokej energetickej náročnosti pri výrobe. Fosfor a draslík v porovnaní s dusíkom netvorili veľkú energetickú položku.

Základné štatistické hodnotenie vplyvu typu porastu a úrovne hnojenia na hodnotu výstupnej energie je uvedené v tab. V a VI.

ZÁVER

Na základe energetickej analýzy odporúčame prísiev ako prátotechnické opatrenie na zlepšenie trávneho porastu z hľadiska jeho úrody i floristického zloženia, pretože operácie spojené s realizáciou prísievu nie sú relatívne energeticky náročné a v jeho dôsledku dochá-

dza k zvýšeniu úrody sušiny a produkcie väčšieho energetického zisku. V oveľa väčšej miere na tvorbu úrody sušiny a energetického zisku však pôsobí hnojenie, najmä dusíkom.

V praktickej prateľníke odporúčame využiť kombináciu vplyvu obidvoch týchto faktorov (prísev, hnojenie), pričom však nie je možné všeobecne jednoznačne určiť ich optimálnu kombináciu, pretože závisí od daných stanovištných podmienok a floristického zloženia porastu. Z tohto hľadiska na ťažko dostupných, extenzívnych stanovištiach, avšak s relatívne dobrým floristickým zložením porastu, je možné realizovať produkciu trávnej hmoty bez hnojenia pri relatívne nižšom energetickom zisku, ale vysokej energetickej účinnosti a racionálnosti využitia vlozenej energie (variant 1). Pri horšom až nepriaznivom floristickom zložení porastov na extenzívnych a prístupných stanovištiach odporúčame ako efektívne opatrenie prísev bezorbovou sejačkou.

V prípade optimálnych stanovištných podmienok a dostatočnej hĺbky pôdneho profilu v intenzívnych podmienkach je efektívne pre botanické zlepšenie porastu, resp. pre zvýšenie úrody a energetického zisku vykonať prísev vhodných kultúrnych druhov v kombinácii s odpovedajúcim hnojením dusíkom. Z hľadiska širších ekonomicko-ekologických súvislostí odporúčame skôr dávku dusíka na úrovni $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (+ PK) než dávku $180 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (+ PK), ktorá prichádza do úvahy len v najintenzívnejších podmienkach.

Čo sa týka formy prísevu, rozhodnutie o tom, či zvoliť bezorbový prísev, alebo radikálny po predchádzajúcej orbe, bude závisieť hlavne od fyzikálno-mechanických vlastností pôdy, najmä od hĺbky orateľnej vrstvy a obsahu skeletu v nej, pričom súčasne treba brať do úvahy fakt, že radikálna obnova je energeticky

takmer trojnásobne náročnejšia ako prísev bezorbovou sejačkou.

V celom procese výroby trávnej hmoty (vo forme sena) majú z energetického hľadiska dominantné postavenie priemyselne hnojivá (v rámci nich najmä dusíkaté) a celá operácia hnojenia (hnojivá + ich aplikácia), ktorá pri intenzívne hnojených porastoch (variant 3, 4) predstavuje najväčší podiel z celkových energetických vstupov (60 až 70 %).

LITERATÚRA

- CIGLAR, J. et al.: Energetická analýza produkčného procesu plodín v osevnom postupe pri rôznych sústavách hospodárenia na pôde. In: Ekologické princípy hospodárenia vo vybraných agrosystémoch Slovenska, Nitra, VŠP 1992: 57–64.
- ČISLÁK, V.: Energetická efektívnosť poľnohospodárskych sústav. Bratislava, Veda 1990. 152 s.
- NOZDROVICKÝ, L. et al.: Vplyv technologických postupov na energetickú účinnosť pestovania kukurice na zrno. In: Zbor. Ref. odb. Semin. Nitra, VŠP 1990: 121–125.
- PHIPPS, R. H. et al.: A comparison of the energy output/input relationship for forage maize and grass leys on the dairy farm. *Agric. and Envir.*, 1976 (3): 15–20.
- PODOBA, J. – MASÁR, S. – BEDNÁR, M.: Metodika pre výpočet organickej hmoty v pôde. Piešťany, VÚRV 1986. 7 s.
- PREININGER, M.: Energetické hodnotenie výrobných procesů v rostlinné výrobě. *Met. Závad. Výsl. Výzk. Praxe*, 1987. 29 s.
- REPKA, J. – DANKO, J.: Energetická efektívnosť pestovania plodín pri veľkovýrobných technológiách. *Rostl. Výr.*, 37, 1991 (9–10): 745–752.

Došlo 16. 7. 1996

Kontaktná adresa:

Ing. Pavol Slamka, Vysoká škola poľnohospodárska, A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 087/601, fax: 087/41 14 51

OBSAH OLEJE A JEDNOTLIVÝCH MASTNÝCH KYSELIN U NĚKTERÝCH DRUHŮ ALTERNATIVNÍCH OLEJNIN

CONTENT OF OIL AND INDIVIDUAL FATTY ACIDS IN SOME SPECIES OF ALTERNATIVE OIL-BEARING CROPS

Z. Stražil

Research Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně, Czech Republic

ABSTRACT: In three-year period (1993 to 1995) at the Research Institute of Crop Production Praha-Ruzyně selected species of alternative oil crops were cultivated in field trials and subsequently tested and analysed for oil content and composition of different fatty acids. Different varieties of individual crops were tested on three different sites and under three degrees of N fertilization. During the investigated period the following minimum and maximum values of oil content in seeds of different crops were recorded: *Camelina sativa* 32.1 to 45.7%, *Carthamus tinctorius* 18.3 to 26.9%, *Crambe abyssinica* 23.3 to 39.1%, *Cannabis sativa* 32.3 to 40.7%, *Coriandrum sativum* 7.6 to 23.3%. In addition, the following average values of dominant fatty acids (as a percentage of the total content of fatty acids) were found for the investigated period in different crops: *Camelina sativa* 37% of linolenic acid, *Carthamus tinctorius* 77.8% of linoleic acid, *Crambe abyssinica* 57.4% of erucic acid, *Cannabis sativa* 56.5% of linoleic acid, *Coriandrum sativum* 79.6% of oleic acid. Analysis of variance in double classification was used to evaluate the effect of the applied N fertilization and sites on the oil content in seeds of the crops under study. Statistical significant effect on the oil content was found in none of the studied crops neither in site, nor in N fertilization.

alternative oil crops; oil content; qualitative composition

ABSTRAKT: V tříletém období (1993 až 1995) byly ve VÚRV Praha-Ruzyně v polních pokusech pěstovány a následně testovány a analyzovány na olejnatost a složení jednotlivých mastných kyselin vybrané druhy alternativních olejnin. Různé odrůdy jednotlivých plodin byly zkoušeny na třech odlišných stanovištích a při třech stupních hnojení N. Během sledovaného období byly zjištěny u jednotlivých plodin tyto minimální a maximální hodnoty obsahu oleje v semenech: *Camelina sativa* 32,1 až 45,7 %, *Carthamus tinctorius* 18,3 až 26,9 %, *Crambe abyssinica* 23,3 až 39,1 %, *Cannabis sativa* 32,3 až 40,7 %, *Coriandrum sativum* 7,6 až 23,3 %. Dále byly za sledované období u jednotlivých plodin zjištěny tyto průměrné hodnoty převažujících mastných kyselin (jako procento z celkového obsahu mastných kyselin): *Camelina sativa* 37 % kyseliny linolenové, *Carthamus tinctorius* 77,8 % kyseliny linolové, *Crambe abyssinica* 57,4 % kyseliny erukové, *Cannabis sativa* 56,5 % kyseliny linolové, *Coriandrum sativum* 79,6 % kyseliny olejové. Analýzou variance při dvojnásobném třídění byl hodnocen vliv použitého hnojení N a stanoviště na obsah oleje v semenech sledovaných plodin. Ani u jedné ze sledovaných plodin nebyl zjištěn statisticky průkazný vliv stanoviště ani hnojení N na obsah oleje v semenech.

alternativní olejliny; olejnatost; kvalitativní složení

ÚVOD

Trend celosvětové výroby olejnin je poznamenán značnými výkyvy s jejich následným efektem na trhu. To je také jeden z důvodů, který nutí vyspělé země, doposud odkázané na dovoz tuků, k maximální soběstačnosti v dané oblasti. Je to patrné z rozvoje programů výroby olejnin ve státech západní Evropy (SRN, Francie, Velká Británie apod.). Také u nás se ověřují nové netradiční olejliny a možnosti jejich uplatnění (Fábry, 1990). Zájem o nové suroviny vyplývá nejen z uvedených důvodů, ale také z poklesu ploch zemědělské půdy určené pro potravinové využití. Oleochemický průmysl bude mít zájem o ty plodiny, které budou mít vysoký obsah kvalitních olejů. Obsah tuku

v semenech a jeho kvalita závisejí na velkém množství faktorů, jako jsou klimatické a půdní podmínky, odrůdové vlastnosti, agrotechnika apod. Tento příspěvek shrnuje tříleté výsledky výzkumu některých netradičních olejnin.

MATERIÁL A METODA

V polních pokusech byly ověřovány tyto druhy: Lnička setá, *Camelina sativa* L. (jarní i ozimé formy); odrůdy: Soleda, Lindo, Wiledo a odrůda ze SRN (neudána)
Světlice barvířská, *Carthamus tinctorius* L.; odrůdy Sironaria, Gila, CV-74

Katrán habešský (krambe), *Crambe abyssinica* Hochst.

Konopí seté, *Cannabis sativa* L.; odrůda: Rastislavické

Koriandr setý, *Coriandrum sativum* L.; odrůdy: Hrubčický a osivo původem z SRN (odrůda neudána)

Polní parcelkové pokusy s uvedenými rostlinami byly založeny na třech odlišných stanovištích v období 1993 až 1995. Charakteristika jednotlivých stanovišť je uvedena v tab. I a II, průběh počasí za sledované období na obr. 1 až 3. Polní pokusy probíhaly ve třech opakováních na parcelkách o velikosti 5 x 2,5 m². Předplodinou na všech stanovištích po celé sledované období byla vždy obilnina, buď jarní ječmen, nebo ozimá pšenice. Každoročně se na všech stanovištích na podzim hnojilo 60 kg P₂O₅.ha⁻¹ v superfosfátu a 60 kg K₂O.ha⁻¹ v draselné soli na celém pokusném pozemku. Dávky hnojení N v průmyslových hnojivech pro všechny plodiny byly: N₁ = 0 kg.ha⁻¹, N₂ = 40 kg.ha⁻¹ [20 kg před setím v síranu amonném (SA), 20 kg počátkem kvetení v ledku amonném s vápencem (LAV)], N₃ = 80 kg.ha⁻¹ (40 kg před setím v SA, 40 kg počát-

kem kvetení v LAV). Pouze u konopí byly aplikovány vyšší dávky N₂ = 60 kg.ha⁻¹, N₃ = 120 kg.ha⁻¹.

Pro stanovení olejnatosti a obsahu jednotlivých mastných kyselin byly vybrány varianty N₁ a N₃ jako směsné vzorky ze všech tří opakování. Rozbor provedla laboratoř Katedry rostlinné výroby ČZU v Praze. Olejnatost byla stanovena Soxhletovou metodou, rozbor mastných kyselin metodou plynové chromatografie ve formě metylesteru.

Osivo sledovaných rostlin bylo získáno z těchto zdrojů: SRN – Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung Braunschweig, Univerzita Stuttgart-Hohenheim, Česká zemědělská univerzita Praha, Výzkumný ústav pícninářský Troubsko, obchodní síť. Osivo bylo vyséváno v běžných agrotechnických termínech pro jednotlivé plodiny na doporučené počty vzešlých rostlin. Ostatní agrotechnická opatření byla prováděna podle běžných postupů. Během vegetace byly sledovány fenofáze, stupeň napadení porostů škůdci a chorobami a stupeň zaplevelení. Sklizeň všech plodin kromě konopí byla provedena maloparcelkovým kombajnem. Konopí se sklízelo ručně.

I. Stanovištní podmínky – Site conditions

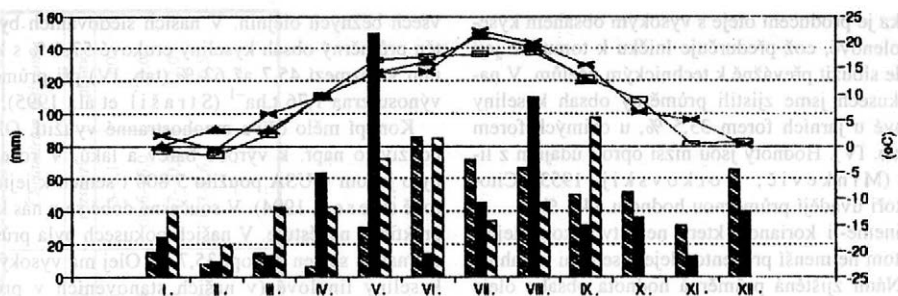
Údaje ¹	Pokusné místo ²		
	Troubsko u Brna	Praha-Ruzyně	Lukavec u Pacova
Zeměpisná šířka ³	49° 12'	50° 04'	49° 37'
Zeměpisná délka ⁴	16° 37'	14° 26'	15° 03'
Nadmožská výška ⁵ (m n. m.)	270	350	620
Výrobní subtyp ⁶	hlinitá ¹³	jílovito-hlinitá ¹⁴	písčito-hlinitá ¹⁵
Půdní druh ⁷	degradovaná černozem ¹⁶	hnědozem ¹⁷	hnědá půda ¹⁸
Průměrná roční teplota ⁸ (°C)	8,4	7,7	6,8
Průměrný roční úhrn srážek ⁹ (mm)	547	517	686
Agrochemické vlastnosti orníční vrstvy ¹⁰ :			
Obsah humusu ¹¹ (%)	2,6	2,6	1,5
pH (KCl)	6,0	6,5	5,1
P (Egner, mg.100 g ⁻¹ půdy ¹²)	10,0	8,6	5,3
K (Schachtschabel, mg.100 g ⁻¹ půdy)	17,9	12,5	10,8

¹data, ²experimental site, ³latitude, ⁴longitude, ⁵altitude, ⁶production subtype, ⁷soil texture, ⁸average annual temperature, ⁹average annual sum of precipitation, ¹⁰agrochemical properties of topsoil layer, ¹¹humus content, ¹²of soil, ¹³loam, ¹⁴clay loam, ¹⁵sandy loam, ¹⁶degraded chernozem, ¹⁷luvisol, ¹⁸cambisol

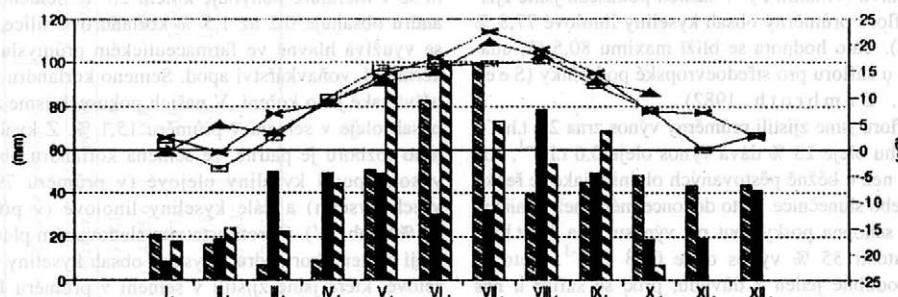
II. Dlouhodobé úhrny srážek a teplot na sledovaných stanovištích – Long-time sums of precipitation and temperatures on the investigated sites

	Stanoviště ¹	Období ²											
		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Srážky ³	Troubsko u Brna				37	57	70	77	63	42	46		
	Praha-Ruzyně	26	25	31	43	58	69	76	70	46	39	31	31
	Lukavec u Pacova	42	34	40	48	66	75	88	86	50	50	40	38
Teploty ⁴	Troubsko u Brna				8,5	13,8	16,7	18,4	17,4	13,8	8,6		
	Praha-Ruzyně	-1,0	0,0	3,9	8,5	14,0	17,0	18,9	17,7	13,9	8,5	5,8	0,3
	Lukavec u Pacova	-1,0	-1,8	2,0	6,6	12,1	15,0	16,7	15,8	12,2	6,8	1,6	-1,7

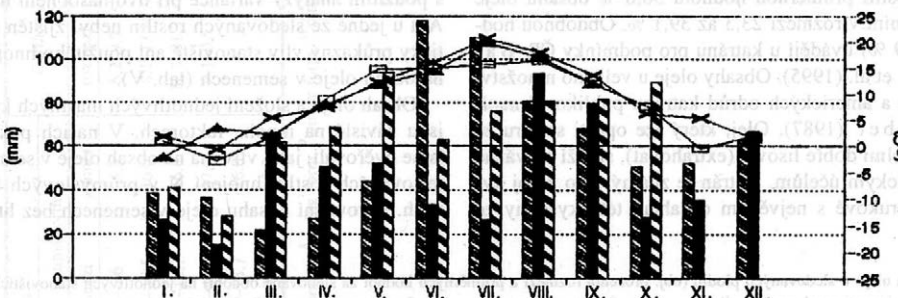
¹site, ²period, ³precipitation, ⁴temperatures



1. Srážky a teploty – Precipitation and temperatures (Troubsko u Brna, 1993-1995)



2. Srážky a teploty – Precipitation and temperatures (Praha-Ruzyně, 1993-1995)



3. Srážky a teploty – Precipitation and temperatures (Lukavec u Pacova, 1993-1995)

VÝSLEDKY A DISKUSE

Výsledky našich sledování udávají tab. III a IV, přičemž v tab. III jsou uvedeny minimální, maximální a průměrné obsahy oleje u sledovaných plodin na jednotlivých stanovištích. Vysoké procento oleje bylo zjištěno u lníčky (v průměru 40,6 %) s kolísáním v rozmezí 35,1 až 42,2 % v závislosti na odrůdě, agrotechnických

opatřeních, půdně-klimatických podmínkách apod. Obsah oleje je mnohem vyšší, než udávají např. Baranyk et al. (1995), kteří v průměru let 1991 až 1993 zjistili u lníčky průměrnou olejnatost 31,1 %. Pro střední Evropu uvádějí Seehuber, Dambroth (1982) obsah oleje v semenech lníčky v rozmezí 33 až 41 %. Naše průměrné hodnoty se blíží maximálním hodnotám uváděným německými autory.

Lnička je producent oleje s vysokým obsahem kyseliny linolenové, což předurčuje lničku k tomu, že její olej bude sloužit převážně k technickým účelům. V našich pokusech jsme zjistili průměrný obsah kyseliny linolenové u jarních forem 35,5 %, u ozimých forem 37 % (tab. IV). Hodnoty jsou nižší oproti údajům z literatury (Minkevič, Borkovskij, 1953). Citování autoři uvádějí průměrnou hodnotu 44,8 %.

Pomineme-li koriandr, který není typickou olejninou, potom nejmenší procento oleje v semeni obsahuje saflor. Námí zjištěná průměrná hodnota obsahu oleje byla 23 % s kolísáním od 18,3 do 26,9 % (tab. III). Pro střední Evropu je v literatuře uváděn u safloru obsah oleje v rozmezí 17 až 50 %. Saflor dává olej s vysokým obsahem kyseliny linolové, která se doporučuje pro lidskou výživu (vitamin F). V našich pokusech jsme zjistili u safloru průměrný obsah kyseliny linolové 77,8 % (tab. IV). Tato hodnota se blíží maximu 80,5 %, udávanému u safloru pro středoevropské podmínky (Seehuber, Dambroth, 1982).

U safloru jsme zjistili průměrný výnos zrna 2,6 t.ha⁻¹. Při obsahu oleje 23 % dává výnos oleje 0,6 t.ha⁻¹, což je méně než u běžně pěstovaných olejnin, jako je řepka olejná nebo slunečnice. Je to dokonce méně než u lničky, která je schopna poskytnout při výnosu zrna 1,8 t.ha⁻¹ a olejnatosti 35 % výnos oleje 0,63 t.ha⁻¹. Toto je pravděpodobně jeden z důvodů, proč se saflor u nás pěstuje na velmi malé ploše.

U katránu habešského se uvádí v literatuře olejnatost pro celá semena (šešule) ve středoevropských podmínkách v rozmezí 25 až 50 %. V našich pokusech jsme zjistili průměrnou hodnotu 30,6 % obsahu oleje s kolísáním v rozmezí 23,3 až 39,1 %. Obdobnou hodnotu (29 %) uvádějí u katránu pro podmínky ČR Baranýk et al. (1995). Obsahy oleje u velkého množství ruských a amerických odrůd katránu publikoval např. Seehuber (1987). Olej, který lze oproti safloru ze šesulí velmi dobře lisovat (extrahovat), slouží převážně k technickým účelům. Katrán je známý jako zdroj kyseliny erukové s největším obsahem této kyseliny ze

všech běžných olejnin. V našich sledováních byl zjištěn průměrný obsah kyseliny erukové 57,4 % s kolísáním v rozmezí 45,7 až 62 % (tab. IV) při průměrném výnosu zrna 1,76 t.ha⁻¹ (Stražil et al., 1995).

Konopí mělo dříve mnohostranné využití. Oleje se používalo např. k výrobě barev a laků. V roce 1935 bylo jenom v USA použito 5 800 t semen k jejich výrobě (Herer, 1994). V současné době se u nás konopí prakticky nepěstuje. V našich pokusech byla průměrná olejnatost semen konopí 35,7 %. Olej má vysoký podíl kyseliny linolové (v našich stanoveních v průměru 56,5 %). Byl zjištěn i nezanedbatelný obsah kyseliny linolenové (v průměru 19,4 %) a kyseliny palmitové (v průměru 6,8 %) (tab. IV).

Koriandr není typická olejнина. Obsah oleje v semeni se v literatuře pohybuje kolem 20 %. Semeno koriandru obsahuje 0,2 až 1,5 % koriandrové silice, které se využívá hlavně ve farmaceutickém průmyslu, v liknéřnictví, voňavkářství apod. Semeno koriandru se využívá také jako koření. V našich pokusech jsme zjistili obsah oleje v semeni v průměru 15,1 %. Z kvalitativního rozboru je patrné, že semena koriandru obsahují vysoký podíl kyseliny olejové (v průměru 79,6 % všech kyselin) a dále kyseliny linolové (v průměru 12 %) (tab. IV). Oproti ostatním sledovaným plodinám mají semena koriandru i vysoký obsah kyseliny petroselinové, které jsme zjistili v semeni v průměru 1,3 %. Podrobněji se jednotlivými esenciálními složkami koriandrového oleje zabývali např. Frank et al. (1995).

Byl hodnocen vliv stupňovaného hnojení N a stanoviště na obsah oleje v semenech sledovaných plodin s použitím analýzy variance při dvojnásobném třídění. Ani u jedné ze sledovaných rostlin nebyl zjištěn statisticky průkazný vliv stanoviště ani použitého hnojení N na obsah oleje v semenech (tab. V).

Obsah oleje a složení jednotlivých mastných kyselin jsou závislé na mnoha faktorech. V našich pokusech jsme ověřovali, jaký vliv má na obsah oleje v semenech testovaných rostlin hnojení N v průmyslových hnoji-
vech. Porovnání obsahu oleje v semenech bez hnojení

III. Obsah oleje u sledovaných plodin (obj. procenta rozmezí a průměrných hodnot za sledované období) na jednotlivých stanovištích – Oil content in investigated crops (bulk percentage of range and average values for the studied period) on different sites

Plodina ¹	Stanoviště ²						průměr celkem ⁵
	Troubsko u Brna		Praha-Ruzyně		Lukavec u Pacova		
	rozmezí ³	průměr ⁴	rozmezí	průměr	rozmezí	průměr	
<i>Camelina sativa</i>							
jarní forma ⁶	35,1–43,7	39,2	39,7–41,3	40,4	38,6–45,7	42,2	40,6
ozimá forma ⁷	32,1–41,3	37,6	39,6–42,9	41,0	41,0–45,7	43,3	40,6
<i>Carthamus tinctorius</i>	18,3–26,4	22,4	20,4–26,9	23,6	–	–	23,0
<i>Crambe abyssinica</i>	23,3–28,8	26,1	23,4–39,1	31,7	31,1–36,1	34,0	30,6
<i>Cannabis sativa</i>	34,9–40,7	37,2	32,3–35,8	34,3	–	–	35,7
<i>Coriandrum sativum</i>	8,5–17,7	12,6	7,6–23,3	16,5	11,5–20,4	16,2	15,1

Průměr celkem = průměr všech měření za sledované období – Average in total = average of all measurements for the studied period

¹period, ²site, ³range, ⁴average, ⁵average in total, ⁶spring form, ⁷winter form

IV. Kolísání obsahu a průměrné hodnoty jednotlivých mastných kyselin za sledované období u jednotlivých plodin (hmotn. %) – Fluctuation of the content and average values of different fatty acids for the studied period in different crops (weight %)

Kyselina ¹	<i>Camelina sativa</i>				<i>Carthamus tinctorius</i>		<i>Crambe abyssinica</i>		<i>Cannabis sativa</i>		<i>Coriandrum sativum</i>	
	jarní forma ⁸		ozimá forma ⁹		rozmezí	průměr	rozmezí	průměr	rozmezí	průměr	rozmezí	průměr
	rozmezí ¹⁰	průměr ¹¹	rozmezí	průměr								
Palmitová ²	5,2–7,9	6,4	3,4–6,6	5,3	6,2–9,7	7,5	1,9–3,1	2,4	6,0–7,8	6,8	3,3–5,1	4,0
Olejoá ³	15,5–19,4	17,1	12,6–17,5	16,6	8,1–13,9	11,0	15,4–25,6	18,6	9,9–16,4	14,4	69,6–85,0	79,6
Linolová ⁴	16,3–20,9	16,4	14,8–18,7	16,8	71,3–81,3	77,8	8,3–12,0	10,0	54,4–61,5	56,5	9,7–20,3	12,0
Linolenová ⁵	28,4–40,0	35,5	30,3–43,0	37,0	0,1–0,5	0,3	4,3–7,8	5,9	15,6–24,6	19,4	0,3–0,6	0,5
Eikosenová ⁶	11,2–18,9	15,7	13,9–18,7	16,0	–	–	1,9–8,3	4,7	–	–	–	–
Eruková ⁷	1,9–5,7	3,6	2,0–3,9	2,9	–	–	45,7–62,0	57,4	–	–	–	–

¹acid, ²palmitic, ³oleic, ⁴linoleic, ⁵linolenic, ⁶eicosenic, ⁷erucic, ⁸spring form, ⁹winter form, ¹⁰range, ¹¹average

V. Průměrné četverce analýzy variance při dvojnásobném třídění pro stanovení vlivu stupňovaného hnojení N a stanovišť na obsah oleje v semenech sledovaných plodin – Average squares of analysis of variance at double classification for determination of the effect of graduated N fertilization and sites on the oil content in seeds of investigated crops

Zdroj proměnlivosti ¹	df	Camelina sativa		Carthamus tinctorius	Crambe abyssinica	Cannabis sativa	Coriandrum sativum
		jarní forma ⁵	ozimá forma ⁶				
Stanoviště ²	2	12,818	32,791	0,005	68,406	–	5,870
Hnojení ³	1	9,556	0,100	1,833	25,032	–	0,044
Reziduální ⁴	7	17,129	15,506	11,723	20,394	–	57,818

¹source of variability, ²site, ³fertilization, ⁴residual, ⁵spring form, ⁶winter form

VI. Porovnání obsahů olejů v semenech sledovaných plodin (%) na variantách bez hnojení N a při dávkách N₃ v průmyslových hnojivech (průměrné hodnoty za sledované období) – Comparison of oil contents in seeds of investigated crops (%) in treatments without N fertilization and at N₃ doses in commercial fertilizers (average values for the studied period)

Hnojení ¹	Camelina sativa		Carthamus tinctorius	Crambe abyssinica	Cannabis sativa	Coriandrum sativum
	jarní forma ²	ozimá forma ³				
N ₁	40,49	40,06	22,40	28,93	33,87	14,73
N ₃	38,38	40,28	22,69	32,68	36,67	13,75

¹fertilization, ²spring form, ³winter form

N₁ v porovnání s dávkami N₃ pro jednotlivé plodiny v metodice, a to v průměru odrůd a stanovišť za sledované období, uvádí tab. VI.

Z tab. VI je patrné, že hnojení N snižovalo v průměru obsah oleje v semenech jarních forem lničky o 5,2 % a koriandru o 6,7 % v porovnání s nehnojenými variantami. Zvýšený obsah oleje vlivem hnojení N₃ byl naopak zaznamenán v semenech ketránu (o 13 %) a konopí (o 8,3 %). U ozimých forem lničky a světlíce jsme nezjistili v průměru významný rozdíl v obsahu oleje v semenech po aplikaci hnojení N₃ v porovnání s nehnojenými variantami.

Obecně lze konstatovat, že čeledi a rody rostlin, které rostou na místech s horkým tropickým klimatem, vytvářejí nízkomolekulární kyseliny s malým počtem uhlíkových atomů a mají slabou schopnost vytvářet nenasyčené kyseliny (Minkevič, Borkovskij, 1953). Rostliny z mírného pásma a míst ve větších nadmořských výškách se vyznačují tuky tvořenými větším počtem uhlíkových atomů, které obsahují nenasyčené kyseliny a které se dají využít ve větším počtu průmyslových odvětví.

Tento příspěvek byl zpracován za podpory GA ČR (grant reg. č. 503/94/0752).

LITERATURA

- BARANYK, P. – ZELENÝ, V. – ZUKALOVÁ, H. – HOŘEŠ, P.: Olejnatost vybraných druhů alternativních olejnin. Rostl. Vyr., 41, 1995 (9): 433–438.
- FÁBRY, A. et al.: Jarní olejiny. České Budějovice, MZe ČR, Výstav. Zeměd. Výž. 1990. 240 s.
- FRANK, C. – DIETRICH, A. – KREMER, U. – MOSANDL, A.: GC-IRMS in the authenticity control of the essential oil of *Coriandrum sativum* L. J. Agric. Fd Chem., 43, 1995: 1634–1637.
- HERER, J.: Spiknutí proti konopí. České vyd. *Cannabis sativa*. 1994. 141 s.
- MINKEVIČ, I. A. – BORKOVSKIJ, V. J.: Olejiny. Praha, SZN 1953. 393 s.
- SEEHUBER, R.: Versuche mit zur Produktion von Erucasäure geeigneten Kulturarten. FAL, Braunschweig-Völkenrode, Fett Wiss. Technol. 89. Jahrgang, Nr. 7, 1987. 6 s.
- SEEHUBER, R. – DAMBROTH, M.: Die Erzeugung pflanzlicher Öle für die chemische Industrie eröffnet der Landwirtschaft eine Produktionsalternative-Bestandsaufnahme, Literaturübersicht und Zielsetzung. Inst. Pfl.-Bau u. Pfl.-Zucht. Landb.-Forsch. Völkenrode 32. Jahrgang, 1982. 15 s.
- STRAŠIL, Z. et al.: Pěstování a využití energetických a průmyslových plodin v soustavě hospodaření na půdě pro energetické a průmyslové účely. [Závěrečná zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1995. 11 s.

Došlo 6. 5. 1996

Kontaktní adresa:

Ing. Zdeněk Strašil, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6-Ruzyně, Česká republika, tel.: 02/36 08 51, fax: 02/36 52 28

ENERGETICKÁ ANALÝZA LÁSKAVCA OHNUTÉHO (*AMARANTHUS RETROFLEXUS* L.)

ANALYSIS OF ENERGY OF *AMARANTHUS RETROFLEXUS* L.

J. Demko

Technical University, Faculty of Forestry, Zvolen, Slovak Republic

ABSTRACT: The recent situation of power system reflects the previous energy policy and strategy. The previous strategy almost did not take into account new alternatives or renewable energy resources. The aim of the introduction of renewable resources is not to replace main energy sources but to contribute to them. Two ways how to increase the portion of energy from biomass consist of: better utilisation of biomass or the increase of its growth. *Amaranthus retroflexus* L. belongs among the prospective species of grasses, which have been listed among the species of 21st century. *Amaranthus* could be useful for pharmaceutical, energy or breeding purposes. Due to the insufficient amount of exact scientific information about energy species of grass in our conditions, hence we carried out the analysis of *Amaranthus*: to determine the combustion heat and the calorific power. From the analyses carried out we ascertained that the arithmetic mean of the combustion heat equals $Q_s = 15\,363 \text{ J.g}^{-1}$ (moisture content equals $w\% = 7.72$). The combustion heat of the moisture-free matter equals $16\,549 \text{ J.g}^{-1}$. The samples were analysed with moisture content $w\% = 7.72$, because of high content of volatile substances (up to 70%), therefore samples were not dried out completely. The values of combustion heat were obtained using a calorimeter. The value of calorific power was calculated from the combustion heat, and for moisture-free matter of *Amaranthus* it equals $15\,233 \text{ kJ.kg}^{-1}$. The comparison of *Amaranthus* with other renewable fuels is of a fundamental importance. A straw belongs among fuels too, its calorific power varies from 17.6 to 18.0 MJ.kg^{-1} . *Amaranthus* does not reach the values of the straw. As to other energy grasses (such as *Miscanthus*, *Arundo*, *Pennisetum*), the value of calorific power amounted to 18.5 MJ.kg^{-1} , what means that *Amaranthus* does not reach values of calorific power too. Wood, as the most important source of biogenic material, reaches on average the value of calorific power from 17 to 21 MJ.kg^{-1} . Hence, *Amaranthus* reaches 75 to 90% of calorific power of wood. A significant evidence of a need to increase the portion of renewable resources on the overall power consumption of society exists. Techniques of the growing of energy forests and energy grass plantations are quite similar. The production of dry matter and the value of power efficiency of considered energy trees and species of grass play the most important role in a decision making process. The above mentioned could be generalised into a question about the power efficiency of trees and grasses calculated over unit of area. This article considered only one species of grass, which the energy analyse of it was carried out.

biomass; energy; renewable resources; *Amaranthus retroflexus* L.

ABSTRAKT: V súčasnosti sa biomasa podieľa na krytí energetických potrieb Slovenska cca 0,5 %, čo je nedostatočné. Zvýšenie podielu energie z biomasy môže ísť cestou jej dokonalejšieho využitia alebo jej zámerným pestovaním. Medzi perspektívne druhy rastlín patrí aj láskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus* L.), ktorého energetická analýza bola vykonaná. Priemerná hodnota spalného tepla láskavca bola stanovená na $Q_s = 15\,363 \text{ J.g}^{-1}$ pri priemernej vlhkosti $w\% = 7.72$. Spalné teplo absolútne suchej substancie láskavca je $16\,549 \text{ J.g}^{-1}$, výhrevnosť $15\,233 \text{ kJ.kg}^{-1}$. Vzhľadom na blízkosť agro- a fyto-techniky medzi pestovaním energetických lesov a energetických plodín zohráva pri rozhodovaní najdôležitejšiu úlohu energetická a produkčná analýza.

biomasa; energia; obnoviteľné zdroje; láskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus* L.)

ÚVOD

Podľa expertných odhadov sú zásoby súčasných energetických zdrojov fosílnych palív na Slovensku len na niekoľko desaťročí, pričom sa významným spôsobom podieľajú na emisii tuhých látok a oxidov. V súčasnosti medzi skupinu palív, ktoré sa dostatočne pre krytie energetických potrieb nevyužívajú, patria obnovujúce sa zdroje, a to najmä biomasa z poľnohospodár-

skej a lesnej výroby. Medzi skupinu rastlín, ktoré sa môžu stať potenciálnym zdrojom energetickej biomasy, patrí aj láskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus* L.). Vzhľadom na jeho výnimočné rastové schopnosti a produkciu biomasy je potrebná jeho energetická analýza.

V súčasnosti sa biomasa podieľa na krytí energetických potrieb Slovenska cca 0,5 %. Tento fakt možno hodnotiť ako nedostatočné využívanie biomasy na ener-

getické účely, nakoľko pri šetrení zistíme, že napr. v Rakúsku sa biomasa podieľa na krytí energetických potrieb 6 %, v Dánsku predstavujú obnoviteľné energetické zdroje (dendromasa, slama a bioplyn) 4 % pri očakávanom náraste do roku 2000 na cca 16 % spotreby primárnej energie. Štát s porovnateľnými prírodnými podmienkami, ako je Švajčiarsko, zabezpečuje cez dendromasu 2,5 až 3,0 % energetickej potreby (Ilavský, Oravec, 1992).

Vzhľadom na to, že s pestovaním a využívaním energetických plodín v našich podmienkach máme málo skúseností a ostávajú nezodpovedané rôzne vedecké otázky, vykonali sme energetickú analýzu láskavca ohnutého (*Amaranthus retroflexus* L.).

V tropických oblastiach sa vyskytujú viacročné trávy (*Miscanthus*, *Arundo*, *Pennisetum*) a ich výhrevnosť pri absolútne suchej biomase dosahuje 18,5 MJ.kg⁻¹ pri ročnej produkcii 66 až 88 t sušiny.ha⁻¹ v ideálnych tropických podmienkach (Simanov, 1993). Prezentované údaje sú blízke údajom o spalnom teple, resp. výhrevnosti niektorých drevín, napr. výhrevnosť suchého dreva smreká uvádzajú Longauer et al. (1987) od 18,9 do 19,2 MJ.kg⁻¹ a výhrevnosť suchej jedle 18,5 až 19,1 MJ.kg⁻¹.

Láskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus* L.) patrí do čeľade *Amaranthaceae*, kde je zaradených 65 rodov a okolo 900 druhov. Podľa typu fotosyntézy patrí do skupiny C4. Produkcia biomasy je vysoká. Húska (1994) uvádza 100 až 200 t.ha⁻¹ nadzemnej biomasy, Gregorová (1994) však uvádza len 100 t.ha⁻¹. Sapharov (1992) referuje o možnosti trojkosného využitia s úrodami 170 až 180 t.ha⁻¹. Jamriška (1991) uvádza, že v podmienkach Slovenska sa dosiahla úroda sušiny kultúrnej formy láskavca (*Amaranthus hypochondriacus* L.) 7,2 až 9,8 t.ha⁻¹. Jamriška (1995) následne uvádza produkciu sušiny láskavca bez bližšieho udania druhu v podmienkach oblasti Žiaru nad Hronom 12 t.ha⁻¹ pri energetickej hodnote úrody 204,0 GJ.ha⁻¹.

MATERIÁL A METÓDA

Vzorky láskavca pre energetickú analýzu boli po dosiahnutí zrelosti zožaté, rozdrvené a zlisované, a to bezprostredne po zobrať pri prirodzenej vlhkosti (priemerný podiel sušiny 19,5 %) tak, že vznikli granulky s hmotnosťou 0,5 až 1,0 g (sušiny), ktoré hmotnosťou a rozmerom pre analýzu optimálne vyhovujú. Vo vzorke určenej na spálenie (energetickú analýzu) sa nachádzali časti z byle, listov a paklasov, čím sa dosiahlo rovnomené zastúpenie jednotlivých častí rastlín.

Z energetického hľadiska je biomasa ako palivo charakterizovaná spalným teplom a výhrevnosťou. Výhrevnosť dreva je v rozhodujúcej miere ovplyvnená vlhkosťou paliva (Ladomerský et al., 1993). Z vedeckého a energetického hľadiska má rozhodujúci význam spalné teplo, z ktorého sa výhrevnosť môže nepriamo stanoviť tak, že zo zisteného spalného tepla sa odpočíta

výparné teplo celého množstva vody vzniknutej pri spálení vzorky paliva:

$$Q_i = Q_s - 24,53 (w, 94H) \quad (\text{kJ.kg}^{-1})$$

kde: w – vlhkosť paliva vztiahnutá na suchú hmotnosť paliva (%)

H – hmotnostný podiel vodíka v palive (%)

Spalné teplo šetrených vzoriek sa zisťovalo priamo kalorimetricky v kalorimetri, v ktorom sa môžu spaľovať pevné, kryštalické a lisované vzorky.

Pre stanovenie vlhkosti sa pripravené vzorky (približne 1 g) sušili do konštantnej hmotnosti v sušiarňi, nechali sa vychladíť v exsíkátore a odvážili sa na analytických váhach s presnosťou 0,0001 g. Rovnakým spôsobom sa stanovila hmotnosť vzoriek pre kalorimetriu. Vzorky sme sušili pri teplote 103 až 105 °C. Hmotnosť sušiny sa dá taktiež vypočítať z hmotnosti vlhkej vzorky mw a z vlhkosti vztiahnutej na sušinu. Vlhkosť sa určí z kontrolnej vzorky podľa rovnice:

$$w = \frac{mw - mo}{mo} \cdot 100$$

kde: w – vlhkosť (%)

mw – hmotnosť vlhkej vzorky

mo – hmotnosť suchej vzorky

Celkove bolo šetrenie vykonané na 40 vzorkách. Počet vzoriek sa vypočítal ako minimálny rozsah súboru pre odhad parametrov (odhad priemeru Q_s) základného súboru s 95% spoľahlivosťou a 1% chybou. Výsledky boli spracované pomocou matematicko-štatistických metód programom STATGRAPHIC.

VÝSLEDKY

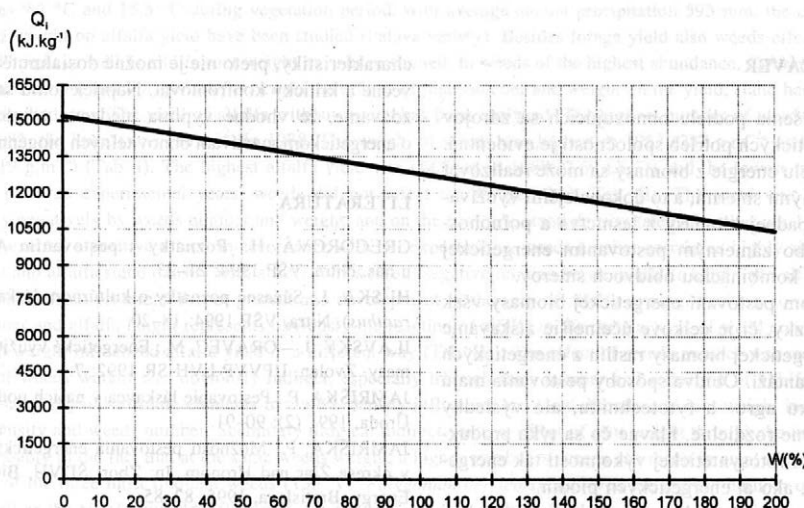
Z vykonaných analýz vyplýva že aritmetický priemer spalného tepla láskavca je $Q_s = 15\,363 \text{ J.g}^{-1}$ pri priemernej vlhkosti $w\% = 7,72$. Vzhľadom na to, že mnohé literárne pramene udávajú spalné teplo suchej biomasy, vykonali sme výpočet, podľa ktorého spalné teplo absolútne suchého láskavca predstavuje $16\,549 \text{ J.g}^{-1}$.

Pri interpretácii uvedených výsledkov môže vzniknúť otázka, prečo sa kalorimetricky zisťovalo spalné teplo pri určitej vlhkosti ($w\% = 7,72$), a nie pri absolútne suchej substancii láskavca. K tomu nás viedla jedna závažná skutočnosť, že biogénne palivá, ako je drevo, ale aj energetické trávy, majú vysoký obsah prchavých látok (až 70 %), ktorých značná časť môže vyprchať pri štandardných postupoch sušenia vzoriek. Preto sme zvolili opísaný postup s tým, že vzorky boli sušené voľne pri laboratórnej teplote a vlhkosti. Vybrané štatistické charakteristiky uvádza tab. I.

Rozdelenie hodnôt spalného tepla láskavca sa výrazne nelíši od normálneho rozdelenia a je len mierne pravostranné. Pre technickú prax má okrem spalného tepla veľký význam aj výhrevnosť paliva, pretože nie je možné pri spaľovaní pripustiť kondenzáciu vodnej pary v dymových plynch. Absolútne suchá látka láskavca dosahuje výhrevnosť $15\,233 \text{ kJ.kg}^{-1}$. Priebeh výhrevnosti láskavca v závislosti od vlhkosti znázorňuje obr. 1.

Štatistické charakteristiky ¹	Skratka ²	Údaj ³
Rozsah súboru ⁴ (95% spoľahlivosť ⁵ , 1% chyba ⁶)	<i>n</i>	40
Aritmetický priemer ⁷	<i>Qs</i>	15 363 J.g ⁻¹
Smerodajná odchýlka ⁸	<i>SQ</i>	397,1 J.g ⁻¹
Rozptyl ⁹	<i>SQ²</i>	157 693 J.g ⁻¹
Variačný koeficient ¹⁰	<i>SQ%</i>	2,55 %
Interval spoľahlivosti ¹¹	<i>IS</i>	15 240–15 480
Minimum ¹²	<i>min</i>	14 613
Maximum ¹³	<i>max</i>	16 099

¹statistical characteristics, ²abbreviation, ³data, ⁴range of set, ⁵reliability, ⁶error, ⁷arithmetical mean, ⁸standard deviation, ⁹variance, ¹⁰coefficient of variation, ¹¹interval of reliability, ¹²minimum, ¹³maximum



1. Výhrevnosť láskavca ohnutého (*Amaranthus retroflexus* L.) pre 1 kg vlhkej hmotnosti – Calorific value of *Amaranthus retroflexus* L. per 1 kg of moist weight

Podstatný význam má porovnanie láskavca s inými obnoviteľnými biogénnymi palivami, medzi ktoré patrí aj obilninová slama, ktorá pri produkcii sušiny za rok 2,5 až 5,0 t.ha⁻¹ dosahuje výhrevnosť pri absolútne suchej substancii od 17,6 do 18,0 MJ.kg⁻¹ (Simanov, 1995), pričom popri iných energetických plodinách ju môžeme považovať za najviac podobnú láskavcu.

Známe sú údaje energetických plodín (*Miscanthus*, *Arundo*, *Pennisetum*), ako je tzv. deltská, či slonia tráva, ktoré v ideálnych podmienkach dorastajú do výšky až 7 m a produkujú za rok 66 až 88 t sušiny.ha⁻¹. Výhrevnosť absolútne suchej biomasy týchto tráv dosahuje až 18,5 MJ.kg⁻¹ pri chemickom zložení cca 45 % C, 6 % H, 0,2 % N a 3 % popolovín (Simanov, 1995). Najdôležitejšie je však porovnanie láskavca s drevom, ktoré je teraz najvýznamnejším biogénnym palivom. Všeobecne možno konštatovať, že bez rozdielu drevín sa výhrevnosť absolútne suchého dreva pohybuje od 17 do 21 MJ.kg⁻¹.

Pre lepšiu prehľadnosť uvádzame v tab. II hodnoty výhrevnosti dreva podľa jednotlivých autorov. Z prehľadu je zjavné, že tak spalné teplo, ako aj výhrevnosť absolútne suchej biomasy láskavca nedosahujú energetickú úroveň dreva všeobecne, bez rozdielu drevín. V porovnaní s drevom dosahuje láskavec úroveň 75 až 90 % jeho výhrevnosti.

Pri hodnotení láskavca ako potenciálneho obnoviteľného biogénneho paliva je treba okrem energetickej analýzy ako rozhodujúceho kritéria zvažovať ďalej produkciu sušiny biomasy láskavca. Tieto dve kritériá môžu vypovedať o energetickej výkonnosti láskavca, resp. o jeho fotosyntetickej účinnosti, vyjadrenej akumuláciou slnečnej energie v sušine biomasy. Pestovanie energetických plodín má okrem produkcie biopaliwa zásadný význam pri stabilizácii poľnohospodárskej výroby v kontaminovaných oblastiach, pri ozdravovaní pôd – obmedzuje riziko vstupu polutantov do potravinového reťazca.

Autor ¹	Výhrevnosť (MJ.kg ⁻¹)	Názov paliva ³
Ladomerský et al. (1993)	18,0–19,0	natívne drevo ⁴ , absolútne suché ⁵
Longauer et al. (1987)	18,9–19,2	smrek ⁶ , jedľa ⁷ , absolútne suché
Trnobranský, Dvořák (1981)	15,2	bukové štiepky ⁸ , w% 16,94
Nová (1981)	18,6–21,0	drevný odpad ⁹ , triesky ¹⁰
Olofsson (cit. Simanov, 1975)	19,0–19,8	smrek, natívne drevo, absolútne suché
Simanov (1995)	19,1–20,1	mäkké drevo ¹¹ , absolútne suché
Simanov (1995)	18,4–20,1	tvrdé drevo ¹² , absolútne suché
Ilavský, Oravec (1992)	17,1	brikety ¹³ , w% 8–9
Šálek (1984)	16,42	ihličnaté štiepky ¹⁴ , w% 22,7

¹author, ²calorific value, ³name of fuel, ⁴native wood, ⁵absolutely dry, ⁶spruce, ⁷fir, ⁸beech chips, ⁹waste wood, ¹⁰splinters, ¹¹soft wood, ¹²hard wood, ¹³briquettes, ¹⁴softwood chips

DISKUSIA A ZÁVER

Potreba zvýšenia podielu obnovujúcich sa zdrojov na krytí energetických potrieb spoločnosti je evidentná. Zvýšenie podielu energie z biomasy sa môže realizovať dvoma základnými smermi, a to dokonalejším využívaním najmä odpadnej biomasy z lesníctva a poľnohospodárstva, alebo zámerným pestovaním energetickej biomasy, resp. kombináciou oboch smerov.

Pri zámerom pestovaní energetickej biomasy však vyvstávajú otázky, či je celkovo účelnejšie získavanie a využitie energetickej biomasy rastlín z energetických lesov, alebo plantáží. Obe dva spôsoby pestovania majú pomerne blízku agro- a fytotechniku, ale výsledky môžu byť značne rozdielne, hlavne čo sa týka produkcie sušiny, resp. fotosyntetickej výkonnosti tak energetických drevín, ako aj energetických plodín.

V predloženom príspevku sa venujeme len jednej novej energetickej plodine, ktorej energetickú analýzu sme vykonali. Nazdávame sa však, že pri rozhodovaní o výbere najvhodnejšieho rastlinného druhu ide pri spalnom teple a výhrevnosti o základnú informáciu, ktorá vypovedá o energetickej úrovni jednotlivých druhov rastlín. Prezentované výsledky v porovnaní s výsledkami štúdií energetických, tzv. sloních tráv udávajú podstatne nižšiu úroveň spalného tepla laskavca, čo je spôsobené pravdepodobne jednak druhovou roznosťou, odlišným elementárnym a látkovým zložením, ako aj podstatne inými pôdnymi a klimatickými podmienkami.

Okamžitému priamemu energetickému využitiu laskavca bude pravdepodobne prekážať vysoká vlhkosť paliva, ktorá si bude vyžadovať jeho preosušenie, čo ale spätne spôsobí nárast energetických vstupov pri jeho výrobe.

Žiaľ, v dostupnej literatúre domácej a zahraničnej sme nenašli zmienku ani o energetickom využití laskavca, ani exaktné údaje týkajúce sa jeho energetickej

charakteristiky, preto nie je možné dosiahnuť výsledky vecne a kriticky konfrontovať. Napriek tomu sa však nazdávame, že vhodne vyplnía medzeru v informáciách o energetickom využívaní obnoviteľných biogénnych palív.

LITERATÚRA

- GREGOROVÁ, H.: Poznatky s pestovaním *Amaranthu* u nás. Nitra, VŠP 1994: 21–23.
- HÚSKA, J.: Súčasné poznatky o kultúrnom laskavci (*Amaranthus*). Nitra, VŠP 1994: 18–20.
- ILAVSKÝ, J. – ORAVEC, M.: Energetické využitie dendromasy. Zvolen, UPVVP LVH SR 1992: 7.
- JAMRIŠKA, P.: Pestovanie laskavca v našich podmienkach. Úroda, 1991 (2): 90–91.
- JAMRIŠKA, P.: Možnosti pestovania energetických plodín v okrese Žiar nad Hronom. In: Zbor. ŠDVÚ, Biomass and Energy, Bratislava, 1995: 82–85.
- LADOMERSKÝ, J. – DZURENDA, L. – PAJTÍK, J. – LONGAUER, J.: Spaľovanie drevného odpadu z ekologického a energetického hľadiska. Zvolen, TU, VPA 1993: 7.
- LONGAUER, J. – LUPTÁK, O. – KOSKA, P.: Spalné teplo a výhrevnosť drevného odpadu. Zvolen, VŠLD 1987: 17–30.
- NOVÁ, D.: Možnosti energetického využitia biomasy. Praha, UVTEI 1981: 29–32.
- SIMANOV, V.: Energetické využívanie dříví z opomíjených zdrojů. Sbor. VŠZ Brno, 8, 1993: 60.
- SIMANOV, V.: Energetické využívaní dříví. Terrapolis Olomouc, 68, 1995: 24.
- ŠÁLEK, A.: Využití dřevného odpadu pro energetické účely. Lesnictví, 30, 1984: 607–615.
- SAPHAROV, K. S.: The introduction and studies on *Amaranth* in Uzbekistan. In: *Amaranth as food, forage and medicinal culture*. Olomouc, Nitra, 1992: 2.
- TRNOBRANSKÝ, K. – DVOŘÁK, L.: Využití a likvidace odpadů. Praha, ČVUT 1981: 64–65.

Došlo 9. 4. 1996

Kontaktná adresa:

Ing. Jaroslav Demko, CSc., Technická univerzita, Lesnícka fakulta, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovenská republika, tel.: 0855/33 51 11, fax: 0855/226 54

VPLYV ZABURINENIA NA ÚRODU LUCERNY BEZ KRYCEJ PLODINY V PRVEJ KOSBE

THE EFFECT OF WEED INFESTATION ON ALFALFA YIELD WITHOUT COVER CROP IN FIRST CUTTING

P. Jamriška, J. Surovčík

Research Institute of Plant Production, Piešťany, Slovak Republic

ABSTRACT: In field experiments on degraded chernozem, 167 m above sea level, with long-term average of annual temperatures 9.2 °C and 15.5 °C during vegetation period, with average annual precipitation 593 mm, the effects of weeds number and weight on alfalfa yield have been studied (Palava variety). Besides forage yield also weeds effects on the stand density and height as well as alfalfa root weight have been studied. In weeds of the highest abundance, *Echinochloa crus-gali*, *Chenopodium album*, and *Polygonum persicaria* the effects of their number and weight on the yield, stand height and density have been studied, too. The yield of alfalfa without weeds has been analyzed. The highest number of weeds ($152 \cdot m^{-2}$) was found in 1989, the lowest one ($20 \cdot m^{-2}$) in 1988. The weight of weeds was highest in 1987 ($287 \text{ g} \cdot m^{-2}$) and the lowest one in 1988 ($119 \text{ g} \cdot m^{-2}$) (Tab. I). The highest alfalfa yield was obtained in 1988 ($2.69 \text{ t} \cdot ha^{-1}$) and the lowest in 1987. Only in 1988, one of three experimental years, weeds did not affect the forage yield (Tab. II). The yield was affected highly significantly negatively by weeds number and weight, and on the contrary, stand density (stems number per 1 m^2) and alfalfa root weight exerted a positive effect. In accordance with our expectations, weeds number correlated highly significantly with their weight and alfalfa stand density with alfalfa root weight. Negative relation between alfalfa height and alfalfa root weight results probably from preferential root growth and development in the year of alfalfa sowing. Positive correlation between weeds number and alfalfa height represents obviously the reaction of alfalfa to the certain level of weed competition. Weeds number and weight influenced alfalfa yield in a different way (Tab. IV). The effect of weeds number was mainly direct, but the effect of weeds weight was obviously indirect, especially through their number and reduction of alfalfa stand density. From the analyzed yield-forming elements in alfalfa, density influenced the yield directly and root weight indirectly through the stand density and weeds number. Seemingly illogical indirect positive effect of root weight through the number of weeds consists probably in the fact that at the same weeds weight, a higher number of weeds can result in areal reduction of adverse effect. Out of the three most frequent weeds (Tab. V), *Polygonum persicaria* achieved the highest number of plants, 47 per 1 m^2 , as well as the highest weight, $194 \text{ g} \cdot m^{-2}$. On the basis of path analysis it can be supposed that *Echinochloa crus-galli* had the highest competition ability (Tab. VI). With as few as 3 plants per 1 m^2 and $22 \text{ g} \cdot m^{-2}$ of dry matter produced by this weed had a negative effect on alfalfa yield. Also *Chenopodium album* competed with alfalfa significantly, 9 plants per 1 m^2 affected negatively alfalfa yield during two years, when dry matter weight of $163 \text{ g} \cdot m^{-2}$ did not reach a significant effect one year, while in another year as few as $39 \text{ g} \cdot m^{-2}$ reduced the yield highly significantly (Tab. VII). These facts confirm the difficulty in determination of harmfulness threshold and at the same time they indicate that weeds number can play more decisive role in this respect. Between the three mentioned weeds a different level of correlations could be seen. In *Chenopodium album* and *Polygonum persicaria* the highest level of mutually supporting effect can be supposed. Mutually supporting effect, on the contrary, was the lowest, or was absent between *Echinochloa crus-galli* and other weeds.

alfalfa; dry matter yield; effect of weeds on yield, height, stand density and root weight

ABSTRAKT: V poľných pokusoch sa skúmal vplyv burín na úrodu, výšku, hustotu porastu a hmotnosť koreňov lucerny. V rovnakom smere sa analyzoval účinok *Echinochloa crus-gali*, *Chenopodium album* a *Polygonum persicaria*. Z troch pokusných rokov v dvoch mali buriny negatívny vplyv na úrodu. Ich početnosť i hmotnosť pôsobili negatívne na hustotu lucerny a jej koreňovú hmotu. Naopak, výšku porastu lucerny ovplyvňovala početnosť burín pozitívne. Čez početnosť sa uplatňoval účinok burín prevažne priamo a cez ich hmotnosť vyložene nepriamo. Najvýraznejšie negatívne pôsobila zo sledovaných burín *Echinochloa crus-gali*. V jednom roku už 3 rastliny a $22 \text{ g} \cdot m^{-2}$ sušiny znižovali úrodu. *Chenopodium album* konkuroval lucerne v dvoch rokoch s 9 rastlinami m^{-2} a *Polygonum persicaria* v jednom roku so 47 rastlinami m^{-2} . Medzi početnosťou i hmotnosťou *Polygonum persicaria* a *Chenopodium album* boli výrazne pozitívne korelácie. Naopak, vzájomné pozitívne korelácie boli relatívne najslabšie medzi *Echinochloa crus-gali* a ostatnými burinami.

lucerna; úroda sušiny; vplyv burín na úrodu, výšku, hustotu porastu a hmotnosť koreňov

Pri sejbě lucerny bez krycej plodiny významne ovplyvňujú buriny úrodu (Puli, 1980). Okrem pôsobenia na porast sa krmoviny svojou hmotnosťou podieľajú na tvorbe množstva i kvality úrody. Ich účinok závisí pritom od mnohých činiteľov, často býva preceňovaný alebo podceňovaný. Príčinou toho je obyčajne absencia kvalifikovaného početného a hmotného zhodnotenia druhej škály výskytu burín.

V predloženej práci analyzujeme vplyv početnosti i hmotnosti burín na hustotu i výšku koreňovej hmoty porastu a úrodu lucerny v prvej kosbe v roku sejby. Pri vybraných druhoch *Echinochloa crus-gali*, *Chenopodium album* a *Polygonum persicaria* sme sa pokúsili špecifikovať odlišnosti v ich vplyve na ukazovatele úrodnosti porastu lucerny. Prezentované výsledky boli získané pri riešení subetapy výskumnej úlohy (Surovčík, 1991).

MATERIÁL A METÓDA

Poľné pokusy sme zakladali v rokoch 1987 až 1989 v kukuričnej výrobnjej oblasti na hlinitej degradovanej

černozemi s obsahom humusu 1,8 až 2,0 % so strednou zásobou P a K a slabou kyslou pôdnou reakciou. Nadmorská výška pokusného stanovišťa je 167 m s dlhodobým priemerom ročných teplôt 9,2 °C a 15,5 °C za vegetačné obdobie a s priemernými zrážkami za rok 593 mm. Predplodinou bola ozimná pšenica. Hnojenie P a K sme robili do zásoby na jeseň v dávke 300 kg K a 105 kg P ($P_{35}K_{100} \times 3$). Lucernu, odrodu Palava sme vysievali na jar bez krycej plodiny s výsevom 6 mil. klíčiacych semien.ha⁻¹ (12 kg.ha⁻¹) a s medziřadkovou vzdialenosťou 125 mm. Prvú kosbu lucerny sme robili na začiatku kvitnutia. Zaburinenie bolo hodnotené početne hmotnostnou metódou. Pred zberom lucerny boli odoberané vzorky na botanické rozbor a po zbere vzorky na rozbor koreňovej hmoty. Korene sme vykopali z hĺbky 300 mm a dĺžky 1 m z jedného riadku v štyroch opakovaniach. Získané výsledky sme vyhodnotili úsekovou analýzou.

VÝSLEDKY

Najviac biomasy vytvorili buriny v roku 1987 (tab. I), až 61 % z úrody prvej kosby, a najmenej v roku 1988, s 31% podielom na úrode. Abundancia burín

I. Základné štatistické charakteristiky – Basic statistical characteristics

Ukazovateľ ¹		Rok ⁹	X	Rozptyl ¹⁰	Smerodajná odchýlka ¹¹	Variačný koeficient ¹² (%)
Hmotnosť burín ² (t.ha ⁻¹)	x ₁	1987	2,87	4,20	2,05	71
		1988	1,19	0,68	0,93	78
		1989	2,33	1,99	1,41	61
		spolu ¹³	2,13	2,848	1,688	79
Výška porastu lucerny ³ (mm)	x ₂	1987	554,44	1 266,36	36,59	6
		1988	592,94	6 739,28	82,09	14
		1989	684,17	3 562,81	60,68	9
		$\bar{x}$	610,18	6 827,82	83,62	17
Hustota porastu lucerny ⁴ (počet stoniek ⁸ .m ⁻²)	x ₃	1987	343,00	17 944,33	134,96	39
		1988	396,22	13 902,17	118,91	30
		1989	419,33	22 843,89	151,14	36
		$\bar{x}$	386,19	19 251,30	139,749	36
Počet burín ⁵ (.m ⁻²)	x ₄	1987	82,25	3 804,38	62,68	75
		1988	20,31	337,43	18,37	90
		1989	152,68	9 994,41	400,97	66
		$\bar{x}$	85,76	7 592,63	87,13	103
Hmotnosť koreňov lucerny ⁶ (g.m ⁻²)	x ₅	1987	1 196,89	81 757,43	285,93	24
		1988	929,33	33 203,55	182,23	20
		1989	911,11	104 113,00	322,67	35
		$\bar{x}$	1 012,44	90 089,89	300,15	30
Úroda ⁷ (t.ha ⁻¹)	y	1987	1,81	0,41	0,64	36
		1988	2,69	0,34	0,58	22
		1989	2,10	0,46	0,67	32
		$\bar{x}$	2,20	0,540	0,735	33

¹indicator, ²weight of weeds, ³alfalfa height, ⁴alfalfa density, ⁵number of weeds, ⁶weight of alfalfa roots, ⁷alfalfa yield, ⁸number of stems, ⁹year, ¹⁰dispersion, ¹¹standard deviation, ¹²variation coefficient, ¹³total

bola však najvyššia v roku 1989 (152 rastlín.m⁻²) a najnižšia (20 rastlín.m⁻²) v roku 1988. Porast lucerny bol najvyšší a najhustejší v roku 1989, naopak najnižší a najredší v roku 1987. Koreňovej hmoty však lucerna vytvorila v roku 1987 viac ako v ostatných rokoch, nadzemnej biomasy zas viac v roku 1988. Najmenšou variabilitou sa vyznačovala výška porastu, popri prípade hmotnosť koreňov lucerny, naopak najviac varíovali počet burín a ich hmotnosť.

Z pokusných rokov len v roku 1988 nepôsobili buriny abundanciou a hmotnosťou negatívne na úrodu (tab. II). Výška lucerny bola v pozitívnej korelácii s úrodou len v roku 1988. Hustota porastu lucerny a hmotnosť jej koreňov však pôsobili pozitívne na úrodu v každom z pokusných rokov, pri hustote to dokumentuje aj preukazná hodnota determináčného koeficientu. Zo vzájomných vzťahov medzi skúmanými ukazovateľmi bola najstálejšia i najsilnejšia pozitívna korelácia medzi hmotnosťou burín a ich počtom. Stála bola i pozitívna relácia medzi hustotou porastu lucerny a hmotnosťou jej koreňov. Hmotnosť i počet burín v dvoch z troch rokov (1988 a 1989) pôsobili negatívne na rozvoj koreňovej hmoty lucerny. Výška porastu lucerny bola v roku 1988 v pozitívnej korelácii s počtom burín. Negatívny účinok početnosti burín sa prejavil preukazne na hustote porastu len v roku 1989.

V hodnotení za pokusné obdobie spolu (tab. III) sa na úrode krmu potvrdil negatívny účinok hmotnosti i početnosti burín a pozitívny vplyv hustoty porastu i hmotnosti koreňov lucerny. Pozitívny bol vzťah medzi početnosťou a hmotnosťou burín i medzi hustotou lucerny a hmotnosťou jej koreňov. Pozoruhodný bol pozitívny vzťah medzi početnosťou burín a výškou porastu lucerny. Naopak, negatívne boli vzťahy medzi hmotnosťou i početnosťou burín a hustotou porastu lucerny i hmotnosťou jej koreňov. Zaujímavá bola preukazná negatívna korelácia medzi výškou porastu lucerny a hmotnosťou jej koreňov.

Medzi ukazovateľmi, ktoré vysokopreukazne ovplyvňovali úrodu, boli zreteľné odlišnosti v spôsobe uplatňovania tohto vplyvu na tvorbu úrody. Početnosť stoniek lucerny a početnosť burín sa uplatňovali prevažne priamo, naopak hmotnosť burín i hmotnosť koreňov lucerny sa uplatňovali vložene nepriamo (tab. IV). Hmotnosť burín pôsobila najmä prostredníctvom početnosti burín (až 56 % vplyvu) a cez znižovanie počtu stoniek lucerny. Hmotnosť koreňov lucerny sa uplatňovala prostredníctvom počtu burín i počtu stoniek lucerny pozitívne a prostredníctvom výšky porastu lucerny negatívne. Nepriame pôsobenie početnosti stoniek lucerny cez hmotnosť i početnosť burín bolo vždy pozitívne.

II. Korelačné matice úsekového analyzy vplyvu burín na vybrané prvky úrody lucerny v pokusných rokoch 1987 až 1989 – Correlation matrices of sectional analysis of the effect of weeds on selected elements of alfalfa yields in the experimental years 1987 to 1989

		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	
1987	x_1	1					
	x_2	0,144	1				
	x_3	-0,382	0,053	1			
	x_4	0,896 ⁺⁺	0,060	-0,334	1		
	x_5	0,408	0,052	0,799 ⁺⁺	-0,351	1	
	y	-0,648 ⁺⁺	0,213	0,855 ⁺⁺	-0,614 ⁺⁺	0,814 ⁺⁺	
Preukazný determináčny koeficient ¹ $B_1 = 0,4266^+$; celkový príspevok ² x_1-x_5 k určeniu ³ y: $R = 0,9304^{++}$							
		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	y
1988	x_1	1					
	x_2	0,601 ⁺⁺	1				
	x_3	-0,233	-0,153	1			
	x_4	0,846 ⁺⁺	0,491 ⁺	-0,412	1		
	x_5	-0,500 ⁺	0,093	0,511 ⁺	-0,514 ⁺	1	
	y	0,121	0,578 ⁺	0,553 ⁺	-0,101	0,523 ⁺	1
Preukazný determináčny koeficient $B_2 = 0,4353^{++}$, $B_3 = 0,2992^+$; celkový príspevok x_1-x_5 k určeniu y: $R = 0,7984^{++}$							
		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	
1989	x_1	1					
	x_2	0,339	1				
	x_3	-0,648 ⁺⁺	0,408	1			
	x_4	0,916 ⁺⁺	0,221	-0,602 ⁺	1		
	x_5	-0,740 ⁺⁺	-0,456	0,494 ⁺	-0,607 ⁺⁺	1	
	y	-0,868 ⁺⁺	-0,396	0,798 ⁺⁺	-0,882 ⁺⁺	0,597 ⁺⁺	
Preukazný determináčny koeficient $B_3 = 0,2901^+$, $B_4 = 0,4853^{++}$; celkový príspevok x_1-x_5 k určeniu y: $R = 0,9018^{++}$; $n = 18$, Hd^4 : $p=0,05^+ = 0,47$, $p=0,01^{++} = 0,59$							

¹significant determination coefficient, ²total contribution, ³to determination, ⁴Sd

Zo základných údajov o účinku vybraných burín (tab. V) vyplýva, že najvyššiu i najnižšiu početnosť a hmotnosť dosiahol stavikrv broskyňolistý (*Polygonum persicaria*, P P) v roku 1987, resp. 1988. Výskyt i hmotnosť sledovaných burín stavikrvu broskyňolistého i ježatky kurej nohy (*Echinochloa crus-gali*, E C-G) mali najväčšiu variabilitu v roku 1988, kedy mali buriny najmenšie zastúpenie. Tretou analyzovanou burinou bol mrlík biely (*Chenopodium album*, CH A).

V roku 1987 úrodu prvej kosby znižovala ježatka kuria noha svojou početnosťou i hmotnosťou, mrlík biely len početnosťou (tab. VI). Vysokopreukazne pozitívne pôsobila na úrodu početnosť stoniek lucerny. Zatiaľ čo početnosť ježatky sa uplatňovala na tvorbe úrody vyložene priamo, jej hmotnosť ako i početnosť mrlíka pôsobili naopak vyložene nepriamo. Hmotnosť ježatky sa uplatňovala negatívne najmä prostredníctvom jej početnosti a cez znižovanie početnosti stoniek lucerny. Priame pozitívne pôsobenie počtu rastlín mrlíka bolo zvrátené a prekonané nepriamym negatívnym účinkom cez počet rastlín ježatky, cez hmotnosť mrlíka a v poslednej miere cez znižovanie počtu stoniek lucerny.

Uvedené relácie sa odrazili vo vysokopreukazných pozitívnych koreláciách medzi početnosťou ježatky a jej hmotnosťou a medzi početnosťou mrlíka a jeho hmotnosťou. Hmotnosť ježatky okrem toho bola v pozitívnej relácii s početnosťou mrlíka, ktorá zas negatívne korelovala s početnosťou stoniek lucerny.

V druhom pokusnom roku buriny (hodnotil sa účinok stavikrvu a ježatky) nemali vplyv na úrodu, pozitívne na ňu pôsobili výška a počet stoniek lucerny. Ich účinok bol vyložene, resp. prevažne priamy. Početnosť stavikrvu bola v pozitívnej korelácii s jeho hmotnosťou i početnosťou a hmotnosťou ježatky.

Početnosť ježatky korelovala pozitívne s jej hmotnosťou. Na početnosť stoniek lucerny negatívne pôsobili počet rastlín stavikrvu i početnosť ježatky a jej hmotnosť.

V roku 1989 sme zaznamenali výrazný vplyv mrlíka a stavikrvu (tab. VI). Úroda negatívne ovplyvňoval počet i hmotnosť týchto burín a naopak pozitívne pôsobila početnosť stoniek lucerny. Buriny i početnosť stoniek pôsobili pritom prevažne až takmer vyložene nepriamo. Početnosť mrlíka sa uplatňovala najmä pro-

III. Korelačná matica úsekovej analýzy vplyvu hmotnosti a počtu burín na úrodu lucerny za pokusné obdobie 1987 až 1989 spolu – Correlation matrix of sectional analysis of the effect of weight and number of weeds on alfalfa yield in the experimental years 1987 to 1989 in total

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
x_1	1				
x_2	0,180	1			
x_3	-0,433 ⁺⁺	-0,007	1		
x_4	0,746 ⁺⁺	0,392 ⁺⁺	-0,305 ⁺	1	
x_5	-0,307 ⁺	-0,311 ⁺	0,429 ⁺⁺	-0,374 ⁺⁺	1
y	-0,642 ⁺⁺	0,122	0,694 ⁺⁺	-0,637 ⁺⁺	0,354 ⁺⁺

Preukazný determinančný koeficient¹ $B_3 = 0,3349^{++}$, $B_4 = 0,3720^{++}$; celkový príspevok² x_1-x_5 k určeniu³ y: $R = 0,7980^{++}$; $n = 54$, Hd^4 : $p = 0,05^+ = 0,27$, $p = 0,01^{++} = 0,35$

For 1-4 see Tab. II

IV. Analýza účinku skúmaných faktorov na úrodu lucerny za pokusné obdobie 1987 až 1989 – The analysis of the effect of investigated factors on alfalfa yield in experimental period 1987 to 1989

Faktor účinku ¹		Priamy účinok na úrodu ⁷	Nepriamy účinok na úrodu prostredníctvom ⁸					Korelačný koeficient ⁹ r
			hmotnosti burín ²	výšky porastu lucerny ³	hustoty porastu lucerny ⁴	počtu burín ⁵	hmotnosti koreňov lucerny ⁶	
Hmotnosť burín ²	(%) x_1	-0,0564 7	-	0,0672 9	-0,2089 27	-0,4357 56	-0,0082 1	-0,6420 ⁺⁺
Výška porastu lucerny ³	(%) x_2	0,3723 60	-0,0102 2	-	-0,0033 0	-0,2286 37	-0,0083 1	0,1219
Hustota porastu lucerny ⁴	(%) x_3	0,4826 69	0,0244 3	-0,0025 0	-	0,1781 25	0,0114 2	0,6940 ⁺⁺
Počet burín ⁵	(%) x_4	-0,5837 63	-0,0421 5	0,1458 16	-0,1473 16	-	-0,0100 0	-0,6373 ⁺⁺
Hmotnosť koreňov lucerny ⁶	(%) x_5	0,0267 4	0,0173 3	-0,1157 20	0,2068 36	0,2185 37	-	0,3537 ⁺⁺

¹factor of the effect, for 2-6 see Tab. I, ⁷direct effect on yield, ⁸indirect effect on yield through, ⁹correlation coefficient

stredníctvom počtu i hmotnosti ježatky, hmotnosť mrlíka prostredníctvom jeho početnosti a najmä cez hmotnosť ježatky a jej početnosť. Obe buriny pôsobili určitým podielom aj prostredníctvom znižovania početnosti stoniek lucerny. Hustota porastu lucerny bola v negatívnej korelácii s početnosťou i hmotnosťou oboch burín. Hmotnosť oboch burín vysokopreukazne závisela od ich početnosti. Medzi oboma ukazovateľmi oboch burín boli vysokopreukazne pozitívne korelácie až na vzťah medzi početnosťou mrlíka a hmotnosťou stavikru, ktorý dosiahol len preukaznú úroveň.

DISKUSIA

Len v jednom z troch rokov nepôsobili buriny preukazne na úrodu lucerny, hoci sa podieľali na hmotnosti prvej kosby takmer tretinou (31 %) a ich početnosť dosiahla 20 rastlín.m⁻². Je to zdanlivo v rozpore s poznatkami z literatúry (Borona, Karasevič, 1994). Citovaní autori zistili určitú škodlivosť už pri výskyte 5 burín.m⁻², avšak za ekonomický prah potreby chemického zásahu pri lucerne bez krycej plodiny v roku sejby považujú hustotu 26 burín.m⁻². Pri krmovinách je škodlivosť burín zrejme závislá okrem druhu burín vo veľkej miere aj od konkrétnych agroekologických podmienok. Napr. Alijev, Ladin (1990) vypočítali pre ďateľinu účinný ekonomický prah efektívneho zásahu pri 58 burinách.m⁻².

Tak hustota burín, ako aj ich hmotnosť významne negatívne ovplyvňovali dôležité prvky úrodnosti lucerny, hustotu porastu a hmotnosť jej koreňov. Nepôsobili však negatívne na výšku, naopak vplyv početnosti burín tu bol pozitívny a navyše vysokovýznamný. Pozoruhodný pozitívny vplyv hustoty burín na výšku lucerny

možno chápať skôr ako reakciu lucerny na konkurenciu burín. Negatívna korelácia medzi výškou porastu lucerny a hmotnosťou jej koreňov zrejme pramení zo skutočnosti, že lucerna po sejbe bez krycej plodiny v roku sejby, najmä v období do prvej kosby, vytvára prednostne bohatý koreňový systém.

Buriny v krmovinách sa podieľajú na tvorbe úrody, ovplyvňujú pritom okrem jej množstva aj kvalitu. Pokúsili sme sa ich hmotnostný príspevok vylúčiť tým, že hodnotíme len úrodu samotnej lucerny (y), zistenú z botanických rozborov. Z tohto aspektu sa potom negatívny účinok burín uplatňoval priamo (preukazný determinančný koeficient) ich početnosťou, zatiaľ čo hmotnosťou sa uplatňoval vyložene sprostredkované najmä cez uvedenú početnosť. V našom prípade teda negatívny účinok burín spočíval prvotne v ich početnosti a druhotne v ich hmotnosti. Vyplýva to zrejme z toho, že početnosť (abundancia) podmieňuje hmotnosť viac, ako tomu môže byť naopak.

Hustota lucerny mala zo všetkých ukazovateľov najsilnejšie priame pôsobenie na úrodu. V tvorbe úrody prvých kosieb lucerny v roku sejby bez krycej plodiny máva hustota obyčajne väčší vplyv ako výška porastu (Jamriška, 1988). Hustota porastu, v našom prípade stoniek, viac variovala a bola zrejme dôležitejším prostriedkom kompenzácie ako výška porastu. Účinok koreňovej hmoty lucerny sa podľa očakávania na tvorbu úrody uplatňoval vyložene nepriamo. Zaujímavé však je, že okrem pozitívneho pôsobenia cez hustotu porastu sa koreňová hmota uplatňovala pozitívne aj prostredníctvom početnosti burín. Táto zdanlivo nelogická relácia zrejme naznačuje, že dobré podmienky pre vzchádzanie, poprípade i rast prevládajúcich burín (všetko jednoročné) boli vhodné aj pre rast koreňov lucerny. Navyše môžeme sa domnievať, že pri rovnakej

V. Základné štatistické charakteristiky – Basic statistical characteristics

Rok ¹	Ukazovateľ ²	Echinochloa cruss-galli E C-G		Chenopodium album CH A		Polygonum persicaria P P		Lucerna ³		
		počet ⁴ (ks.m ⁻²)	hmotnosť ⁵ (t.ha ⁻¹)	počet (ks.m ⁻²)	hmotnosť (t.ha ⁻¹)	počet (ks.m ⁻²)	hmotnosť (t.ha ⁻¹)	výška ⁶ (mm)	hustota ⁷ (stonky ¹⁴ .m ⁻²)	úroda ⁸ (t.ha ⁻¹)
1987	priemer ⁹	3,18	0,22	8,58	1,63			554,4	343,00	1,81
	rozptyl ¹⁰	11,17	0,03	55,90	1,76			1 266,36	17 944,33	0,41
	smerodajná odchýlka ¹¹	3,34	0,19	7,48	1,33			35,59	133,96	0,64
	variálny koeficient ¹²	105	83	87	81			6	39	36
1988	priemer	0,76	0,05			0,12	0,03	591,94	396,22	2,69
	rozptyl	2,79	0,01			0,10	0,003	6 739,28	13 902,17	0,35
	smerodajná odchýlka	1,67	0,11			0,31	0,05	82,09	117,91	0,59
	variálny koeficient	219	215			253	181	14	28	22
1989	priemer			9,14	0,39	47,31	1,94	684,17	419,33	2,10
	rozptyl			189,41	0,13	2 060,80	1,29	3 561,81	22 842,89	0,46
	smerodajná odchýlka			13,76	0,36	45,40	1,14	59,68	151,14	0,68
	variálny koeficient			151	91	95	59	9	36	32

¹year, ²indicator, ³alfalfa, ⁴number, ⁵weight, ⁶height, ⁷density, ⁸yield, ⁹average, ¹⁰dispersion, ¹¹standard deviation, ¹²variation coefficient, ¹³pieces, ¹⁴stems

hmotnosti burín ich väčší počet pôsobí zlepšujúco na úrodu lucerny (priestorové a plošné zriedenie negatívneho účinku). Z analýzy účinku najfrekvencovanejších burín *Chenopodium album*, *Echinochloa crus-gali* a *Polygonum persicaria* vyplynula opäť výrazná závislosť od ročníka a v podstate podobné trendy ako pri hodnotení celkového účinku burín. Ani jedna z týchto burín nepôsobila negatívne na výšku lucerny. Hustotu porastu ovplyvňovali negatívne *Chenopodium album*, *Polygonum persicaria* v dvoch rokoch a *Echinochloa*

crus-gali v jednom roku. Z výsledkov úsekovej analýzy možno usudzovať, že najvýraznejší negatívny účinok na úrodu lucerny v podmienkach pokusu mala *Echinochloa crus-gali*. V roku 1987 už 3 rastliny a 22 g vytvorenej sušiny tejto buriny.m⁻² znižovalo úrodu lucerny. Ježatka pritom predstavovala len 4 % z počtu a 8 % z hmotnosti všetkých burín, čo nabáda k opatrnému hodnoteniu tohto zistenia. Úseková analýza však indikuje výrazný priamy účinok početnosti ježatky (preukazný determinálny koeficient), cez ktorú

VI. Korelačné matice úsekovej analýzy vplyvu hmotnosti a početnosti vybraných burín na úrodu lucerny – Correlation matrices of sectional analysis of the effect of weight and number of selected weeds on alfalfa yield

		E C-G		CH A		x_5	x_6
		x_1	x_2	x_3	x_4		
1987	x_1	1					
	x_2	0,743 ⁺⁺	1				
	x_3	0,690 ⁺⁺	0,469 ⁺	1			
	x_4	0,280	0,314	0,763 ⁺⁺	1		
	x_5	-0,018	-0,042	0,190	0,267	1	
	x_6	-0,383	-0,301	-0,544 ⁺	-0,343	0,053	1
	y	-0,670 ⁺⁺	-0,480 ⁺	-0,655 ⁺⁺	-0,422	0,213	0,855 ⁺⁺
priamy účinok na úrodu ⁵		-0,694	0,205	0,369	-0,384	0,203	0,709
Preukazný determinálny koeficient ¹ $B_1 = 0,4645^+$, $B_6 = 0,6066^{++}$; celkový príspevok ² x_1-x_6 k určeniu ³ y: $R = 0,9365^{++}$							
		P P		E C-G		x_5	x_6
		x_1	x_2	x_3	x_4		
1988	x_1	1					
	x_2	0,535 ⁺	1				
	x_3	0,918 ⁺⁺	0,322	1			
	x_4	0,953 ⁺⁺	0,318	0,955 ⁺⁺	1		
	x_5	0,219	0,314	0,231	0,231	1	
	x_6	-0,504 ⁺	-0,279	-0,523 ⁺	-0,488 ⁺	-0,153	1
	y	-0,427	-0,184	-0,400	-0,387	0,578 ⁺	0,553 ⁺
priamy účinok na úrodu		-0,380	0,312	-0,097	-0,508	0,806	0,482
Preukazný determinálny koeficient $B_5 = 0,4655^{++}$; celkový príspevok ² x_1-x_6 k určeniu y: $R = 0,8622^{++}$							
		CH A		P P		x_5	x_6
		x_1	x_2	x_3	x_4		
1989	x_1	1					
	x_2	0,856 ⁺⁺	1				
	x_3	0,797 ⁺⁺	0,668 ⁺⁺	1			
	x_4	0,538 ⁺	0,707 ⁺⁺	0,792 ⁺⁺	1		
	x_5	0,167	0,349	0,220	0,312	1	
	x_6	-0,683 ⁺⁺	-0,642 ⁺⁺	-0,715 ⁺⁺	-0,604 ⁺⁺	-0,408	1
	y	-0,791 ⁺⁺	-0,795 ⁺⁺	-0,881 ⁺⁺	-0,828 ⁺⁺	-0,396	0,798 ⁺⁺
priamy účinok na úrodu		-0,290	0,014	-0,205	-0,367	-0,114	0,149
Preukazný determinálny koeficient $B_4 = 0,3036^+$; celkový príspevok ² x_1-x_6 k určeniu y: $R = 0,9031^{++}$; $n = 18$, Hd^4 : $p=0,05^+ = 0,47$, $p=0,01^{++} = 0,59$							

For 1-4 see Tab. II, ⁵direct effect on yield

x_1 ; x_3 = počet - number

x_2 ; x_4 = hmotnosť - weight

x_5 = výška lucerny - alfalfa height

x_6 = hustota lucerny - alfalfa density

y = úroda lucerny - alfalfa yield

sa uplatňoval nielen nepriamy vplyv jej hmotnosti, ale aj nepriame negatívne pôsobenie početnosti mrlika. Lucerne v súlade s doterajšími poznatkami (Martin 1975) zreteľne konkuroval aj mrlika. V rokoch 1987 a 1989 znížoval preukazne úrodu už pri výskyte 9 rastlín.m⁻². Pritom v prvom roku vytvoril do prvej kosby 139 g sušiny.m⁻², ktorá parciálne nedosiahla štatisticky významného účinku, hoci predstavovala 57 % z hmotnosti všetkých burín. V druhom roku 9 rastlín mrlika vyprodukovalo sice len 39 g.m⁻², avšak táto hmotnosť už preukazne znížovala úrodu. Uvedené relácie svedčia o značnej obtiažnosti pri stanovovaní tzv. prahov škodlivosti burín (Koblihová et al., 1987; Borona, Karasevič, 1994) a súčasne indikujú, že početnosť burín bude pritom zrejme smerodajnejšia.

Z troch analyzovaných burín bol najmenší predpoklad vzájomnej konkurencie medzi mrlíkom a stavikrvom. Naopak sme zistili vzájomný synergický účinok početnosti a hmotnosti oboch burín navzájom. Toto zistenie je o to presvedčivejšie, že obe buriny tvorili v danom prípade (1989) 98 % z hmotnosti a 37 % z početnosti všetkých burín. Preukazná pozitívna korelácia chýbala medzi hmotnosťou sušiny ježatky a hmotnosťou stavikrvu alebo mrlíka i medzi početnosťou ježatky a hmotnosťou stavikrvu, poprípade mrlíka. Z uvedených relácií vyplýva predpoklad väčšej konkurenčnej schopnosti ježatky aj voči ostatným burinám, najmä čo sa týka ich hmotnosti.

Kontaktná adresa:

Ing. Pavel Jamříška, CSc., Výzkumný ústav rostlinnéj
republika, tel.: 0838/223 11, fax: 0838/263 06

LITERATÚRA

ALIJEV, A. M. – LADONIN, V. F.: Vrednost' sornych rastenij. Zašč. Rast., 1990 (5): 15–16.

BORONA, V. P. – KARASEVIČ, V. V.: Vrednosť somniakov v bezpokrovných posevach lucerny. *Zašč. Rast.*, 1994 (3): 20.

JAMRIŠKA, P.: Analýza účinku hustoty porastu lucerny sietej na úrodu krmu. Poľnohospodárstvo, 34, 1988 (1): 3–11.

KOBLIHOVÁ, H. – FRANTIČ, T. – KOVÁŘ, P. – DOSTÁLEK, J. – STESKALOVÁ, H.: Interakce vybraných druhů rodu *Chenopodium* s jarní pšenicí. Preslia (Praha), 59, 1987: 341–348.

MARTEN, G. C. – ANDERSEN, R. N.: Forage nutritive value and palatability of 12 common annual weeds. *Crop Sci.*, 15, 1975 (6): 821–827.

MARTIN, M. P. L. D.: Interference of fathen (*Chenopodium album*) with lucerne (*Medicago sativa*) during establishment. N. Z. J. Agric. Res. (Wellington), 27, 1975: 593-596.

PULLI, S.: Seeding year alfalfa population development as influenced by weed competition and density of establishment. *J. Sci. Agric. Soc. (Finland)*, 52, 1980 (4): 403-422.

SUROVČÍK, J.: Vplyv burín na výšku a kvalitu úrody lucer-
ny siatej (*Medicago sativa*). [Kandidátska dizertácia.] Piešťan-
y, 1991. 85 s. – VÚRV.

Došlo 23. 5. 1996

ýroby, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, Slovenská

Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA

Vzpomínáme 100. výročí narození prof. Ing. Dr. Františka Duchoně, DrSc.

Prof. Ing. Dr. František Duchoně, DrSc., se narodil v Praze na Žižkově dne 20. února 1897. Po svých předcích původem z Příbramska zdědil lásku k přírodě a zemědělství, ve kterém také po celý život působil na mnoha významných úsecích, kde obětavě a neúnavně pracoval.

Absolvoval obor zemědělské a lesní inženýrství Českého vysokého učení technického v Praze. V roce 1922 obhájil u prof. Stoklasy doktorát z enzymologie. Počínaje rokem 1923 se více než 50 let věnoval výzkumné a vědecko-pedagogické práci, především v oboru agrochemie.

Pro vědecko-výzkumnou činnost měl vynikající předpoklady, značné teoretické vědomosti, dobrou orientaci v problematice, soustředěnost, cílevědomost a ohromný elán. Pochopil významné myšlenky svých předchůdců, především Liebiga, Prjanišnikova a svého učitele prof. Stoklasy a snažil se je dále tvůrčím způsobem uplatňovat a rozvíjet. Již jako mladý vědecký pracovník se neskláněl před uznávanými autoritami a dovolil si kritizovat jejich nesprávné názory. Dokladem toho je jeho kritika tzv. revolučního systému hnojařského, propagovaného německým ekonomem Aereboem, který doporučoval zvýšené dusíkaté hnojení k mobilizaci ostatních živin v půdě, především fosforu. Na základě důkladného rozboru označil tento systém za vykořisťování půd. V této souvislosti lze také uvést jeho vystoupení proti názorům prof. Lemmermana, který se snažil nahrazovat chybějící fosfor kyselinou křemičitou.

Z velkého počtu vědeckých prací prof. Duchoně lze uvést především studie zákonitostí výživy rostlin, mineralizace našich půd, mikroelementů, využití odpadů v zemědělství, výroby vícesložkových hnojiv, využití nových hnojiv v zemědělství, hydroponie a další. K nejvýznamnějším z jeho posledního období patří práce týkající se ochrany půdního fondu a životního prostředí. Na základě jeho výzkumu a za jeho odborné účasti byl u nás v roce 1950 vybudován první závod na výrobu průmyslového kompostu z městských a průmyslových odpadů VITAHUM.

Prof. Duchoně pilně pracoval i po odchodu na zasloužený odpočinek, který nastoupil až ve svých 73 letech. Zanechal nám tak bohatý literární odkaz svého plodného životního díla, přes 150 původních vědeckých prací a dále více než 1 300 článků, kritických studií, vědeckých pojednání pro odborný a denní tisk, mnoho brožur a knížek, skript, učebnic a monografií. Počet různých odborných přednášek a znaleckých posudků nelze ani vyčíslit.

Obrazem výzkumné a pokusné činnosti v oboru výživy rostlin a hnojení je jeho obsáhlé encyklopedické dílo *Výživa a hnojení kulturních rostlin zemědělských*, vydané v roce 1948. I když bylo napsáno před více než 50 lety, je svým pojetím základním dílem dodnes.

Významná byla také organizační činnost prof. Duchoně. V roce 1934 byl jmenován přednostou Ústavu pro výživu rostlin Státních výzkumných ústavů zemědělských v Praze. Byl také generálním sekretářem Československé akademie zemědělské. Na Vysoké škole zemědělské pracoval od roku 1948 až do roku 1971, kde působil jako vedoucí katedry agrochemie a výživy rostlin, dále byl členem vědecké rady Vysoké školy zemědělské a Agronomické fakulty, proděkanem a později prorektorem pro vědecko-výzkumnou činnost. Vychoval tisíce studentů a více než stovku aspirantů, mnozí jeho následovníci jsou významnými pracovníky ve vědě, výzkumu či v praxi.

V každé práci, vědecké, odborné i pedagogické, byl precizní. Byl neúnavným propagátorem racionální výživy rostlin a hnojení, tzv. biologicko-chemického pojetí výživy. Stal se důstojným pokračovatelem svého učitele prof. Stoklasy.

Vědecká erudice prof. Duchoně, jeho schopnost soustředit se, pracovat v předstihu a cílevědomě, jeho optimismus a pracovní elán, snaha o využití poznatků v praxi spolu s řadou dalších osobních vlastností, především velkou tolerancí a otevřeností, je pro nás, jeho žáky i spolupracovníky, významným odkazem.

Prof. Ing. Václav Vaněk, CSc.

VYTRVALOST DIPLOIDNÍCH A TETRAPLOIDNÍCH ODRŮD JETELE ZVRHLÉHO (*TRIFOLIUM HYBRIDUM* L.)

PERSISTENCE OF DIPLOID AND TETRAPLOID VARIETIES OF ALSIKE CLOVER (*TRIFOLIUM HYBRIDUM* L.)

V. Míka¹, S. Beran², J. Smrč²

¹ Institute of Agricultural and Food Information, Praha, Research Station of Grassland Ecosystems, Jevíčko, Czech Republic

² TAGRO Červený Dvůr, s. r. o., Breeding Station, Tábor, Czech Republic

ABSTRACT: In 1996 tetraploid variety Trend of alsike clover was certified. This variety is marked by improved agronomic properties, particularly by greater persistence. The latter property was tested in two clover-grass mixtures on two experimental sites during three or five years, respectively. The control variety Tábořský has been receded from the stand already in the second cropping year and fully disappeared after the third year, while the Trend variety receded a year later. This variety could be yet found in the fifth cropping year sporadically, particularly on moister site. The stock of dormant seeds in soil and their hard-seed quality are discussed in the article.

alsike clover; varieties; persistence; hard seeds; seed shedding; grass mixtures

ABSTRAKT: V roce 1996 byla v ČR povolena tetraploidní odrůda jetele zvrhlého Trend, vyznačující se zlepšenými agonomickými vlastnostmi, především větší vytrvalostí. Vytrvalost jsme ověřovali ve dvou jetelotravních směsích na dvou pokusných místech po dobu tří, resp. pěti let. Kontrolní odrůda Tábořský ustupuje z porostu už ve druhém užitkovém roce a po třetím roce zcela mizí, zatímco odrůda Trend ustupuje o rok později. Ještě v pátém užitkovém roce se v porostu ojediněle vyskytuje zvláště na vlhčím stanovišti. Je diskutována zásoba klíčivých semen v půdě a tvrdosemennost.

jetel zvrhlý; odrůdy; vytrvalost; tvrdá semena; vysemeňování; travní směsi

ÚVOD

Už Linné (cit. Stebler, Schrötter, 1892) doporučoval, aby byl jetel zvrhlý zaveden do kultury. V posledních letech byl tento druh v sortimentu povolených odrůd v ČR zastoupen jednou odrůdou (Tábořský). V roce 1996 k ní přibyla tetraploidní odrůda Trend, která v odrůdových pokusech vykazovala větší pícninářskou výkonnost, vytrvalost, zimovzdornost a odolnost vůči padlí jetelovému (*Erysiphe trifolii* Grev.) a rakovině jetele (*Sclerotinia trifoliorum* Erikss.). V začátku kvetení je o tři až čtyři dni pozdější, třebaže má vyšší rychlost jarního růstu. Lépe obrůstá po první seči. Semenářská výkonnost odrůdy Trend dosahuje úrovně diploidních odrůd jetele lučního (Tábor, Start), je však o 10 až 15 % nižší než výkonnost jetele zvrhlého odrůdy Tábořský.

Vyšší vytrvalost je zvláště cenná vlastnost. Vzhledem k tomu, že v odrůdových pokusech s jetelem zvrhlým byla hodnocena výhradně při pěstování v čistých kulturách, prověřovali jsme ji nyní v setých cenózách na stanovištích odpovídajících jeho ekologické amplitudě (Regal, Štráfelda, 1959; Regal, 1967).

Jetel zvrhlý je druh v průměru dvou- až tříletý, přičemž na orné půdě jeho pícninářská výkonnost zřetelně klesá již od druhého užitkového roku. Ve směsi s travami vytrvává v porostu poněkud déle, zvláště pokud využívání porostu dovoluje jeho vysemeňování. Nižší vytrvalost rozhodně nebývá zapříčiněna rakovinou jetele, která se u něho vyskytuje zcela ojediněle (Klitsch, 1960).

Při opakovaném pěstování na pozemku brzy po sobě je snášenlivý a tzv. jetelová únava se u něho projevuje v daleko menší míře než u jetele lučního. V travních porostech, kde se jeteli lučnímu nedaří (drsné klima, vyšší polohy, příliš zamokřené půdy, neodvodněná rašeniště s vysokým stavem podzemní vody, pozemky zamořené rakovinou), je nenahraditelný. Není sice zcela vhodný pro pastviny, ale i v nich je určitý podíl ve vysévání směsí opodstatněný (Klapp, 1956).

MATERIÁL A METODA

Pro pokusy byly vybrány dvě lokality:

1. Červený Dvůr (3 km jihovýchodně od Tábora) v nadmořské výšce 430 m, na orné půdě v úpadové

poloze (lokálně zamokřené). Genetickým půdním typem je zde hnědá půda oglejená (podle nomenklatury FAO Stagno-gleyic luvisol), ornice hlinitopísčité (sandy-loam), s nízkou přirozenou zásobou živin, pH 5,9, se sorpčním komplexem slabě nasyceným a obsahem humusu 22,2 g.kg⁻¹. V místě pokusu se jetel zvrhlý v kultuře nepěstoval více než 10 let, ani se nevyskytoval jako plevelný druh.

- Sezimovo Ústí, v komplexu luk v těsném sousedství řeky Lužnice, s hladinou podzemní vody v té době 45 cm, na ilimerizované půdě oglejené (Algo-gleyic luvisol), ornice jílovitohlinitá (clay-loam), s nízkou přirozenou zásobou P a Mg a střední zásobou K, pH 6,1, se sorpčním komplexem slabě nasyceným a obsahem humusu 38,9 g.kg⁻¹. Travní porost byl po první seči chemicky likvidován, plocha zorána a připravena diskovými branami. Jetel zvrhlý se v něm nevyskytoval.

a produkce biomasy byla vztažena na sušinu. V těchto letech byla pomocí bodové stupnice (9 až 1) hodnocena rychlost jarního růstu, rychlost obrůstání po první seči a těsně před druhou sečí výskyt padlí jetelového. V letech 1991 až 1995 byla v době senoseče hodnocena též projektivní dominance jetele zvrhlého (obr. 1). Od roku 1993 je plocha pokusu obhospodařována běžným provozním způsobem a sklízena společně s okolními loukami dvakrát ročně.

VÝSLEDKY

V travní směsi podle Osevy (tab. I) byl jetel zvrhlý zastoupen 10 %, ve směsi navrhované na Šlechtitelské stanici Hladké Žitovice 15,1 %. V prvním užitkovém roce byla pokryvnost jetele zvrhlého v porostu vyšší, než činil jeho podíl ve vysévané směsi. Ve druhém užitkovém roce došlo k menšímu poklesu, avšak zvláš-

I. Složení vysévaných jetelotravních lučních směsí (kg.ha⁻¹) – Composition of sown clover-grass meadow mixtures (kg.ha⁻¹)

Návrh ¹	OSEVA		Hladké Žitovice	
	pro vlhké polohy a vyšší oblasti ²		pro zaplavované lokality ³	
Směs ⁴	1	2	3	4
Jetel zvrhlý ⁵ Tábořský	3	–	5	–
Trend	–	3	–	5
Psárka luční ⁶ Levočská	4	4	5	5
Bojíněk luční ⁷ Větrovský	6	6	–	–
Kostřava luční ⁸ Otava	6	6	–	–
Kostřava rákosovitá ⁹ Kora	6	6	5	5
Festulolium ¹⁰ Felina	–	–	10	10
Lipnice luční ¹¹ Slezanka	3	3	–	–
Lipnice úrodná ¹² Rožnovská	–	–	5	5
Psineček výběžkatý ¹³ Rožnovský	2	2	3	3
Výsvek celkem ¹⁴ (kg.ha ⁻¹)	30	30	33	33

¹proposal, ²for moister and higher altitudes, ³for inundated localities, ⁴mixture, ⁵alsike clover, ⁶meadow foxtail, ⁷timothy, ⁸meadow fescue, ⁹tall fescue, ¹⁰festulolium, ¹¹smooth-stalked meadow grass, ¹²fertile meadow grass, ¹³white bent, ¹⁴total sowing rate

Pokusy byly založeny systémem znárodných bloků, plocha parcel činila 10 m², ve čtyřech opakováních. Složení lučních směsí č. 1 a 2 (tab. I) bylo převzato z firemního letáku s. p. Oseva pro vlhké polohy a vyšší oblasti, složení směsí č. 3 a 4 odpovídá doporučení ze Šlechtitelské stanice Hladké Žitovice z konce 80. let pro zaplavované pozemky. Do lýchých čísel směsí byl použit diploidní jetel zvrhlý odrůda Tábořský, do sudých čísel směsí novošlechtělec ČD-2 (od roku 1996 odrůda Trend).

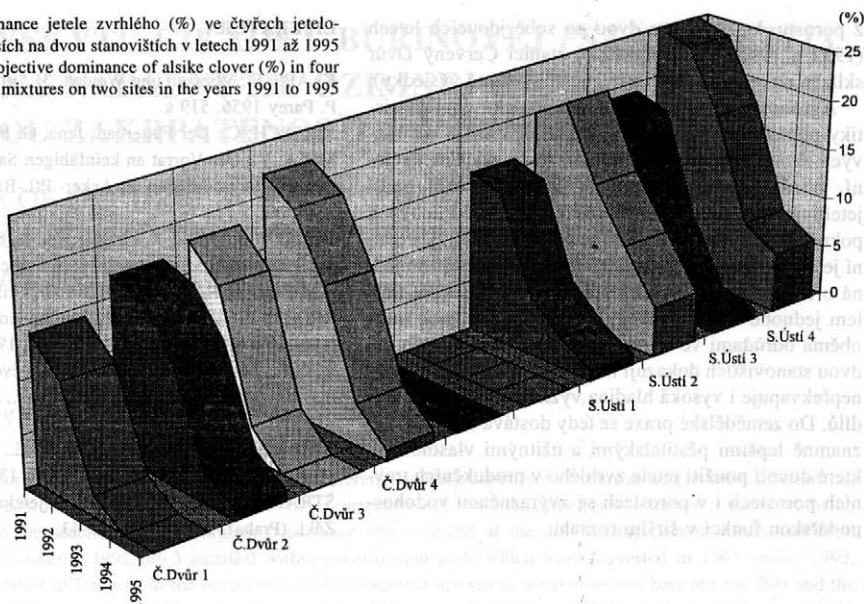
Před setím (v červnu 1990) bylo zapraveno 400 kg.ha⁻¹ kombinovaného hnojiva NPK₁ s deklarovaným obsahem 12 % N, 19 % P₂O₅, 19 % K₂O. Na jaře každého dalšího roku bylo na porosty aplikováno 300 kg.ha⁻¹ hnojiva NPK₁.

V roce zásevu byla začátkem září provedena odplevelovací seč, aniž by vyprodukovaná hmota byla vážena. V dalších letech byly porosty sklízány dvakrát ročně

tě na vlhčím stanovišti (u řeky) se udržela jeho pokryvnost stále na poměrně vysoké úrovni. Ve třetím roce došlo k výraznému poklesu, zvláště u diploidní odrůdy Tábořský. Tato odrůda se ve čtvrtém užitkovém roce ve směsích na orné půdě už vůbec nevyskytovala, na louce u řeky se udržovala pouze sporadicky (2 a 3 %). Naproti tomu odrůda Trend v průměru pěti let vykázala významně vyšší ($P_{0,99}$) pokryvnost (13,2 ± 7,5 %) než měla odrůda Tábořský (8,5 ± 7,5 %). V pátém užitkovém roce její pokryvnost činila ještě 5 a 6 %. Konkurenční schopnost odrůdy Trend je nepatrně větší, než má odrůda Tábořský, nicméně je i u ní zřetelně nižší než u jetele lučního tetraploidního.

Ve výnosu sušiny travních směsí s jetelem zvrhlým odrůdou Tábořský oproti odrůdě Trend nebyly zjištěny významné rozdíly v první ani ve druhé seči (4,72 ± 1,16 oproti 4,95 ± 1,21 t.ha⁻¹ v první seči, resp. 1,85 ± 0,32 oproti 1,59 ± 0,34 t.ha⁻¹ ve druhé seči).

1. Projektivní dominance jetele zvrhlého (%) ve čtyřech jetelo-travních lučních směsích na dvou stanovištích v letech 1991 až 1995 v době senoseče – Projective dominance of alsike clover (%) in four clover-grass meadow mixtures on two sites in the years 1991 to 1995 in hay-mowing time



Odrůda Trend se vyznačovala rychlejšími jarními růstem: v letech 1991 až 1993 činilo bodové hodnocení $6,93 \pm 0,32$ oproti $5,66 \pm 0,22$ u odrůdy Tábořský. Rozdíly jsou významné na hladině $P_{0,999}$. Začátek kvetení se u odrůdy Trend dostavil v průměru za 177 dní (od začátku roku), zatímco u odrůdy Tábořský za 173 dní. Rovněž obrůstání po první seči bylo u odrůdy Trend lepší. Bodové hodnocení činilo $6,08 \pm 0,10$ oproti $5,32 \pm 0,12$ a rozdíly jsou významné na hladině $P_{0,999}$. Odrůda Trend byla před druhou sečí napadána padlím jetelovým ($7,48 \pm 0,26$) méně než odrůda Tábořský ($6,84 \pm 0,22$). Rozdíly jsou významné na hladině $P_{0,999}$. Rakovina jetele se za dobu trvání pokusů nevyskytla.

DISKUSE

Jetel zvrhlý ve směsích s travami vytrváva poněkud déle než v odrůdových pokusech na orné půdě, kde byl pěstován v čisté kultuře (obr. 1), podobně i ve směsích se srhou hajní (Míka et al., 1997). Jak ve směsích, tak i v odrůdových pokusech přetrvává jetel zvrhlý první zimu na rozdíl od jetele lučního pravidelně velice dobře, a to i v nejtvrdších povětrnostních podmínkách. Za 30 let jsme na Šlechtitelské stanici Červený Dvůr nezaznamenali případ vyzimování jetele zvrhlého v první zimě. Předpokládáme, že během první zimy musí jetel zvrhlý překonávat značné stresové zátěže. Opakuje-li se nápor na jeho fyziologické funkce k vyrovnání stresů i v dalších obdobích, stává se často kritickým a rostliny ve větším počtu hynou.

Přirozeným areálem výskytu jetele zvrhlého jsou v prvé řadě tzv. louky zamokřené v zimě (Klapp, 1956) a fyziologie tohoto druhu je na tyto podmínky

naprogramována. Výpadek jetele zvrhlého z porostu po druhém či třetím roce může být částečně kompenzován samoobnovou, tj. vypadáváním semen na loukách střídavě spásaných, na loukách kosených opožděně a při ponechání vyššího strniště (Klitsch, 1956). Vzhledem k polovzpřímenému vzrůstu mohou přilehlé lodyhy ve vyšším strništi uniknout v první seči defoliaci a v našich podmínkách už koncem července přinést klíčivé semeno.

Ověřili jsme, že klíčivost zralého semene jetele zvrhlého z přirozených porostů nebývá významně nižší než klíčivost semene sklizeného z porostů na orné půdě (Beran, nepublikované výsledky). Podle uznávacích listů na odrůdu Tábořský ve stupni S_1 za časovou řadu let 1982 až 1995 tvrdosemennost kolísala od 1 do 42 % ($17,64 \pm 15,03$ %, $n = 14$). Tvrdosemennost jetele zvrhlého je tedy vyšší, než bývá u jetele lučního (Klitsch, 1960). Vyšší procento tvrdých semen je vyšší v ročníkách, kdy semena dozrávají za vyšších teplot a při nižší relativní vzdušné vlhkosti (Štráfelda, 1957). Etapové klíčení semen tedy přispívá k šíření, resp. udržení populací jetele zvrhlého v travních porostech. S přihlédnutím k této skutečnosti není snadné rozhodnout, zda vyšší pokryvnost jetele zvrhlého na vlhčím stanovišti (u řeky) byla výsledkem větší vytrvalosti rostlin v podmínkách menší stresové zátěže rostlin (vyvolané mrazem, nízkým obsahem kyslíku v rhizosféře apod.) nebo větším rozsahem samoobnovy rostlin ze zásoby klíčivých semen v půdě (Míka, 1978).

Vyšší pokryvnost tetraploidní odrůdy Trend bez výjimky na obou stanovištích, ve dvou typech lučních směsí, po druhém užitkovém roce ve srovnání s diploidní odrůdou Tábořský může tedy být chápána jako projev vyšší vytrvalosti této odrůdy. Dokladem vyšší vytrvalosti odrůdy Trend je též dobrý výnos semene

z porostu, který byl ve dvou po sobě jdoucích letech (1992 a 1993) na Šlechtitelské stanici Červený Dvůr sklizen na semeno (B e r a n, nepublikované výsledky).

Agronomické vlastnosti a fenologické charakteristiky popisované ve výroční zprávě ÚKZÚZ o odrůdových zkouškách (rychlost jarního růstu, počátek kvetení, obrůstání po první seči, odolnost vůči padlí jetelovému), exaktně prověřené v polních odrůdových pokusech s oběma odrůdami se projeví i při pěstování jetele zvrhlého ve směsích s travami. Třebaže se jedná o relativně malý rozdíl v bodovém hodnocení (kolem jednoho bodu), celkem pravidelné difference mezi oběma odrůdami ve třech letech, ve dvou směsích, na dvou stanovištích dokazují inherentní charakter, a proto nepřekvapuje i vysoká hladina významnosti těchto rozdílů. Do zemědělské praxe se tedy dostává odrůda s významně lepšími pěstitelskými a užitnými vlastnostmi, které dovolí použití jetele zvrhlého v produkčních travních porostech i v porostech se zvýrazněnou vodohospodářskou funkcí v širším rozsahu.

LITERATURA

- KLAPP, E.: Wiessen und Weiden. 3. Aufl. Berlin, Hamburg, P. Parey 1956. 519 s.
- KLITSCH, C.: Der Futterbau. Jena, G. Fischer 1960. 368 s.
- MÍKA, V.: Der Vorrat an keimfähigen Samen in südböhmischen Niedermoorböden. Z. Acker- Pfl.-Bau, 146, 1978: 222–234.
- MÍKA, V. – SMRŽ, J. – PELIKÁN, J.: Srha hajní (*Dactylis polygama* Horvat.) v jetelovinotravních směsích pícních a speciálních. Rostl. Vyr., 43, 1997 (v tisku).
- REGAL, V.: Ekologické indikační hodnoty nejrozšířenějších lučních rostlin ČSSR. Rostl. Vyr., 13, 1967 (1): 77–88.
- REGAL, V. – ŠTRÁFELDA, J.: Přspěvek k ekologii deseti hlavních lučních leguminóz. Rostl. Vyr., 5, 1959 (11): 1473–1510.
- STEBLER, F. G. – SCHRÖTTER, E.: Die besten Futterpflanzen. I. Teil, 2. Aufl. Bern, 1892. 135 s.
- ŠTRÁFELDA, J.: Tvrdá semena u jetelovin. Pícnin. Krmiv. Zák. (Praha), 1, 1957 (2): 42–43.

Došlo 12. 8. 1996

Kontaktní adresa:

Ing. Václav M í k a, DrSc., Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, Výzkumná stanice travních ekosystémů, K. H. Borovského 461, 569 43 Jevíčko, Česká republika, tel.: 0462/32 78 14, 0361/25 30 44, fax: 0361/25 30 43

VPLYV VÝSKYTU CIKÁDKY BURINOVEJ *PSAMMOTETTIX ALIENUS* NA NAPADNUTIE OZIMNEJ PŠENICE VÍRUSOVOU ZAKRPATENOSŤOU PŠENICE (WDV)

INFLUENCE OF OCCURRENCE OF *PSAMMOTETTIX ALIENUS* ON THE DEGREE OF ATTACK OF WINTER WHEAT WITH WHEAT DWARF VIRUS (WDV)

J. Praslička

University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT: In occurrence of *Psammotettix alienus* some differences among experimental years as well as among the sowing dates (Tab. I) were recorded. In all experimental years an occurrence of *Psammotettix alienus* was higher at the first sowing date as compared to the second one. The highest occurrence was recorded at the first sowing date in autumn of 1990 (50.7 cicadas) and in autumn 1992 (66.3 cicadas) within experimental plots which were harvested in 1991 and/or 1993, respectively. The greatest differences in the occurrence of *Psammotettix alienus* in autumn season between the first and the second sowing dates were recorded within experimental plots which were also harvested in 1991 (24.7 cicadas) and 1993 (22.3 cicadas). When evaluated a degree of attack of winter wheat with the wheat dwarf virus, the differences among experimental years, varieties and sowing dates as well (Tab. II) were evident. The highest degree of attack of winter wheat with wheat dwarf virus was recorded at the first sowing date in 1991 (9.4%) and in 1993 (9.0%). When compared the results of the occurrence of *Psammotettix alienus* (Tab. I) and the attack of winter wheat with wheat dwarf virus (Tab. II), a certain relation is evident. The attack of winter wheat with wheat dwarf virus corresponded with the occurrence of *Psammotettix alienus*. The attack degree of winter wheat with wheat dwarf virus in relation to the occurrence of *Psammotettix alienus* was characterized by the values of regression coefficient ($b_y = 0.101X$). This relation was also confirmed by the calculated significant correlation coefficient ($R = 0.51$). Winter wheat variety Hana was the most attacked variety (6.4 to 17.2%) whilst the variety Blava was attacked least (1.5 to 8.6%).

winter wheat; *Psammotettix alienus*; wheat dwarf virus

ABSTRAKT: V rokoch 1990 až 1993 pri rôznych termínoch sejby bol sledovaný vplyv výskytu cikádky burinovej na napadnutie ozimnej pšenice vírusovou zakrpatenosťou pšenice. Vo výskytke cikádky burinovej boli zaznamenané určité rozdiely medzi jednotlivými rokmi, ako aj medzi výsevmi. Celkovo výskyt cikádky burinovej bol vo všetkých rokoch vyšší v prvom než v druhom termíne výsevu. Najvyšší výskyt pri prvom termíne výsevu bol zaznamenaný v jeseni 1990 (50,7 jedincov) a v jeseni 1992 (66,3 jedincov) na pokusných poličkách, z ktorých bola zberaná úroda v roku 1991, resp. 1993. Najvyššie napadnutie ozimnej pšenice vírusovou zakrpatenosťou pšenice bolo tiež na poličkách v prvom termíne výsevu v roku 1991 (9,4 %) a v roku 1993 (9,0 %). Tento vzťah potvrdil aj vypočítaný preukazný kladný korelačný koeficient ($R = 0,51$). Zo sledovaných odrôd bola najviac napadnutá vo všetkých rokoch odroda Hana (6,4 až 17,2 %) a najmenej odroda Blava (1,5 až 8,6 %).

ozimná pšenica; cikádka burinová; vírusová zakrpatenosť pšenice

ÚVOD

Cikádka burinová i s ostatnými príbuznými druhmi sa v porastoch obilnín v našich podmienkach vyskytuje dosť pravidelne. Jej najcharakteristickejšie znaky: hlava má trojuholníkovitý tvar a na temene hlavy sú vždy tmavohnedé škvry v tvare dvoch trojuholníkov. Pronotum je zdobené šiestimi pozdĺžnymi sivohnedými pásikmi. Predné krídla sú orámované hnedou farbou,

ale zvlášť je viditeľné hnedé rámovanie poličiek. Všetky druhy možno bezpečne určiť len podľa páriacich orgánov samčeka, ktoré majú tvar upravenej lopatky (Miller, 1956).

Vírusová zakrpatenosť pšenice spôsobuje vírus zakrpatenosti pšenice – wheat dwarf virus, patriaci do skupiny gemini vírusov, ktorého častice sú izometrického tvaru, veľkosti cca 30 nm (Lindsten, 1978). Najcharakteristickejšie symptómy choroby sú zakrpatenosť

rastlín, redukcia rastu, odnoží, klasov a ich čiastočná alebo úplná sterilita (Vacke, 1961).

Vektorom vírusu zakrpatenosti pšenice je cikádka burinová, pričom iný spôsob prenosu tohto vírusu nie je doposiaľ uvádzaný (Bojňanský a kol., 1963). Autori ďalej uvádzajú, že testovacie cicanie cikádiek na zdroji nákazy trvalo v jednotlivých rokoch 6 až 8 dní. Inkubačné obdobie vírusu v rastlinách pšenice a jačmeňa sa pohybuje v rozpätí 10 až 25 dní. Vacke (1964) uvádza, že nymfám cikádky *Psammotettix alienus* stačí k akvizícii vírusu zakrpatenosti pšenice len 5 min. Autor ďalej zistil, že pri sériových prenosoch vírusonosná cikádka neinfikuje niektoré rastliny v sérii, hoci na nich cicala. Vacke (1971) uvádza, že pri jesennej infekcii dochádza k symptomatickému prejavu choroby zvyčajne pri skorých výsevoch obilnín.

Vírusová zakrpatenosť pšenice bola v bývalej ČSR prvýkrát zistená v 60. rokoch (Dlabola, 1960). Na Slovensku prvý výskyt zaznamenal Vacke (1979) v roku 1964. Silný výskyt v roku 1964 uvádza tiež Matlák (1989) a v roku 1990 v oblasti juhozápadného Slovenska Danko, Praslička (1991) a Vlčková (1993). Nowacka (1982) uvádza výskyt 39 druhov cikádiek na obilninách a 43 na semenných trávach v Poľsku. Medzi dominantné druhy patrí aj *Psammotettix alienus*. Autorka sa v uvedenej práci zaoberá aj bionómiou cikádky burinovej. V podmienkach Slovenska nie sú doposiaľ žiadne poznatky o jej výskyte a vplyve na výskyt vírusovej zakrpatenosti pšenice, preto sme pristúpili k riešeniu uvedenej problematiky.

MATERIÁL A METÓDA

Poľný maloparcelkový pokus bol založený na pozemkoch Experimentálnej bázy (EXBA) VŠP Nitra Dolná Malanta v rokoch 1990 až 1993. Plocha pokusu predstavovala 619,5 m². Jednotlivé políčky mali výmeru 20 m² (2 x 10 m), usporiadané v dvoch radoch so vzdialenosťou 1 m a medzi políčkami so vzdialenosťou 0,5 m. Do pokusu sme zaradili štyri odrody ozimnej pšenice: Hana, Livia, Barbara a Blava. Výsev sa robil v dvoch termínoch: prvý výsev v tretej dekáde septembra (20. 9. 1991, 22. 9. 1992, 21. 9. 1993), druhý výsev v prvej dekáde októbra (4. 10. 1991, 7. 10. 1992, 6. 10. 1993). Celkovo bolo 24 políčok v troch opakovaniach.

Priebeh výskytu cikádky burinovej sme zisťovali v 7- až 10denných intervaloch – v jeseni od vzhliadnutia ozimnej pšenice do príchodu mrazov a na jar od začiatku vegetácie do začiatku klásenia ozimnej pšenice. Odchyt sme robili smykaním (päť smykov na každom opakovaní variante). Determinácia hmyzu bola vykonaná v laboratóriu na katedre.

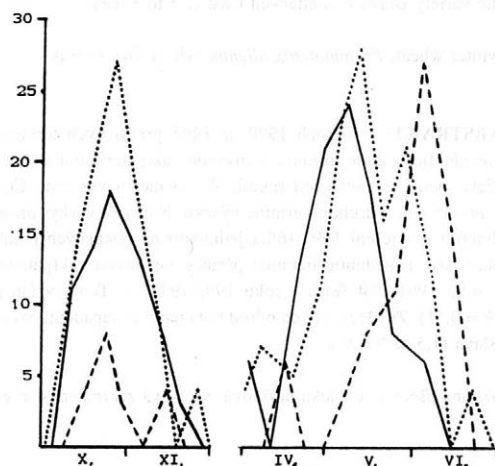
Napadnutie ozimnej pšenice vírusovou zakrpatenosťou pšenice sme hodnotili pred zberom úrod zo všetkých rastlín z políčok odpocitom zdravých a napadnutých, z čoho sme vypočítali percento napadnutia. Na štatistické vyhodnotenie výsledkov sme použili Tukeyov test (Anděl, 1985).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výskyt cikádky burinovej zaznamenaný na pokusoch ozimnej pšenice na EXBA VŠP Nitra Dolná Malanta v rokoch 1990 až 1993 uvádza tab. I, z ktorej vidno určité rozdiely vo výskyte cikádky burinovej medzi jednotlivými rokmi, ako aj medzi termínmi výsevu ozimnej pšenice. Najvyšší výskyt pri prvom termíne výsevu sme zaznamenali v jeseni 1990 (50,7 jedincov) a v jeseni 1992 (66,3 jedincov) na pokusných políčkach, z ktorých bola zberaná úroda v roku 1991, resp. 1993.

Na pokusných políčkach, z ktorých bola zberaná úroda v roku 1992, bol výskyt cikádky burinovej v prvom termíne výsevu v jesennom období oveľa nižší (11,7 jedincov). Celkovo výskyt cikádky burinovej bol vo všetkých rokoch vyšší v prvom než v druhom termíne výsevu. Najvyššie rozdiely vo výskyte cikádky burinovej v jesennom období medzi prvým a druhým termínom výsevu boli zaznamenané opäť na políčkach, z ktorých bola zberaná úroda v roku 1991 (24,7 jedincov) a 1993 (22,3 jedincov), pričom v roku 1992 bol rozdiel minimálny (1,7 jedincov). Tieto rozdiely boli potvrdené aj preukaznosťou pri štatistickom vyhodnotení výsledkov. Rozdiely vo výskyte cikádky burinovej medzi prvým a druhým termínom výsevu v jarom období boli veľmi malé (1991 – 8,0; 1992 – 5,0; 1993 – 9,7 jedincov).

Rozdiely v napadnutí jednotlivých odrôd ozimnej pšenice cikádkou burinovou neboli zaznamenané,



I. Priebeh výskytu cikádky burinovej *Psammotettix alienus* na ozimnej pšenici na EXBA VŠP Nitra Dolná Malanta v rokoch 1990 až 1993 – Culmination curves of the occurrence of *Psammotettix alienus* on winter wheat at EXBA VŠP Nitra Dolná Malanta site in the years 1990 to 1993

osa y: počet – y axis: number

— jeseň 1990 až jar 1991 – autumn 1990 to spring 1991

- - - jeseň 1991 až jar 1992 – autumn 1991 to spring 1992

..... jeseň 1992 až jar 1993 – autumn 1992 to spring 1993

Rok ¹		Výsev ²		Priemerný počet imág ⁵		
				$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\bar{x}_3$
1991	jeseň ³	1	1990	50,7 ± 1,45 A	50,2 ± 0,5 a	46,0 ± 4,15 a
			1991	49,7 ± 2,40 a		
	jar ⁴	2	1990	26,0 ± 1,53 B	41,9 ± 15,9 a	
			1991	57,7 ± 2,03 a		
1992	jeseň	1	1991	11,7 ± 2,19 A	36,5 ± 24,8 a	34,8 ± 1,65 b
			1992	61,3 ± 3,18 a		
	jar	2	1991	10,0 ± 1,53 A	33,2 ± 23,15 a	
			1992	56,3 ± 3,53 a		
1993	jeseň	1	1992	66,3 ± 1,67 A	60,8 ± 5,5 a	57,7 ± 3,15 c
			1993	55,3 ± 3,38 a		
	jar	2	1992	44,0 ± 3,06 B	54,5 ± 10,5 a	
			1993	65,0 ± 3,21 a		

1 – prvý termín výsevu – 1st sowing date

2 – druhý termín výsevu – 2nd sowing date

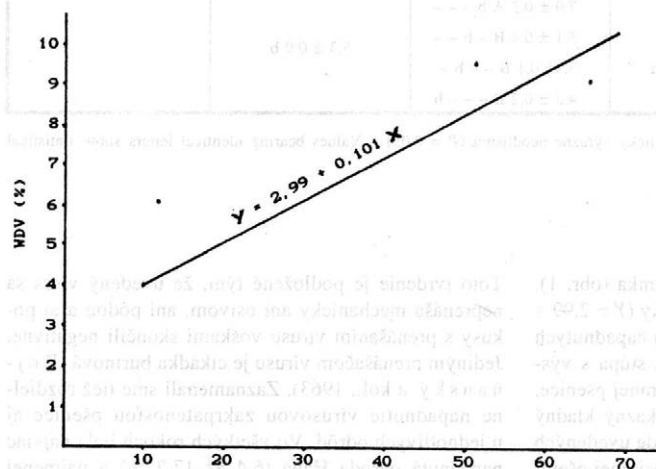
$\bar{x}_1$ – za obdobie (jeseň, jar) – for seasons (autumn, spring)

$\bar{x}_2$ – za výsevy – for sowing date

$\bar{x}_3$ – za roky – for experimental years

Hodnoty označené rovnakými písmenami sa štatisticky výrazne neodlišujú ($P = 0,05$) – Values bearing identical letters show statistical differences ($P = 0,05$)

¹year, ²sowing, ³autumn, ⁴spring, ⁵average number of imagoes



2. Grafické znázornenie korelácie medzi percentom napadnutých rastlín vírusovou zakrpatenosťou pšenice (WDV) a výskytom cikádky burinovej *Psammotettix alienus* (ks) – Graphically expressed correlation between the percentage of attacked plants by wheat dwarf virus (WDV) and the occurrence of *Psammotettix alienus* (pieces)

a preto ich napadnutie nebolo osobitne vyhodnocované. Grafické znázornenie priebehu výskytu cikádky burinovej v jesennom a jarnom období v rokoch 1990 až 1993 je znázornené na obr. 1.

Napadnutie ozimnej pšenice vírusovou zakrpatenosťou pšenice v pokusoch v rokoch 1991 až 1993 uvádza tab. II, z ktorej tiež vidno pri hodnotení napadnutia vírusovou zakrpatenosťou pšenice určité rozdiely medzi jednotlivými rokmi, odrodami, ako aj termínmi výsevu. Najvyššie napadnutie ozimnej pšenice vírusovou

zakrpatenosťou pšenice bolo v prvom termíne výsevu v roku 1991 (9,4 %) a v roku 1993 (9,0 %). Z porovnania výsledkov výskytu cikádky burinovej (tab. I) a napadnutia ozimnej pšenice vírusovou zakrpatenosťou pšenice (tab. II) vyplýva určitá súvislosť. Napadnutie ozimnej pšenice vírusovou zakrpatenosťou pšenice korešponduje s výskytom cikádky burinovej. Napadnutie ozimnej pšenice vírusovou zakrpatenosťou pšenice v súvislosti s výskytom cikádky burinovej charakterizujú aj hodnoty regresného koeficientu ($b_y = 0,101X$).

II. Napadnutie ozimnej pšenice vírusovou zakrpatenosťou pšenice (WDV) na EXBA VŠP Nitra Dolná Malanta v rokoch 1991 až 1993 – Attack degree of winter wheat with wheat dwarf virus (WDV) at EXBA VŠP Nitra Dolná Malanta site in the years 1991 to 1993

Rok ¹	Výsev ²	Odroda ³	Priemerné napadnutie ⁴ (%)		
			$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\bar{x}_3$
1991	1	Hana	17,2 ± 1,1 A a ---	9,4 ± 2,9 a	7,4 ± 2,0 a
		Livia	9,9 ± 0,6 B - a ---		
		Barbara	7,3 ± 0,5 B - - a -		
		Blava	3,2 ± 0,2 C - - - a		
	2	Hana	10,4 ± 0,6 A b ---	5,4 ± 1,9 b	
		Livia	6,1 ± 0,6 B - b --		
		Barbara	3,4 ± 0,3 C - - b -		
		Blava	1,9 ± 0,2 D - - - b		
1992	1	Hana	11,2 ± 0,3 A a ---	6,1 ± 1,8 a	4,4 ± 1,7 b
		Livia	4,8 ± 0,2 B - a --		
		Barbara	3,9 ± 0,1 B - - a -		
		Blava	4,2 ± 0,2 B - - - a		
	2	Hana	6,4 ± 0,4 A b ---	2,7 ± 1,2 b	
		Livia	1,5 ± 0,3 B - b --		
		Barbara	1,3 ± 0,4 B - - b -		
		Blava	1,5 ± 0,3 B - - - b		
1993	1	Hana	13,5 ± 0,8 A a ---	9,0 ± 1,6 a	7,8 ± 1,9 a
		Livia	12,1 ± 0,7 A - a --		
		Barbara	6,7 ± 0,3 B - - a -		
		Blava	8,6 ± 0,2 C - - - a		
	2	Hana	7,9 ± 0,3 A b ---	5,3 ± 0,9 b	
		Livia	5,1 ± 0,4 B - b --		
		Barbara	3,9 ± 0,1 B - - b -		
		Blava	4,3 ± 0,2 B - - - b		

Hodnoty označené rovnakými písmenami sa štatisticky výrazne neodlišujú ($P = 0,05$) – Values bearing identical letters show statistical differences ($P = 0,05$)

¹year, ²sowing, ³variety, ⁴average degree of attack

Potvrzuje to aj zakreslená regresná priamka (obr. 1). Jej smer vystihuje rovnica regresnej priamky ($Y = 2,99 + 0,101X$). Z priamky je zrejmé, že percento napadnutých rastlín vírusovou zakrpatenosťou pšenice stúpa s výskytom cikádky burinovej v porastoch ozimnej pšenice. Tento vzťah potvrdil aj vypočítaný preukazný kladný korelačný koeficient ($R = 0,51$). Na základe uvedených výsledkov predpokladáme, že k infekcii ozimnej pšenice vírusom zakrpatenosti pšenice dochádza v našich podmienkach prevažne na jeseň, a to hlavne na porastoch skôr vysiatych. Na vzídené porasty so skorším výsevom pšenice mali cikádky možnosť skôr naletávať a infikovať ich vírusom pri vyhľadávaní potravy ako na porastoch s neskorším výsevom. Cikádky sa zvyčajne objavovali na porastoch vysiatych v prvom termíne už v období, keď rastliny boli v rastovej fáze 2. listu.

Maximálny jesenný výskyt cikádky burinovej sme zaznamenali na porastoch s prvým termínom výsevu, keď sa rastliny nachádzali v rastovej fáze 3. a 4. listu. Pri cicaní cikádok na listoch rastlín týchto porastov došlo zároveň k prenosu vírusu zakrpatenosti pšenice.

Toto tvrdenie je podložené tým, že uvedený vírus sa neprenáša mechanicky ani osivom, ani pôdou a aj pokusy s prenášaním vírusu voškami skončili negatívne. Jediným prenášačom vírusu je cikádka burinová (Bojňanský a kol., 1963). Zaznamenali sme tiež rozdielne napadnutie vírusovou zakrpatenosťou pšenice aj u jednotlivých odrôd. Vo všetkých rokoch bola najviac napadnutá odroda Hana (6,4 až 17,2 %) a najmenej odroda Blava (1,5 až 8,6 %). Rozdielne napadnutie jednotlivých odrôd vírusovou zakrpatenosťou pšenice môže byť dôsledkom tolerantnosti odrody voči patogénu, ako uvádza aj napr. Vacke (1971).

LITERATÚRA

- ANDĚL, J.: Matematická statistika. Praha, SNTL/Alfa 1985. 346 s.
BOJŇANSKÝ, V. a kol.: Vírusové choroby rastlín. Bratislava, SVPL 1963. 540 s.

DANKO, J. – PRASLIČKA, J.: Vplyv niektorých agrotechnických zásahov na výskyt vírusu zakrpatenosti pšenice (WDV). In: Zbor. Škodliví činitelia hustosiatych obilnín a kukurice, Nitra, 1991: 58–62.

DLABOLA, J.: Pozor na novú chorobu pšenice. Za vys. Úrodu, 1960 (8): 403–405.

LINDSTEN, K.: Summary of work. Ann. Newslett. EWGGV, 2, 1978: 8.

MATLÁK, J.: Situačná správa. Bratislava, ÚKSÚP 1989: 12.

MILLER, F.: Zemědělská entomologie. Praha, NČSAV 1956. 1056 s.

NOWACKA, W.: Skoczki (*Homoptera*, *Auchenorrhyncha*) występujące w uprawach zbóż i traw nasiennych na terenie Polski. Rozpr. Nauk. Poznań, Wyd. Akad. Roln. 1982 (122): 82.

VACKE, J.: Wheat dwarf virus disease. Biol. Plant., 1961: 228–233.

VACKE, J.: Some new findings on wheat dwarf virus. Proc. 5th Conf. Czechoslov. Plant Virology, Praha 1962, 1964: 331–334.

VACKE, J.: Zakrslost pšenice. [Závěrečná zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1971. 73 s.

VACKE, J.: Nové virózy na obilninách a trávach v ČSSR. [Závěrečná zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1979. 26 s.

VLČKOVÁ, H.: Rozšírenie viróz v ozimných obilninách. Úroda, 1993 (7–8): 1993: 264.

Došlo 6. 5. 1996

Kontaktná adresa:

Doc. Ing. Ján Praslička, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 087/601, fax: 087/41 14 51, e-mail: kor@uniag.sk

Upozornění pro autory vědeckých časopisů

Z důvodu rychlejšího a kvalitnějšího zpracování grafických příloh (grafů, schémat apod.) příspěvků zasílaných do redakce Vás žádáme o jejich dodání kromě tištěné formy i na disketách.

Týká se to samozřejmě těch grafických příloh, které byly vytvořeny v nějakém programu PC (např. CorelCHART, Quatro Pro, Lotus 1-2-3, MS Excel). Vzhledem k tomu, že nejsme schopni upravit a použít pro tisk všechny typy (formáty) grafických souborů, žádáme Vás, abyste nám také kromě originálních souborů (např. z MS Excel typ *.XLS) zasílali grafické předlohy vyexportované jako bodovou grafiku v jednom z těchto formátů:

Bitmap	*.BMP
Encapsulated Postscript	*.EPS
Graphic Interchange Format	*.GIF
Mac paint	*.MAC
MS Paint	*.MSP
Adobe Photoshop	*.PSD
Scitex	*.SCT
Targa	*.TGA
Tag Image File Format	*.TIF (tento formát je nejkvalitnější)

Redakce časopisu

ENVIRONMENTAL EFFECT OF DRAIN WATERS FROM HEAVY TEXTURED SOILS

EKOLOGICKÝ VLIV DRENÁŽNÍCH VOD ODTÉKAJÍCÍCH Z TĚŽKÝCH PŮD

C. Juhász¹, L. Blaskó², A. Karuczka², J. Zsembeli²

¹Debrecen Agricultural University, Debrecen, Hungary

²Research Institute of Debrecen Agricultural University, Karcag, Hungary

ABSTRACT: In drained areas the accelerated material movement in correlation with the accelerated water movement are the typical characteristics. Besides the material movement which is favourable for the soil formation processes (leaching of the unwanted salts), the downward movement of the applied nutrients also must be taken into consideration. According to our results more extensive leaching out of materials can be expected when the drains are applied at the depth of 90 cm in the soil. We examined the work of shallow drains, when the precipitation of the winter half-year (October to March) was more than 150 to 180 mm. Statistically, we have not found significant correlation between the amount of waters and the concentrations of the elements in them. Our results in this field using clear measurement of input and output data can specify the determination of material movement of main nutrients and meso-elements. The results showed 93% nitrate, 5% ammonia and 2% nitrite forms of inorganic nitrogen in the drain waters. Considerable amount of leached nitrate-nitrogen could be defined numerically. The nitrate-nitrogen concentration of the discharged water generally varied between 28 and 268 mg.kg⁻¹. Division of N-fertilizers or only spring-time applications do not stop the nitrogen-loss, but decrease it significantly. Nitrate accumulation in the deeper layers of the drained soil could not be detected by using average N-fertilizer doses. The cations carried out by the drain waters can provide good results of the parameters, especially when there is a high concentration of soluble salts in the soil. On the other hand, there is an important environmental effect of sodium (800 to 1 800 kg.ha⁻¹) in the case of salt affected soils. According to the relatively high amount of calcium-loss (30 to 319 kg.ha⁻¹ per year) carried out by drain water, we must take care of adequate Ca-fertilization.

heavy textured soils; drain waters; leaching out of nutrients; fertilization

ABSTRAKT: V odvodňovaných oblastech je charakteristický zrychlený pohyb látek v korelaci se zrychleným pohybem vody. Kromě pohybu látek, který je příznivý z hlediska půdotvorných procesů (vyplavování nežádoucích solí), je nutné také počítat se sestupným pohybem aplikovaných živin. Podle našich výsledků lze extenzivnější vyplavování látek očekávat při umístění drenů v půdě v hloubce 90 cm. Zkoumali jsme funkci mělkých drenů, kdy srážky v zimním období (říjen až březen) byly vyšší než 150 až 180 mm. Nezjistili jsme významnou korelaci mezi množstvím vody a koncentracemi prvků v těchto vodách. Naše výsledky v této oblasti, které jsme získali přímými měřeními vstupních a výstupních dat, mohou přispět k přesnějšímu stanovení pohybu látek hlavních živin a mezoprvků. Výsledky prokázaly v drenážních vodách obsah 93 % dusičnanových, 5 % amonných a 2 % dusitanových forem anorganického dusíku. Značné množství vyplaveného nitrátového dusíku lze stanovit numericky. Obsah nitrátového dusíku ve vypouštěné vodě zpravidla kolísá mezi 28 až 268 mg.kg⁻¹. Rozdělení dávek N-hnojiv (nebo pouze jarní aplikace) tuto ztrátu dusíku nezastaví, ale významně ji sníží. Po aplikaci průměrné dávky N-hnojiv nebylo v hlubších vrstvách odvodňované půdy možné zjistit akumulaci nitrátů. Kationty unášené drenážními vodami mohou přispět k dobrým výsledkům parametrů, zejména při vysoké koncentraci rozpustných solí v půdě. Na druhé straně v zasolených půdách existuje významný ekologický vliv sodíku (800 až 1 800 kg.ha⁻¹). S ohledem na relativně značné množství vápníku (30 až 319 kg.ha⁻¹ za rok) vyplavovaného do drenážních vod musíme dbát o přiměřené přihnojení vápníkem.

těžké půdy; drenážní vody; vyplavování živin; hnojení

INTRODUCTION

The increased water movement and – in correlation with that – the intensive material movement are characteristics for drained areas. The shallow drain network

has intensive influence on the material movement of the soil layers above the drain system. This has a positive effect which increases the leaching processes of harmful salts, but at the same time the nutrient materials (mainly nitrogen) are leached out, too. The study

of proper use of N-fertilizers is reasonable on drained areas in the respect of environmental protection problems (eutrophication of water, high nitrate content of surface- and groundwaters), and through these human-biological problems (methemoglobinemia), and the economic disadvantages because of the losses. Therefore, in case of planning of drainage the loads caused by drain waters must be taken into account among other environmental protection and water quality preserving points of view.

Frissel (1978) studied the nitrogen balances of different countries and found that the annual average nitrogen surplus of intensively fertilized agro-ecosystems can reach 150 kg.ha⁻¹. By Kádár (1989) the majority of the N-fertilizers used by Hungarian agriculture was superfluous in the period of intensive fertilization. By the contemporary balance of the country, 100 to 200 000 t of N-fertilizers contaminated our environment with nitrates.

Several Hungarian scientists published data concerning nitrate leaching out (Lendvai, Avas, 1993; Thyll, 1984; Rézhegyi, Heltai, 1984; Nyíri, Karuczka, 1987; Kissevich, 1989; Németh, Molnár, 1989; Sziki, Papp, 1987). They have the same opinions that in the eighties the nitrate load of our environment increased, and the mobility and little absorption capacity of nitrate determine the material movement of ecosystems in various ways. Therefore, the practice of N-fertilization of drained areas, which are very sensitive in the point of view of environmental protection, must be studied.

Similarly to the Hungarian study results, the foreign researches regard the nitrogen as the most endangered nutritive material in leaching out (Muir et al., 1973; Petříková, Bunata, 1977; Svobodová, 1978; Uhlen, 1978; Lund, 1979; Rible, 1979; Jaakola, 1980; Baskin, Kudejarova, 1981; Armstrong et al., 1983; Colbourn, 1983; Míča et al., 1983; Wehrmann, Scharph, 1983; Míča et al., 1984; Pratt, 1984; Fisher, 1987; Wikström, 1988).

The opinion of Kismányoki (1990) is that the optimal use of nitrogen doses is coming into prominence instead of the quantity increase aspect because the economic aspect and the environmental protection have become more and more important.

Ruzsányi (1992) calls the attention to that the use of the fertilizer doses according to the plant demands does not mean a danger to the environment in every case and these doses can be determined on the basis of research results.

Nowadays, the fertilization (including use of N-fertilizers) has decreased to only a fragment of the past days (Kádár, Németh, 1993). Thus, this reason of nitrogen-load can stop, but nitrogen which has reached the deeper layers of the soil and is not available by the roots can move further towards the groundwater as a new source of danger. On the basis of several measurements made in Europe, Amberger (1979),

Quentin (1988), Terek et al. (1988), Streibel et al. (1989) established that the nitrate content of groundwaters shows increasing tendency year by year. Similar process can be observed (Csanády, 1980; Oláh et al., 1991; Kerényi, Pásztor, 1994) in Hungary. The sequence of the most important polluting sources is as follows: inorganic fertilizers, organic manures, nitrogen sedimentation, and nitrogen drain of the population. The groundwater flows towards the river basins. This flow under the surface contributes to the nitrate-transport of the rivers with 30 to 40% (Hill, 1983) as an average, but occasionally with 80 to 90% (Jackson et al., 1973).

The leaching out losses of phosphorus and potassium are significantly lower through the drainage systems. Ivanov et al. (1977), Walter, Hans (1983), Lendvai, Avas (1983), Sziki, Papp (1987) found that the leached out amounts of phosphorus and potassium are not considerable even in point of view of environmental protection, so the change of the recent phosphorus and potassium fertilization system is not necessary. Sisák (1995) published higher leaching out of phosphorus. He estimated 1.7 kg P₂O₅.ha⁻¹ let out by drain tubes in case of brown forest soil in the western catchment area of the Lake Balaton.

Bobrickaja (1975), Scheffer, Schachtschabel (1976), Siñnikov et al. (1989) emphasized the roles of calcium and magnesium in the respect of losses through drainage systems. Czeratzki (1972) gave data for Central Europe: the losses of calcium and magnesium are 80 to 256 and 10 to 80 kg.ha⁻¹, respectively.

MATERIAL AND METHODS

The large-scale experiments were carried out on alluvial meadow soil of an amelioration model site of the Research Institute of the Debrecen Agricultural University, Karcag, on the territory of the cooperative farm of Abádszalók, between 1984 and 1991. The investigated area is bordered by the Tisza-Lake and the Main Irrigation Channel called Nagykunsági. The lysimeter investigations are being made in containers filled with alluvial stratified soil origins from Tiszaszőlös in the lysimeter-station in Karcag, according to the detailed description of Karuczka (1989). The lysimeter investigation involves 42 plastic containers with the following parameters of each: the surface is 0.7 m², the depth is 2 m. The compensation system maintains the groundwater level at a certain depth. Three different levels are used: 90, 120 and 170 cm. The controlled conditions provide the possibility of the determination of the water, and material balances of each lysimeter.

The soil of the investigated area has clay texture, the clay content of the upper layers (above 70 to 120 cm) is 30 to 52%, in the deeper layers (under 70 to 120 cm) 17 to 30%, the sand ratio is 40 to 70%. The thickness of the humus layer varies between 70 and 120 cm, the

humus content of the cultivated layers is 0.8 to 3.4%. The upper layers are slightly acidic. The CaCO_3 appears only under the depth of 60 cm, its content is 2 to 18%. The field investigation area was reclaimed with chemical amendments in 1983. Sugar factory lime sludge was used as a liming material, the dose was 10 t $\text{CaCO}_3 \cdot \text{ha}^{-1}$. The plots were deep loosened at the depths of 60 cm with VIBROLAZ-80 and 80 cm with KAELEBLE TLG-12 in 1983.

The drain system was settled in 1983, with the following parameters: starting depth 80 cm, slope 0.1%, diameter of the perforated plastic tubes 80 mm, drain distance 25 and 50 m, respectively. The depth of the drain tubes in the lysimeter is 90 cm. Each collector tube is connected to measuring manholes, thus the amount of drained water and transported matters by water can be determined separately.

For the calculated fertilizer dose broadcast three different divisions were used: full dose in autumn, half dose in autumn and half dose in spring, full dose in spring (Blaskó, Juhász, 1994). In the case of the lysimeters the split-application was used. The doses were 50 to 200 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ in the effective substance.

The soil analysis was made according to the Hungarian standards (MSZ-08/202-215). The factors and calculation of the material balances are summarized in Fig. 1.

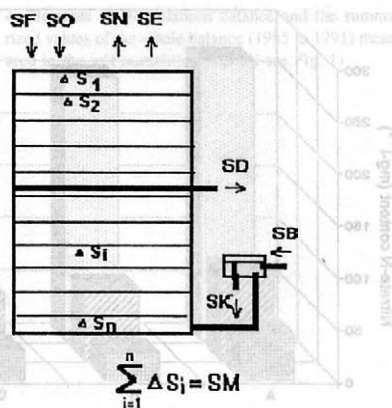
RESULTS AND DISCUSSION

Tab. I contains the precipitation data of the 50-year average, the investigated years (1984 to 1991) and the winter periods for the examination places.

The groundwater level in the field experiment varied between 90 and 200 cm in the wetter years, therefore we involved the lysimeter treatments with 120 cm deep groundwater level for the comparison. In the investigated period the drain system had outlet function in five years (Tab. II) in the case of the field experiment. The outlet function has correlation with the amount of

I. Precipitation data of the investigated sites

Year	Abádszalók		Karcag	
	total	winter half-year	total	winter half-year
precipitation (mm)				
50-year average	502.0	212.0	527.0	212.0
1984	453.3	155.6	497.9	160.3
1985	491.7	207.4	524.6	231.4
1986	285.4	203.0	399.9	218.3
1987	500.7	143.5	557.5	154.7
1988	531.2	263.8	484.5	240.6
1989	436.5	153.6	494.0	120.5
1990	361.8	94.3	367.1	111.8
1991	551.0	152.4	599.4	176.7



1. The scheme material balance calculation in a lysimeter

- SF: input material by fertilizer (1)
 SO: input material by irrigation (2)
 SN: plant uptake (3)
 SE: output material by surface run-off (4)
 SB: input material by groundwater (5)
 SK: output material by groundwater (6)
 SD: output material through drain tubes (7)
 SM: material balance of the soil monolith (8)
 ΔS_i : change of material content in soil layer (i) (9)

$$SM = SF + SO - SN - SE + SB - SK - SD$$

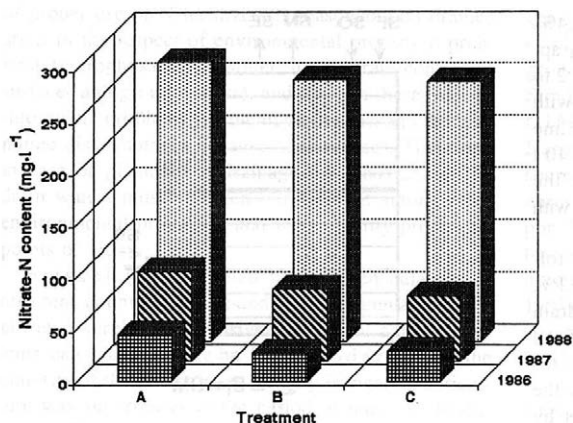
precipitation of winter periods. When the precipitation of winter period exceeded the amount of 180 mm, the drainage system let out water. In 1987 the outlet function in April and May can be explained by the 150 mm rainfall of these two months.

We determined nitrogen-forms and change of nitrogen-concentration in time of drain water. The inorganic nitrogen leached out by drain water has the following forms: 93% nitrate, 5% ammonium, 2% nitrite. So the nitrogen balance can be satisfactorily characterized by the determination of nitrate-nitrogen content of drain water.

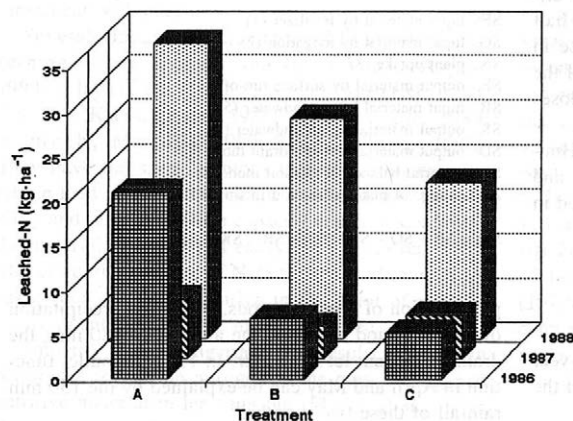
We examined the quantitative dynamics of the appearance of N-fertilizers broadcasted in different time and dose in the drain waters. Fig. 2 shows the three year dynamics of nitrate-concentration ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) of

II. Average amount of water let out through the drains

Year	Amount of water let out through the drains (mm)	
	lysimeters	field experiment
1985	2	97
1986	46	140
1987	85	37
1988	57	49
1989	0	0
1990	0	0
1991	44	25



2. The effect of the division of N-fertilizers on the nitrate-nitrogen content in field experiment; (A) N-fertilizer in autumn, (B) N-fertilizer in autumn and spring, (C) N-fertilizer in spring



3. The effect of the division of N-fertilizers on the nitrogen losses in field experiment; (A) N-fertilizer in autumn, (B) N-fertilizer in autumn and spring, (C) N-fertilizer in spring

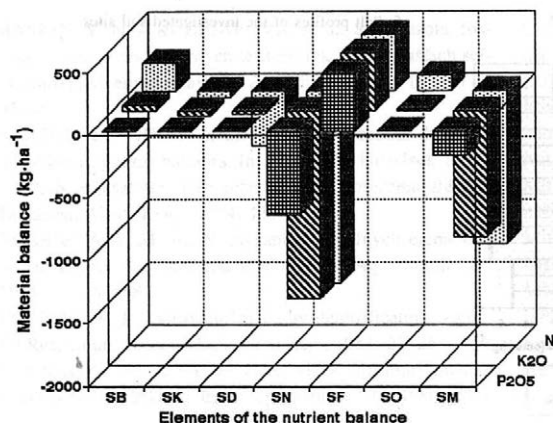
drain water, the losses expressed in nitrogen effective substance are shown in Fig. 3. The nitrogen-losses and nitrate concentration were lower as the average of three years in cases of treatments with spring, and split application of N-fertilizer. We measured the following losses expressed in percentage of the applied effective substance: after autumn application 9 to 32.5%, after split-application 3.4 to 24.3%, and after spring broadcasting 2.6 to 17.3%. But split-application of N-fertilizer does not mean protection against leaching out in case of a big amount of rainfall in the vegetation period. In case of a lot of precipitation at an advanced stage of decomposition we have to count with high absolute values of losses. For instance, between 19th and 26th of May the rainfall was 52 mm on the investigated area and the lost amount of nitrate varied between 6 and 10 kg·ha⁻¹ during that week. This quantity was 30 to 40% of the whole year loss.

The lysimeter experiment provides the possibility of the accurate determination of the total material balance (SM) and its each component. The summary of six year nutrient material balance is shown in Fig. 4. The plant uptake (SN) means the nutritive material taken up by

the whole plant, the input material by fertilizer (SF) is expressed in effective substance. The output material by groundwater (SK) and the leached out material through the drain (SD) characterize the mobility of the given nutrient element, according to N > K > P sequence.

The phosphorus balance (Fig. 4) is determined only by nutrient material supply and plant uptake values. In the case of potassium the water movement also has minimal influence. In the case of nitrogen, the leaching out compared to the fertilizer dose is considerably high, similarly to the field experiment data. On the basis of these data of the investigated period, the nutrient material movement of soil → groundwater direction was dominant, but in the second part of the vegetation period the groundwater caused an (SB) increase of nitrogen content of the soil monolith could also be detected.

The quantity of material put in by irrigation water (SO) significantly depends on the water quality. Tab. III contains the total material quantities leached out through the drains between 1985 and 1991. The first year (1985) data of lysimeter experiment cannot be



4. Elements of the nutrition balance and the summarized values of the whole balance (1985 to 1991) measured in the soil monoliths (legends see Fig. 1)

III. Leached materials in the drain water

	Year	Total salt concentration	Ca	Mg	Na	K ₂ O	P ₂ O ₅	N
		(kg.ha ⁻¹)						
Field experiment	1985	1 524	234	48	71	3.0	0.049	—
	1986	1 892	319	65	88	3.6	0.056	7.4
	1987	492	78	17	26	0.9	0.003	6.2
	1988	681	100	25	35	1.1	0.003	29.0
Lysimeters	1985	71	1	3	19	0.3	0.001	—
	1986	4 972	68	205	1 126	5.9	0.052	27.4
	1987	7 321	99	313	1 824	6.0	0.152	172.2
	1988	3 122	26	109	822	2.6	0.087	150.0
	1989	0	0	0	0	0	0	0
	1990	0	0	0	0	0	0	0
	1991	3 189	36	127	824	2.0	0.113	87.8

evaluated, probably because of lack of the steady state soil moisture distribution.

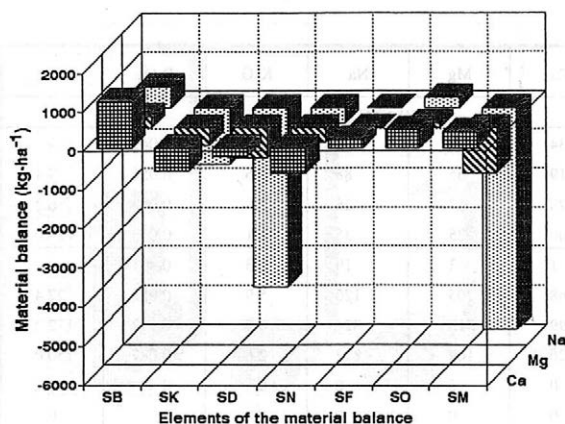
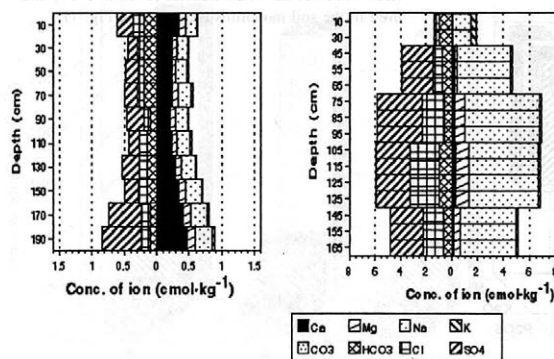
The experimental results cannot show considerable fluctuation of phosphorus (P₂O₅) concentration of drainwater in time (0.06 to 0.14 mg.kg⁻¹), the leaching out losses are low (0.01 to 0.15 kg P₂O₅.ha⁻¹ per year) which mean negligible amount from the point of view of environmental protection, too.

The leaching out data of potassium are low in both experiments and showed decreasing tendency during the investigation period. The losses were 0.9 to 3.6 kg K₂O.ha⁻¹ through the drains in the field experiment and 2.0 to 6.0 kg K₂O.ha⁻¹ in the lysimeters.

Great differences were found in nitrogen leaching out results between the years of the investigations. The nitrogen losses are much higher (27 to 170 kg N.ha⁻¹) in the lysimeters than in the case of the field experiment (6 to 29 kg N.ha⁻¹). The applied fertilizer doses were the same in both experiments, so the different nitrogen supplies of the soils must be the reason of the differences. This was verified by the available nitrate-

-nitrogen contents of the soils, in 1987 this value was 20 to 100 mg.kg⁻¹, and 10 to 30 mg.kg⁻¹ in the lysimeters, and in the field experiment, respectively. Comparing the vertical distribution of nitrate in the soil profiles no layer was found with a maximum peak in the different treatments of the experiments. The available nitrate-nitrogen content is 20 to 100 mg.kg⁻¹ in the layer of 0 to 40 cm, and 10 to 30 mg.kg⁻¹ in the deeper layers. Comparing the spring- and autumn-time sampling results we can establish that the vertical distribution characters are similar, the average quantity of nitrate is bigger in spring.

The leaching out data of calcium, magnesium and sodium are significantly different in the examined soils. The reason of this is the quantity and composition differences of exchangeable and water soluble cations. In the soil of Abádszalók the following exchangeable cation rates can be measured: Ca²⁺ 72 to 84%, Na⁺ 0.5 to 6%, Mg²⁺ 10 to 25%. These data for the soil of Tiszaszőlös: Ca²⁺ 25 to 45%, Na⁺ 0.5 to 20%, Mg²⁺ 35 to 55%. The water soluble salt contents and vertical



6. Elements of the cation balance and the summarized values of the whole balance (1985 to 1991) measured in the soil monoliths (legends see Fig. 1)

distribution of ions are shown in Fig. 5. In the groundwaters the chlorid- and sulphate-anions are dominant.

Reliable relation cannot be established between the amount of outlet water and the concentrations of each component of it after correlation analysis.

The calcium-concentration of the drain water of Abádszalók soil, which has better calcium supply capacity, varied between 150 and 250 mg.kg⁻¹, and decreasing tendency was detected year by year. In the second year after liming the average calcium-concentration of drain waters reached the value of 243 mg.kg⁻¹, then gradually decreased till 203 mg.kg⁻¹ by the fifth year, so high losses must be taken into account after liming. The amount of calcium let out by drain water is 78 to 319 kg.ha⁻¹ depending on the water outlet, the highest values were measured in the first years of the investigation (Tab. III). The decrease in the amount of calcium let out in time is even better expressed in the lysimeters than in case of Tiszaszőlös soil with lower calcium supply capacity.

The amount of magnesium leached out by drain water does not show considerable fluctuation, it was 17 to 65 kg.ha⁻¹ per year. In the lysimeters the soil has

higher magnesium supply, the leaching out has decreasing tendency, 109 to 313 kg.ha⁻¹ per year.

The sodium leaching out showed decreasing tendency in both cases, it was 26 to 88 kg.ha⁻¹ in Abádszalók soil with low sodium-content and 820 to 1 820 kg.ha⁻¹ in the lysimeters.

The results of cation balances (Fig. 6) showed out that in case of a higher water soluble salt-content considerable amount of basis-forming elements is leached out by drain water, what is favourable in the respect of leaching out of harmful salts. The decrease of calcium supply caused by leaching out has similar scale to the plant uptake. This fact calls the attention to maintain the calcium-balance of the soil in equilibrium by liming in drained areas.

REFERENCES

- AMBERGER, A.: Pflanzenernährung. UTB. Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer 1979.
- ARMSTRONG, A. C. - SHOW, H. - WILCOCHSOW, S. J.: Field drainage and nitrogen leaching some experimental results. J. Agric. Sci., 101, 1983 (1): 253-255.

- BASKIN, V. N. – KUDEJAROVA, A. J.: Smyv azota, fosfora i kalija iz vodosbornych teritorij rek, drenirujuščich sel'skochozajstvennyje rajony. *Agrochimija*, 17, 1981 (1): 35–45.
- BLASKÓ, L. – JUHÁSZ, C.: Nitrogénkimosódás drénezett talajokon trágyázás hatására. In: Trágyázási kutatások 1960–1990. Szerkesztette: Debreczeni Béla-Debreczeni Béláné. Budapest, Akad. Kiadó 1994: 131–133.
- BOBRICKAJA, M. Á.: Vymyvaniye pitatelnyh elementov iz pachotnyh počv nečernozej zemy. *Agrochimija*, 11, 1975 (11): 64–68.
- COLBOURN, P.: Nitrogen losses by denitrification. *Agric. Fd Res. Coun. Letcom. Lab. Ann. Rep.*, 1983: 25–26.
- CSANÁDY, M.: A felszín alatti vizek nitrátartalmának növekedése hazánkban. *Egészségtudomány*, 24, 1980: 209–216.
- CZERATSKI, W.: Die Stickstoffauswaschung in der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion. *Landbauforsch. Völknerde*, 23, 1972 (1): 1–18.
- FISHER, D. VON: Nährstoffverlagerung durch pflanzenbedarfgerechte Düngung verhindern. *Landwirtsch. Z. Rheinl.*, 154, 1987 (23): 1581–1582.
- FRISSEL, F.: Cycling of mineral nutrients in agricultural ecosystems. *Developments in agricultural and managed forest. Ecology* (Amsterdam, Elsevier), 3, 1978 (1): 1–356.
- HILL, A. R.: Denitrification: its importance in river draining an intensively cropped watershed. *Agric. Ecosyst. Envir.*, 1983 (10): 47–62.
- IVANOV, J. I. – KARLOV, E. M. – KASZATKINA, T. B.: Drenážnye vody kak pokazatel izmenenij v osyčajemyh počvach. *Počvovedenie*, 78, 1977 (5): 101–104.
- JAAKOLA, A.: Role des éléments nutritifs dans les sols et les cultures en Finlande. I. Relations entre éléments nutritifs dans les sols et les plantes de Finlande. *Phosph. Agric.*, 34, 1980 (77): 11–13.
- JACKSON, W. A. – ASMUSSEN, L. E. – HAUSER, E. W. – WHILE, A. W.: Nitrate in surface and subsurface flow from a small agricultural watershed. *J. Envir. Qual.*, 1973 (2): 480–482.
- KÁDÁR, I.: Kritikusán a műtrágyázásról. *Magy. Tudom.*, 1989 (7–8): 613–616.
- KÁDÁR, I. – NÉMETH, T.: Nitrát bemosódásának vizsgálata műtrágyázási tartamkísérletben. *Növénytermelés*, 42, 1993 (4): 331–338.
- KARUCZKA, A.: A nehéz mechanikai összetételű mélyben sós talajok nedvességszabályozásához kapcsolódó liziméter vízháztartás vizsgálatok módszertani tapasztalatai és eredményei. *Magyar Hidrológiai Társaság VII. Országos Vándorgyűlés Nyíregyháza*. V. kötet METESZ, Budapest, 1989: 55–62.
- KERÉNYI, A. – PÁSZTOR, A.: A talajvíz nitrátartalmának területi és időbeli változásai két búkkaljai falu példáján. *Földr. Közl.*, 1994 (2): 113–129.
- KISMÁNYOKI, T.: Környezetkímélő nitrogén-műtrágyázás? *Magy. Mezőgazd.*, 45, 1990 (33): 10.
- KISSEVICH, G.: Csapadék és drénvizek N-tápanyag összefüggései. In: Síkvidéki mezőgazdasági vízgazdálkodás. *Magyar Hidrológiai Társaság VII. Országos Vándorgyűlés. Nyíregyháza*. V. kötet METESZ, Budapest, 1989: 71–78.
- LENDVAI, Z. – AVAS, K.: Tápanyagkilúgzás vizsgálata talajcsővezett területen. *Melior. Tápanyaggazd.*, 1983 (2): 48–52.
- LUND, L. J.: Nitrogen studies for selected fields in Santa Maria Valley. A. Nitrate leaching and nitrogen balances. In: Nitrate in effluents from irrigated lands. *Rep. Nat. Sci. Fnd, Nat. Techn. Inform. Serv. Springfield, USA*, 1979: 355–415.
- MÍČA, B. – BEČKA, J. – VOKÁL, B.: Obsah vápníku v drenážních vodách. *Agrochimie*, 24, 1984 (11): 329–332.
- MÍČA, B. – VOKÁL, B. – BEČKA, J.: Obsah draslíku v drenážních vodách. *Agrochimie*, 23, 1983 (9): 257–264.
- MUIR, J. – SEIM, E. C. – OLSON, R. A.: A study of factors influencing the nitrogen and phosphorous contents of Nebraska waters. *J. Environ. Qual.*, 1973 (2): 466–470.
- NÉMETH, T. – MOLNÁR, E.: Racionális tápanyag-gazdálkodás és a környezetvédelem összefüggései talajnedvességszabályozott területeken. *Agrokémia és Talajtan*, 38, 1989 (1–2): 207–217.
- NYÍRI, L. – KARUCZKA, A.: The effect of ameliorative soil moisture regulation methods on nitrate dynamics in drainage waters. 5th Int. CIEC Symp. Balatonfüred, 1987: 191–194.
- OLÁH, J. – OLÁH, M. – VÍGH, G. – LAKATOS, G.: Folyókák nitrátosodása. *Magy. Tudom.*, 1991 (11): 1351–1363.
- PETŘÍKOVÁ, V. – BUNATA, Z.: Vliv hnojení na kvalitu drenážních vod. *Vod. Hospod.*, 9, 1977: 177–180.
- PRATT, P. F.: Nitrogen use nitrate leaching in irrigated agriculture. In: Nitrogen in crop production ASA, CSSA and SSSA, Madison, WI 1984: 319–333.
- QUENTIN, K. E.: Nitratsituation in der Bundesrepublik Deutschland. *Acta Hydrochim. Hydrobiol.*, 16, 1988: 385–396.
- RÉZHEGYI, P. – HELTAI, G.: A nitrogén kimosódásának vizsgálata liziméterekben N¹⁵ izotóp felhasználásával. *Melior. Tápanyaggazd.*, 1984 (2): 53–55.
- RIBLE, J. M.: Nitrates in the saturated zone of freely drained fields. In: Nitrate in effluents from irrigated lands. *Rep. Nat. Sci. Fnd, Nat. Techn. Inform. Serv. Springfield, USA*, 1979: 297–320.
- RUZSÁNYI, L.: A N-műtrágyázás hatása a termésre és a talajszelvény nitrátosodására. *Növénytermelés*, 41, 1992 (6): 497–510.
- SCHEFFER, F. – SCHACHTSCHABEL, P.: *Lehrbuch der Bodenkunde*. Stuttgart, Ferdinand Enke Verlag 1976.
- SILNIKOV, I. A. – MELNIKOVA, M. N. – LEBEDEV, S. N. – CYGUTKIN, S. M.: Vlijanie mineralnyh udobrenij i izvestkovanija na migraciju kalcija, magnija i soputstvujuščih elementov iz korneobitajemogo sloja dernovo-podzolistykh počv. *Agrochimija*, 25, 1989 (4): 82–87.
- SISÁK, I.: Mezőgazdasági eredetű nem-pontszerű tápanyagterhelés vizsgálata a tápanyagmérleg módszerével a Balaton nyugati vízgyűjtőjében. [Kandidátusi értekezés.] 1995.
- STREIBEL, D. – DUYNISVELD, W. H. M. – BÖTTHER, J.: Nitrate pollution of ground water in Western Europe. *Agric. Ecosyst. and Environ.*, 26, 1989: 189–214.
- SVOBODOVÁ, V.: Vliv fosforu a draslíku v drenážních vodách na eutrofizaci. *Meliorace*, 14, 1978: 125–134.
- SZIKI, G. – PAPP, G.: A tápanyagkilúgzás vizsgálata síkvidéki kötött talajon, talajcsővezett területen. *Melioráció-öntözés és tápanyaggazdálkodás*, 1987 (3): 3–8.
- TEREK, J. – BRÁZDA, J. – FERIANC, P.: Water quality in wells and water probes in intensively utilized agricultural

landscape (Eastern Slovakia Lowlands, CSSR). *Ekológia*, 7, 1988: 423-437.

THYLL S.: Síkvidéki kötött talajú területek talajcsővezésének új eredményei. In: *Komplex melioráció*. Georgikon Napok. Keszthely, 1984: 467-471.

UHLEN, G.: Nutrient leaching and surface runoff in field lysimeter on a cultivated soil. III. Seasonal variation in chemical composition of the drainage water. *Meld. Norg. Landbrhogs.*, 57, 1978: 22.

WALTER, H. – HANS, V.: Untersuchungen zur Ermittlung des Nährstoffaustrages durch die Dränung mit Hilfe von Be-

regnungsversuchen. Hamburg, Berlin, Verlag Paul Parey 1983.

WEHRMANN, J. – SCHARPF, H. C.: Stickstoffaustrag in Abhängigkeit von Kulturart und Nutzungsintensität in Intensivkulturen. In: *Nitrat ein Problem für unsere Trinkwasser versorgung? Arbeiten der DLG*. 177. Frankfurt/Main, DLG Verlag, 1983.

WIKSTRÖM, L.: Begränsad effekt av minskat kväveläckage. *Landmannen*, 1988 (12): 27.

Received on February 27, 1996

Contact Address:

Dr. Csaba Ju há s z, Debrecen Agricultural University, Böszörményi út 138, P. O. Box 36, H-4015 Debrecen, Hungary

INFLUENCE OF WINTER RYE SEED SIZE (*SECALE CEREALE* L.) ON GERM AND ROOTLET LENGTH, AND GRAIN YIELD

VLIV VELIKOSTI SEMEN OZIMÉHO ŽITA (*SECALE CEREALE* L.)
NA DÉLKU KLÍČKŮ A KOŘÍNKŮ A NA VÝNOS ZRNA

J. Martinčić, V. Guberac, S. Marić

Josip Juraj Strossmayer University, Faculty of Agriculture, Osijek, Croatia

ABSTRACT: During 1994, some laboratory tests have been conducted to determine influence of seed size in winter rye (variety Hacada) on germination, germ length and rootlet length. During 1994/1995 growing season, a field trial has been conducted to determine influence of seed size on field germination and grain yield. Seed calibration has been performed and seed fractions were analysed (mm of diameter) as follows: 2.8; 2.5; 2.2; as well as unsieved seed as a control. The seed fractions of 2.8 mm and 2.5 mm have had the largest values of germinability (95.75%), whereas the lowest values were attained with the seed fraction of 2.2 mm (92.50%). Similar results were also achieved with the seed size influence on germ length and rootlet length. Seed fraction of 2.8 mm has had the largest values of germ length (62.7 mm) and rootlet length (144.1 mm), whereas the lowest values were attained with the seed fraction of 2.2 mm, respectively (germ length 33.0 mm and rootlet length 72.1 mm). The largest number of emerged plants/m² was attained with the seed fraction of 2.8 mm (527 plants/m²) and the lowest one with the seed fraction of 2.2 mm (498 plants/m²). The greatest grain yield of winter rye was attained with the seed fraction of 2.8 mm (6 200.25 kg/ha), and the smallest grain yield with the seed fraction of 2.2 mm (5 891.25 kg/ha).

winter rye; *Secale cereale* L.; seed size; germination; rootlet length; germ length; emergence; grain yield; sowing stuff

ABSTRAKT: V roce 1994 jsme uskutečnili laboratorní zkoušky, v nichž jsme sledovali vliv velikosti semen ozimého žita (odrůda Hacada) na klíčivost, délku klíčků a délku kořínků. Během vegetačního období 1994/1995 proběhl polní pokus, v němž jsme zkoumali vliv velikosti semen na polní klíčivost a výnos zrna. Provedli jsme kalibraci semen a semena jsme rozdělili podle průměru (2,8; 2,5; 2,2 mm); netříděné osivo sloužilo jako kontrola. Semena o velikosti 2,8 mm a 2,5 mm vykazovala nejvyšší hodnoty klíčivosti (95,75 %), zatímco nejnižší hodnoty jsme zjistili u semen o velikosti 2,2 mm (92,50 %). Podobné výsledky jsme zaznamenali při sledování vlivu velikosti semen na délku klíčků a délku kořínků. Semena o velikosti 2,8 mm měla nejvyšší hodnoty délky klíčků (62,7 mm) a délky kořínků (144,1 mm), zatímco nejnižší hodnoty jsme zaznamenali u semen 2,2 mm (délka klíčků 33,0 mm a délka kořínků 72,1 mm). Nejvyšší počet vzešlých rostlin/m² jsme zjistili u semen o velikosti 2,8 mm (527 rostlin/m²) a nejnižší u semen 2,2 mm (498 rostlin/m²). Nejvyšší výnos zrna dosáhla semena o velikosti 2,8 mm (6 200,25 kg/ha), zatímco nejnižší výnos jsme zjistili u semen 2,2 mm (5 891,25 kg/ha).

ozimé žito; *Secale cereale* L.; velikost semen; klíčivost; délka kořínků; délka klíčků; vzházivost; výnos zrna; osivo

INTRODUCTION

Chastain et al. (1995a, b) concluded that large seeds had more rapid germination and have emerged more rapidly field emergence. Seedlings produced from large seeds of winter barley have emerged more rapidly and produced higher density stands than small seeds in Trial 1 (years 1990–1991) but not in Trial 2 (years 1991–1992), and plants grown from large seed were

somewhat larger in spring, but seed size had no other effect on growth or yield.

Seed quality of spring oats is of crucial importance for first phenophases and their growing, whereas the large seeds have had higher germinability and positive effects on grain yield than small seeds (Marshall, Sorrells, 1992). Large seeds of winter wheat had higher laboratory germination and larger values of germ length and rootlet length than small seeds

(Martinčić et al., 1990; Martinčić, Guberac, 1991, 1994). They reported that seed size has had the influence on the intensity and the rate of first phenophases in the development of spring barley. Kolak (1994) had similar results, whereas large seeds of winter wheat, winter rye and spring barley have had longer germ and rootlet than small seeds. Guberac (1992) reported that depending on spring barley seed size, the largest values of germ length and rootlet length were attained with the seed fraction of 2.8 mm, and the lowest values with the seed fraction of 2.2 mm. Therefore, the objective of the investigation was to determine whether there are any effects of varying seed size on seedling characters and grain yield, in winter rye.

MATERIAL AND METHODS

During 1994, the investigation was carried out in the laboratory of the Osijek Agricultural Faculty on the winter rye variety Hacada. Variety Hacada has been released by the German Bundessortenamt in 1993, with grain yield 7 t/ha and 1 000-kernel weight 31.90 g. Seed fractions were separated on the device after EBC. Four seed fractions were included in testing (mm of diameter) as follows: 2.8; 2.5; 2.2; and unsieved seed previously served as control.

For the analysis influence of seed size on germinability was applied the standard method for testing germinability (Pravilnik..., 1987). The determination of influence of seed size on germ length and rootlet length was preceded by taking samples of 1 000 seeds from each seed size, and from unsieved seed. The trial was established in ten replications (each replication value was the average of one hundred single measurements). The seeds germinated on wetted filter paper.

The field trial was conducted during 1994/1995 growing season on Osijek eutric cambisol of a normal degree of soil fertility, whose agrochemical characteristics are given in Tab. I. The previous crop was soybean. The field experiment was conducted by the latin square design with four treatments and experimental plot size 10 m² (5 m x 2 m). The sowing rate was 550 germinable seeds/m². During vegetation, the crops were not treated with herbicides, insecticides and fertilizers.

I. Soil analysis data on Osijek eutric cambisol (Eastern Croatia)

Humus	(%)	1.00
pH (H ₂ O)		6.08
N-NO ₃	mg/100 g	2.43
N-NH ₄	mg/100 g	0.81
P	mg/100 g	1.66
K	mg/100 g	7.79
Ca	mg/100 g	26.51
Active clay	(%)	20.51

RESULTS

Laboratory testing

The results of 1 000-kernel weight suggest that the 1 000-kernel weight was decreasing with smaller seeds of winter rye (Tab. II).

The largest values of laboratory germinability (Tab. III) were attained with the seed fraction of 2.8 mm and 2.5 mm (95.75%), and the lowest with the seed fraction of 2.2 mm (92.50%). The differences between seed fractions were significant ($P < 0.05$).

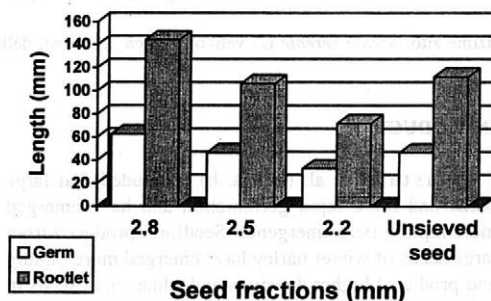
Depending on the seed size, the largest values of germ length (Tab. IV and Fig. 1) were attained with the seed fraction of 2.8 mm (62.7 mm), and the lowest values with the seed fraction of 2.2 mm (33.0 mm). Similar connection was found between seed size and rootlet length (Tab. V and Fig. 1). The largest values of rootlet length were attained with the seed fraction of 2.8 mm (144.1 mm), and the lowest with the seed fraction of 2.2 mm (72.1 mm), respectively. Statistically very significant and positive correlation ($r = 0.957^{**}$) has been found between germ length and rootlet length.

Field experiment

From the average values obtained in field investigation (Tab. VI), it is evident that the seed fraction of 2.8 mm gave the largest number of emerged plants/m² (527), and the seed fraction of 2.2 mm gave the smallest number (498 plants/m²). The greatest grain yield (Tab. VII) was attained with the seed fraction of 2.8 mm (6 200.25 kg/ha), and the smallest grain yield with the seed fraction of 2.2 mm (5 891.25 kg/ha). The differences found in grain yields between seed fractions were statistically very significant ($P < 0.01$).

DISCUSSION

Martinčić et al. (1990) and Martinčić, Guberac (1991) reported that larger seeds have a larger endosperm and larger laboratory germinability.



1. Influence of winter rye seed size on germ length and rootlet length

II. 1 000-kernel weight of winter rye seed size

Seed size (mm)	1 000-kernel weight (g)			
	2.8	2.5	2.2	unsieved seed
	40.38	33.01	24.30	32.01
	40.42	33.50	23.45	33.65
	40.05	33.32	24.00	32.16
	40.75	33.81	25.45	32.94
Average	40.40	33.41	24.30	32.69

III. Influence of winter rye seed size on laboratory germinability

Seed size (mm)	Germinability (%)			
	2.8	2.5	2.2	unsieved seed
	97	98	91	94
	94	96	93	95
	96	94	94	96
	96	95	92	94
Average	95.75	95.75	92.50	94.75

F (of treatments) = 5.305882*

$Lsd_{0.05} = 2.0504$, $Lsd_{0.01} = 2.8747$

IV. Influence of winter rye seed size on germ length

Seed size (mm)	Germ length (mm)			
	2.8	2.5	2.2	unsieved seed
	61	42	33	46
	61	43	25	48
	64	47	37	48
	64	54	36	47
	64	47	33	47
	68	50	36	49
	63	43	31	50
	60	46	30	47
	61	46	30	47
	61	47	33	41
Average	62.7	46.5	33.0	46.7

F (of treatments) = 1531.936**

$Lsd_{0.05} = 2.720$, $Lsd_{0.01} = 3.575$

Such high germinability rate of the largest seed was probably due to the fact that large seed has a large endosperm, when compared to the smaller seed. A larger endosperm means in the most cases a more vigorous endosperm, which implies that a larger quantity of nutrients and energy matters are available to the young germ. Similar results were obtained by Matotán (1992), who found that larger seed has a robust and a more vigorous germ which needs less time to emerge on the soil surface.

Also, seed size and 1 000-kernel weight have a positive effect on the germ length and rootlet length. Such

great effect revealed differences in the germ and rootlet length among certain seed size in winter rye might have been the consequence of seed size and endosperm filling with nutrient matters. This must have had positive effects on the speed and growth rate of germ and rootlet. Seed size which is used in seed production (2.8 and 2.5 mm in diameter) gave statistically very significant differences in germ length and rootlet length, when compared to the smallest seed diameter tested. Large seeds of winter rye always have longer germ length and rootlet length than small seeds (Ujević, 1988). Larger seeds had a larger content of organic matters

V. Influence of winter rye seed size on rootlet length

Seed size (mm)	Rootlet length (mm)			
	2.8	2.5	2.2	unsieved seed
	131	105	63	112
	150	109	66	109
	150	106	83	112
	141	110	75	111
	147	108	72	112
	139	103	76	116
	146	105	68	120
	143	110	73	105
	144	101	74	111
	150	104	71	114
Average	144.1	106.1	72.1	112.2

F (of treatments) = 3738.347**

$Lsd_{0.05}$ = 4.230, $Lsd_{0.01}$ = 5.559

VI. Influence of winter rye seed size on field germination (emerged plants/m²)

Seed size (mm)	Emerged plants/m ²			
	2.8	2.5	2.2	unsieved seed
	528	520	495	520
	526	521	498	518
	526	518	500	520
	528	517	499	522
Average	527	519	498	520

F (of treatments) = 376.000**

$Lsd_{0.05}$ = 1.8238, $Lsd_{0.01}$ = 2.7630

VII. Influence of winter rye seed size on grain yield

Seed size (mm)	Grain yield (kg/ha)			
	2.8	2.5	2.2	unsieved seed
	6 144	6 052	5 905	5 922
	6 297	6 091	5 902	5 931
	6 178	6 152	5 875	5 913
	6 182	6 105	5 883	5 900
Average	6 200.25	6 100.00	5 891.25	5 916.50

F (of treatments) = 47.017**

$Lsd_{0.05}$ = 61.1124, $Lsd_{0.01}$ = 92.5802

which during the first phenophases of the development (germination and emergence) largely brought about a quicker and more intensive growth of the primary rootlets. This is particularly important from the standpoint of seed production, where we should use primarily larger seed fractions of 2.8 and 2.5 mm as sowing stuff. With the use of such seed material, the probability of young seed crops decaying, caused by negative environmental factors, was reduced to the minimum rate (Martinčić, Guberac, 1994). Relationships ob-

served between various seedling characters in laboratory and field trials, stressed the importance of seedling vigour on crop development (Geiger, 1981; Wolski, 1970, 1975). Seed size of white winter wheat had no effect on laboratory germination, but seedlings from large seed have emerged more rapidly in the field. Plants grown from large seeds were taller, heavier, had more tillers and produced 4.2% greater grain yield than plants grown from small seeds (Chastain et al., 1995a, b).

Mihalić (1985), Kastori (1984) and Sarić (1981) had similar results and concluded that winter rye plants grown from large seeds had 20 to 30% greater grain yield than plants grown from small seeds. Jevtić (1981) concluded that large seeds of cereals always had longer germ length and rootlet length and greater grain yield. Pietrzak, Fulcher (1995), growing ten Canadian oat cultivars in 1984 and 1985 at five and four locations, have concluded that the environment has a little effect on the polymorphism of seed shape.

Bieri (1967), Kaltsikes (1970) and Geiger, Morgenstern (1979) concluded that interactions of genotypes with locations and years are an important source of variation in grain yield and its component traits. Gan, Stobbe (1995) reported that variation in seed size or planting depth within a row had no impact on percentage emergence, but non-uniform planting depth increased the proportion of infertile plants, mainly as a result of late emerging plants. Also, when small and large seeds were planted, the small-seeded plants produced 34% lower tiller grain yield than neighbouring large-seeded plants. Ragasitas, Lonhardne-Bory (1992) concluded that seedlings developing from wheat seeds with a diameter of 2.2 to 2.5 mm had lower weight and fewer roots than those originating from seeds in larger fraction. Field experiments also showed that if smaller seeds were sown, the initial development, leaf area and yield were poorer than those observed after sowing larger seeds.

CONCLUSIONS

The largest values of germ length were attained with the seed fraction of 2.8 mm, further with unsieved seed and seed fraction of 2.5 mm, whereas the lowest values were attained with the seed fraction of 2.2 mm. Similar results were obtained while investigating the influence of the seed size on rootlet length. It was found again that the rootlets were shorter with the smaller seed size and smaller kernel weight, respectively. The largest values were attained with the seed fraction of 2.8 mm and the lowest values with the seed fraction of 2.2 mm. The differences found in the germ and rootlet length, among seed fractions, were statistically very significant ($P < 0.01$).

The largest number of emerged plants was attained with the large seeds and the lowest one with the small seeds. Also, the large seed fraction achieved the greatest grain yield and the small seed fraction achieved the smallest grain yield. The differences were statistically very significant ($P < 0.01$).

The results of the investigations suggest that we should make efforts during seed processing to provide the highest possible percentage of the largest seeds, regardless of the seed category, and particularly in consideration of the seed grown under unfavourable cli-

matic and soil conditions. In this way we would produce little quantities of seed of a top-quality, which is one of the preconditions for stable growing and stable grain yield of winter rye.

Acknowledgements

We wish to thank our colleagues at The Institute of Agriculture in Osijek (Department of Plant Breeding) for helping in conducting the field trials and their financial support.

REFERENCES

- BIERI, W. G.: Wechselwirkungen zwischen Genotypen und Umwelt bei verschiedenen Getreidearten. Schweiz. Landwirtschaft. Forsch., 1967 (6): 358-370.
- CHASTAIN, T. G. - WARD, K. J. - WYSOCKI, D. J.: Stand establishment responses of soft white winter wheat to seedbed residue and seed size. Crop Sci., 35, 1995a (1): 213-218.
- CHASTAIN, T. G. - WARD, K. J. - WYSOCKI, D. J.: Seedbed residue and seed size relationships in winter barley. Agron. J., 87, 1995b (3): 517-520.
- GAN, Y. - STOBBE, E. H.: Effect of variations in seed size and planting depth on emergence, infertile plants, and grain yield of spring wheat. Can. J. Pl. Sci., 75, 1995 (3): 565-570.
- GEIGER, H. H.: Breeding methods in diploid rye (*Secale cereale* L.). Tagungsberichte (Berlin), 198, 1981: 305-332.
- GEIGER, H. H. - MORGENSTERN, K.: Stand der Hybridzüchtung bei Roggen. Getreide, Mehl u. Brot, 33, 1979: 225-231.
- GUBERAC, V.: Utjecaj veličine zrna na dužinu klice, korjenčica te neke komponente prinosa zrna kod jarog ječma. (The effect of seed size on germ length, rootlet length and some yield components in spring barley.) [Master Work.] Osijek, 1992: 24-44.
- JEVTIĆ, S.: Biologija i proizvodnja sjemena ratarskih kultura. (Seed biology and seed production.) Beograd, Nolit 1981: 209-224.
- KALTSIKES, P. J.: Genotype-environment interaction variations in yield trials of fall rye. Can. J. Pl. Sci., 50, 1970: 77-80.
- KASTORI, R.: Fiziologija semena. (Seed physiology.) Novi Sad, 1984: 200-203.
- KOLAK, I.: Sjemenarstvo ratarskih i krmnih kultura. (Seed science and technology of agricultural species.) Zagreb, Globus 1994: 86-90.
- MARSHAL, H. G. - SORRELLS, M. E.: Oat science and technology. Wisconsin, USA, 1992.
- MARTINČIĆ, J. - BEDE, M. - DREZNER, G.: Utjecaj veličine zrna, sadržaja škroba i bjelančevina na energiju klijanja i klijavost zrna ozime pšenice. (The effects of seed size, starch and protein contents on sprouting energy and germinability in winter wheat.) Savrem. Poljopriv., 1990 (5-6): 641-644.
- MARTINČIĆ, J. - GUBERAC, V.: Utjecaj veličine zrna, sadržaja škroba i bjelančevina na energiju klijanja i klijavost

zrna jarog ječma. (The effect of seed size, starch and protein contents on sprouting energy and germinability in spring barley.) *Bilt. Poljod.* (Zagreb), 1991 (5-12): 61-64.

MARTINČIĆ, J. – GUBERAC, V.: Dužina klice i korjenčica u suodnosu sa kultivarom i krupnoćom zrna ozime pšenice. (Germ length and rootlet length in correlation with varieties and seed size of winter wheat.) *Agron. Glas.* (Zagreb), 1994 (5-6): 461-470.

MATOTAN, Z.: Varijabilitet mase pšena i njen utjecaj na prirod pšenice. (Variability of kernel weight and influence on grain yield of winter wheat.) [Dissertation.] Zagreb, 1992: 87-104.

MIHALIĆ, V.: Opća proizvodnja bilja. (Plant production.) Zagreb, Školska knjiga 1985: 276-283.

PIETRZAK, L. N. – FULCHER, R. G.: Polymorphism of oat kernel size and shape several Canadian oat cultivars. *Can. J. Pl. Sci.*, 75, 1995 (1): 105-109.

RAGASITAS, I. – LONHARDNE-BORY, E.: Effect of wheat seed size on seed value and on yield quantity and quality. *Növénytermelés*, 41, 1992 (2): 149-153.

SARIĆ, M.: Fiziologija biljaka. (Plant physiology.) Beograd, 1981: 442-454.

UJEVIĆ, A.: Tehnologija dorade i čuvanje sjemena. (Seed technology and seed storing.) Zagreb, 1988: 17-21.

WOLSKI, T.: Studies on the inbreeding of the rye. *Genet. Pol.*, 1970 (11): 1-26.

WOLSKI, T.: The use of pair crosses in rye breeding. *Hodow. Rośl. Aklim. Nasien.*, 1975 (19): 509-520.

Pravilnik o kvaliteti sjemena poljoprivrednog bilja. (Seed quality regulations of agricultural species.) *Službeni list broj 47*, Beograd, 20. 8. 1987: 1153-1185.

Received on January 15, 1996

Contact Address:

Prof. Dr. Sc. Julije Martinčić, Josip Juraj Strossmayer University, Faculty of Agriculture, Trg Sv. Trojstva 3, 31000 Osijek, Croatia

POKYNY PRO AUTORY

Časopis uveřejňuje původní vědecké práce, krátká sdělení a výběrově i přehledné referáty, tzn. práce, jejichž podkladem je studium literatury a které shrnují nejnovější poznatky v dané oblasti. Práce jsou uveřejňovány v češtině, slovenštině nebo angličtině. Rukopisy musí být doplněny krátkým a rozšířeným souhrnem (včetně klíčových slov).

Autor je plně odpovědný za původnost práce a za její věcnou i formální správnost. K práci musí být přiloženo prohlášení autora o tom, že práce nebyla publikována jinde.

O uveřejnění práce rozhoduje redakční rada časopisu, a to se zřetelem k lektorským posudkům, vědeckému významu a přínosu a kvalitě práce.

Rozsah vědeckých prací nemá přesáhnout 15 stran psaných na stroji včetně tabulek, obrázků a grafů. V práci je nutné používat jednotky odpovídající soustavě měrových jednotek SI (ČSN 01 1300).

Vlastní úprava rukopisu má odpovídat státní normě ČSN 88 0220 (formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhůz na řádku, mezi řádky dvojitě mezery), k rukopisu je vhodné přiložit disketu s prací pořízenou na PC v některém textovém editoru, nejlépe v T602, a s grafickou dokumentací. Tabulky, grafy a fotografie se dodávají zvlášť, nepodlepují se. Na všechny přílohy musí být odkazy v textu.

Pokud autor používá v práci zkratky jakéhokoliv druhu, je nutné, aby byly alespoň jednou vysvětleny (vypsány), aby se předešlo omylům. V názvu práce a v souhrnu je vhodné zkratky nepoužívat.

Název práce (titul) nemá přesáhnout 85 úhůz. Jsou vyloučeny podtitulky článků.

Krátký souhrn (Abstrakt) je informačním výběrem obsahu a závěru článku, nikoliv však jeho pouhým popisem. Musí vyjádřit všechno podstatné, co je obsaženo ve vědecké práci, a má obsahovat základní číselné údaje včetně statistických hodnot. Musí obsahovat klíčová slova. Nemá překročit rozsah 170 slov. Je třeba, aby byl napsán celými větami, nikoliv heslovitě. Je uveřejňován a měl by být dodán ve stejném jazyce jako vědecká práce.

Rozšířený souhrn (Abstract) je uveřejňován v angličtině, měly by v něm být v rozsahu cca 1–2 strojopisných stran komentovány výsledky práce a uvedeny odkazy na tabulky a obrázky, popř. na nejdůležitější literární citace. Je vhodné jej (včetně názvu práce a klíčových slov) dodat v angličtině, popř. v češtině či slovenštině jako podklad pro překlad do angličtiny.

Úvod má obsahovat hlavní důvody, proč byla práce realizována a velmi stručnou formou má být popsán stav studované otázky.

Literární přehled má být krátký, je třeba uvádět pouze citace mající úzký vztah k problému.

Metoda se popisuje pouze tehdy, je-li původní, jinak postačuje citovat autora metody a uvádět jen případné odchylky. Ve stejné kapitole se popisuje také pokusný materiál.

Výsledky – při jejich popisu se k vyjádření kvantitativních hodnot dává přednost grafům před tabulkami. V tabulkách je třeba shrnout statistické hodnocení naměřených hodnot. Tato část by neměla obsahovat teoretické závěry ani dedukce, ale pouze faktické nálezy.

Diskuse obsahuje zhodnocení práce, diskutuje se o možných nedostacích a práce se konfrontuje s výsledky dříve publikovanými (požaduje se citovat jen ty autory, jejichž práce mají k publikované práci bližší vztah). Je přípustné spojení v jednu kapitolu spolu s výsledky.

Literatura musí odpovídat státní normě ČSN 01 0197. Citace se řadí abecedně podle jména prvních autorů. Odkazy na literaturu v textu uvádějí jméno autora a rok vydání. Do seznamu se zařadí jen práce citované v textu. Na práce v seznamu literatury musí být odkaz v textu.

Na zvláštním listě uvádí autor plné jméno (i spoluautorů), akademické, vědecké a pedagogické tituly a podrobnou adresu pracoviště s PSČ, číslo telefonu a faxu, popř. e-mail.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Original scientific papers, short communications, and selectively reviews, that means papers based on the study of technical literature and reviewing recent knowledge in the given field, are published in this journal. Published papers are in Czech, Slovak or English. Each manuscript must contain a short and a longer summary (including the key words).

The author is fully responsible for the originality of his paper, for its subject and formal correctness. The author shall make a written declaration that his paper has not been published in any other information source.

The board of editors of this journal will decide on paper publication, with respect to expert opinions, scientific importance, contribution and quality of the paper.

The paper extent shall not exceed 15 typescript pages, including tables, figures and graphs.

Manuscript layout shall correspond to the State Standard ČSN 88 0220 (quarto, 30 lines per page, 60 strokes per line, double-spaced typescript). A PC diskette should be provided with the paper, written in an editor program, preferably T602, and with graphical documentation. Tables, figures and photos shall be enclosed separately. The text must contain references to all these annexes.

The **title** of the paper shall not exceed 85 strokes. Subtitles of the papers are not allowed either.

Abstract is an information selection of the contents and conclusions of the paper, it is not a mere description of the paper. It must present all substantial information contained in the paper. It shall not exceed 170 words. It shall be written in full sentences, not in form of keynotes, and comprise base numerical data including statistical data. It must contain key words. It should be submitted in English and if possible also in Czech or Slovak.

Introduction has to present the main reasons why the study was conducted, and the circumstances of the studied problems should be described in a very brief form.

Review of literature should be a short section, containing only literary citations with close relation to the treated problem.

Only original method shall be described, in other cases it is sufficient enough to cite the author of the used method and to mention modifications of this method. This section shall also contain a description of experimental material.

In the section **Results** figures and graphs should be used rather than tables for presentation of quantitative values. A statistical analysis of recorded values should be summarized in tables. This section should not contain either theoretical conclusions or deductions, but only factual data should be presented here.

Discussion contains an evaluation of the study, potential shortcomings are discussed, and the results of the study are confronted with previously published results (only those authors whose studies are in closer relation with the published paper should be cited). The sections Results and Discussion may be presented as one section only.

The citations are arranged alphabetically according to the surname of the first author. References in the text to these citations comprise the author's name and year of publication. Only the papers cited in the text of the study shall be included in the list of references. All citations shall be referred to in the text of the paper.

If any abbreviation is used in the paper, it is necessary to mention its full form at least once to avoid misunderstanding. The abbreviations should not be used in the title of the paper nor in the summary.

The author shall give his full name (and the names of other collaborators), academic, scientific and pedagogic titles, full address of his workplace and postal code, telefon and fax number or e-mail.

OBSAH – CONTENTS

Vilček J., Gutteková M.: Energetický potenciál rastlinnej výroby v pôdno-ekologických podoblastiach Slovenska – Energy potential of plant production in pedological and ecological subregions of Slovakia	49
Slamka P., Pospíšil R., Holúbek R.: Energetická analýza pratotechnických technológií obnovy trávnych porastov pri rôznej úrovni výživy – Energy analysis of pratotechnic technologies in the process of grassland recovery under the various levels of nutrition	53
Stražil Z.: Obsah oleje a jednotlivých mastných kyselín u niektorých druhů alternatívnych olejnin – Content of oil and individual fatty acids in some species of alternative oil-bearing crops	59
Demko J.: Energetická analýza láskavca ohnutého (<i>Amaranthus retroflexus</i> L.) – Analysis of energy of <i>Amaranthus retroflexus</i> L.	65
Jamriška P., Surovčík J.: Vplyv zaburinenia na úrodu lucerny bez krycej plodiny v prvej kosbe – The effect of weed infestation on alfalfa yield without cover crop in first cutting	69
Míka V., Beran S., Smrž J.: Vytrvalost diploidních a tetraploidních odrůd jetele zvrhlého (<i>Trifolium hybridum</i> L.) – Persistence of diploid and tetraploid varieties of alsike clover (<i>Trifolium hybridum</i> L.)	77
Praslička J.: Vplyv výskytu cikádky burinovej <i>Psammotettix alienus</i> na napadnutie ozimnej pšenice vírusovou zakrpatenosťou pšenice (WDV) – Influence of occurrence of <i>Psammotettix alienus</i> on the degree of attack of winter wheat with wheat dwarf virus (WDV)	81
Juhász C., Blaskó L., Karuczka A., Zsembeli J.: Environmental effect of drain waters from heavy textured soils – Ekologický vliv drenážních vod odtékajících z těžkých půd	87
INFORMACE – STUDIE – SDĚLENÍ – INFORMATION – STUDY – REPORT	
Martinčič J., Guberac V., Marić S.: Influence of winter rye seed size (<i>Secale cereale</i> L.) on germ and rootlet length, and grain yield – Vliv velikosti semen ozimého žita (<i>Secale cereale</i> L.) na délku klíčků a kořínků a na výnos zrna	95
Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA – FROM THE SPHERE OF SCIENCE	
Vaněk V.: Vzpomínáme 100. výročí narození prof. Ing. dr. Františka Duchoně, DrSc.	76