



ÚZPI

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

ROSTLINNÁ VÝROBA

Plant Production

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

3

VOLUME 42 (LXIX)
PRAHA
BŘEZEN 1996
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 Bajči, 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. (Výzkumný 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. (Výzkumný ústav rastlinnej výroby, Piešťany, SR)
 Dr. Peter Newbould (The Macaulay Land Use Research Institute, Aberdeen, Scotland, UK)
 Ir. Cees van Ouwkerk (Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren Gm, 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 Suškevich, 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 Voříšek, 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 výkumu 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 zahrnuté 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).

ANALÝZA ŠTARTOVACÍCH ENZÝMOV KLÍČENIA ZRNA PŠENICE

ANALYSIS OF STARTER ENZYMES OF WHEAT GRAIN GERMINATION

D. Urminská, I. Michalík

University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT: Under the laboratory conditions (temperature 20 °C, moisture 100%) during 24 hours' incubation of wheat grain (variety Roxana, Zdar, Hana, Lívia, Bu-30, So-1946) we tested the activity of alpha-amylase, aminopeptidases, endoproteases, exoproteases and trypsin-inhibitor (TI). The results show that there is apparently a variety of difficulties of enzymatic activities (Fig. 1, Tab. I to V). Enzymes which are activated at first in germination are such as alpha-amylase (increase 8- to 14-fold) and endoproteases (increase 13- to 15-fold). The order of varieties by the increase of amylolytic activity are as follows: Hana, So-1946, Roxana, Zdar, Bu-30 and Lívia, and by the increase of endoproteases activity: Hana, Bu-30, Lívia, Roxana, So-1946 and Zdar. The maximal increase of aminopeptidases activity after 24 hours' incubation was only 2,5-fold in the comparison with dry grain. The highest value was determined in the variety Hana. On the contrary, least differences dependent on germination were determined in exoproteases activity. During the germination decreased the activity of trypsin-inhibitor 2- to 3-fold and there was a negative dependence between the activity of trypsin-inhibitor and the endoproteases activity. The most expressive fall of trypsin-inhibitor activity was determined in the variety Zdar. From this result follows that alpha-amylase and endoproteases are enzymes which determined the rate of grain germination.

germination of wheat grain; hydrolases; endoproteases; exoproteases; aminopeptidases; amylases

ABSTRAKT: V laboratórnych podmienkach pri teplote 20 °C a vlhkosti 100 % sme počas 24h inkubácie sledovali aktivitu alfa-amylázy, endoproteáz, exoproteáz a trypsin-inhibítora v zrne ozimnej pšenice (odrody Roxana, Zdar, Hana, Lívia a novošlachtence Bu-30, So-1946). Výsledky poukazujú na evidentné rozdiely v aktivite sledovaných enzýmov medzi odrodami. Medzi enzýmy, ktoré sa v procese klíčenia zrna aktivujú ako prvé, patria hlavne alfa-amyláza (zvýšenie aktivity 8- až 14násobné) a endoproteázy (13- až 15násobný nárast aktivity). Najvyššie hodnoty amylolytickej aktivity sme stanovili v poradí odrôd: Hana, So-1946, Roxana, Zdar, Bu-30 a Lívia a endoproteázovej aktivity v poradí: Hana, Bu-30, Lívia, Roxana, So-1946 a Zdar. V prípade aminopeptidáz maximálny nárast aktivity po 24h inkubácii bol len 2,5násobný oproti aktivite v suchom zrne, pričom najvyšší nárast aktivity sme stanovili v zrne odrody Hana. Naproti tomu počas inkubácie zrna sme nezistili evidentné rozdiely v aktivite exoproteáz. V procese klíčenia zrna pšenice dochádza k 2- až 3násobnému poklesu antitryptickej aktivity (najvýraznejšie pri odrode Zdar), pričom pozorujeme negatívnu závislosť medzi aktivitou trypsin-inhibítora a aktivitou endoproteáz.

klíčenie zrna pšenice; hydrolázy; endoproteázy; exoproteázy; aminopeptidázy; amylázy

ÚVOD

Výživná a osivárska kvalita zrna pšenice je determinovaná aktivitou hydrolytických enzýmov. Dôležitú úlohu majú najmä proteolytické a amylolytické enzýmy, ktoré štiepia makromolekuly organických látok a pripravujú tak dostatočné množstvo aminokyselín a monosacharidov potrebných pre syntézu látok nevyhnutných pre rast novej rastliny, aktivujú latentné formy iných hydroláz a iniciujú reakcie hydrolyzy zásobných polymérnych látok zrna.

Zdravé a suché zrná rôznych obilnín vykazujú relatívne nízke aktivity rôznych proteáz a amyláz, čo umožňuje ich dobrú skladovateľnosť a určuje vyhovujúcu technologickú kvalitu. Naproti tomu rýchlosť klí-

čenia je podmienená prítomnosťou a vysokou aktivitou hydrolytických enzýmov a absenciou látok inhibičnej povahy v zrne.

V súvislosti s týmto analyzujeme výsledky aktivity vybraných hydroláz (alfa-amyláza, endoproteázy, exoproteázy, aminopeptidázy) a trypsin-inhibítora počas inkubácie zrna jednotlivých odrôd pšenice.

MATERIÁL A METÓDA

Pre biochemické analýzy sme použili zrno ozimnej pšenice odrôdy Roxana, Zdar, Lívia, Hana a novošlachtence Bu-30, So-1946, ktoré boli dopestované na experimentálnej báze Katedry rastlinnej výroby AF VŠP v Nitre.

Stanovenie aktivity endoproteáz a exoproteáz

Endoproteázy a exoproteázy sme extrahovali metódou, ktorú publikoval Preston (1978). Ako substrát pre stanovenie aktivity endoproteáz sme použili 0,6% azoalbumín (Davídek a kol., 1981). Pre stanovenie aktivity exoproteáz sme ako substrát použili 0,5% hemoglobín (Lanoë, Dunnigan, 1978). Jedna jednotka proteolytickej aktivity (1 U) zodpovedá množstvu proteáz, ktoré spôsobia v prípade endoproteáz zvýšenie absorbancie pri 440 nm o 0,001 A_{440}/min a v prípade exoproteáz zvýšenie absorbancie pri 280 nm o 0,001 A_{280}/min .

Stanovenie aktivity alfa-amylázy

(alfa-1,4-glukan-glukano-hydroláza, EC 3.2.1.1)

Extraktiu alfa-amylázy sme realizovali metódou, ktorú uverejnil Kruger (1972). Pre stanovenie aktivity alfa-amylázy sme použili Spofa-test (Slovakofarma, Hlohovec).

Stanovenie aktivity aminopeptidáz (EC 3.4.11)

Po extrakcii aminopeptidáz (Urmínská, 1992) sme aktivitu stanovili modifikovanou metódou (Beňová a kol., 1980).

Aktivitu trypsin-inhibítora sme stanovili pomocou Bio-La-Testu (Lachema, Brno).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V procese klíčenia zrna majú prioritnú úlohu hydrolytické enzýmy, ktoré rozhodujú o rýchlosti transformačných procesov zahrňujúcich degračnú a syntetickú reakciu hydrolýzy zásobných látok a biosyntézy látok potrebných pre tvorbu nových pletív a orgánov vyvíjajúceho sa organizmu. Z výsledkov uvedených v tab. I až V a na obr. 1 vyplýva značná variabilita aktivity sledovaných hydroláz medzi jednotlivými odrodami.

Aktivita alfa-amylázy počas klíčenia zrna prudko stúpa (tab. I). Toto pozorovanie sa zhoduje s výsledkami z literatúry (Kruger, 1972), kde sa uvádza, že aktivita alfa-amylázy sa na začiatku klíčenia prudko zvyšuje a počas dozrievania zrna klesá. Najrýchlejší vzostup aktivity alfa-amylázy po 24 h sme zistili u odrody Zdar, kde aktivita stúpila 13,63krát. Relatívne najpomalšie reagovala odroda Hana, u ktorej sa aktivita alfa-amylázy zvýšila len 7,8krát.

Na rozdiel od amylázovej aktivity v závislosti od doby inkubácie zrna vykazuje nárast aktivít aminopeptidáz miernejší priebeh (tab. II). Počas nami sledovanej doby stúpila aktivita aminopeptidáz maximálne 2,5krát. Predpokladáme, že aminopeptidázy nepatria medzi enzýmy prvej hydrolýzy. Treba však konštatovať, že sme

nezaznamenali podstatné rozdiely v aminopeptidázovej aktivite medzi odrodami. Všetky odrody reagovali na zvýšenie vlhkosti v priemere iba 1,5násobným nárastom aminopeptidázovej aktivity.

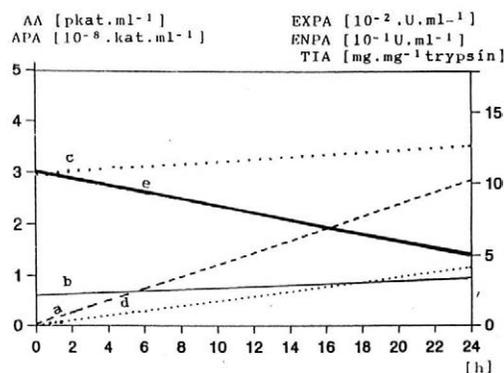
Exoproteázová aktivita so zvýšenou vlhkosťou prostredia narastá zhodne s aktivitou aminopeptidáz (tab. III). Priemerný nárast je iba 1,2násobný. Najrýchlejšia odozva sa prejavila pri odrode Zdar, kde sme zistili 1,36násobné zvýšenie aktivity exoproteáz. Medzi jednotlivými odrodami sú len minimálne rozdiely, zvýšenie exoproteázovej aktivity predstavuje 1,12- až 1,32násobok. Predpokladáme, že exoproteázy nepatria medzi tzv. spúšťacie enzýmy procesu klíčenia.

Podstatné zvýšenie aktivít vplyvom vlhkosti nastáva u endoproteáz (tab. IV). Najväčší nárast sme stanovili pri odrode Lívia, a to 15,29krát viac ako v suchom zrne. V prípade odrôd Zdar a Roxana sme zaznamenali približne rovnaké zvýšenie aktivity endoproteáz (13,15- a 13,20krát). Najmenej evidentná reakcia bola v prípade novošľachtenca So-1946.

Dynamika nárastu endoproteázovej aktivity v závislosti od času klíčenia vyjadruje aj odrodové rozdiely v rýchlosti klíčenia zrna a zároveň umožňuje predikovať biologickú kvalitu osiva.

Výsledky jednoznačne potvrdzujú, že v suchom zrne endoproteázy absentujú alebo sú inaktivované. Iba v procese nabobtnania a viac ako 2h inkubácie v podmienkach 100% vlhkosti a teploty 20 °C dochádza k aktivácii endoproteáz, čo je v súlade s doteraz publikovanými pozorovaniami (Preston, 1978; Mikolaj, 1983, 1987).

Medzi aktivitou proteolytických enzýmov a trypsin-inhibítora (TI) pozorujeme priamu, negatívnu závislosť, ktorá sa prejavuje výrazným 2- až 3násobným zní-



1. Priebeh trendových priamok aktivity hydroláz počas klíčenia zrna ozimnej pšenice – Trend lines of activities of hydrolytic enzymes during the wheat grain germination

os x: doba klíčenia – x axis: time of germination

a (AA) alfa-amyláza – alpha amylase

b (APA) aminopeptidázy – aminopeptidases

c (EXPA) exoproteázy – exoproteases

d (ENPA) endoproteázy – endoproteases

e (TIA) trypsin-inhibítor – trypsin-inhibitor

I. Vplyv doby naklíčovania zrna pšenice na aktivitu alfa-amylázy – Effect of the germination of wheat grain on alpha-amylase activity

Odroda ¹	Objemová aktivita alfa-amylázy ² (pkat.ml ⁻¹) doba naklíčovania ³ (h)					
	0	2	6	12	24	priemer ⁴
Roxana	0,25	0,35	0,46	0,98	3,08	1,02
Zdar	0,25	0,29	0,17	0,82	3,41	0,98
Bu-30	0,34	0,39	0,36	0,87	3,74	1,14
Livia	0,60	0,67	0,99	1,82	6,10	2,03
So-1946	0,25	0,27	0,35	0,84	2,96	0,93
Hana	0,14	0,14	0,25	0,72	1,10	0,94
Priemer ⁴	0,31	0,35	0,43	1,00	3,39	
v (%)	51,74	51,34	67,86	41,93	47,43	

¹variety, ²alpha-amylase activity, ³time of germination, ⁴average value

II. Vplyv doby naklíčovania zrna pšenice na aktivitu aminopeptidáz – Effect of the germination of wheat grain on aminopeptidase activity

Odroda ¹	Objemová aktivita aminopeptidáz ² (pkat.ml ⁻¹) doba naklíčovania ³ (h)					
	0	2	6	12	24	priemer ⁴
Roxana	4,98	5,06	5,89	6,69	9,26	6,37
Zdar	6,61	6,78	6,47	8,70	13,27	8,36
Bu-30	4,99	5,20	6,85	9,74	10,25	7,41
Livia	5,00	5,10	5,08	6,80	9,62	6,24
So-1946	7,48	7,61	7,49	8,05	13,54	8,83
Hana	5,39	5,57	7,57	6,82	13,18	7,71
Priemer ⁴	5,74	5,88	6,56	7,82	11,52	
v (%)	18,42	18,04	14,65	16,08	17,46	

¹variety, ²aminopeptidase activity, ³time of germination, ⁴average value

III. Vplyv doby naklíčovania zrna pšenice na aktivitu exoproteáz – Effect of the germination of wheat grain on exoprotease activity

Odroda ¹	Objemová aktivita exoproteáz ² (10 ⁻² U.ml ⁻¹) doba naklíčovania ³ (h)					
	0	2	6	12	24	priemer ⁴
Roxana	12,99	13,15	10,11	13,21	14,72	12,83
Zdar	14,81	15,00	15,00	17,50	20,26	16,52
Bu-30	10,26	10,83	9,67	13,34	14,99	11,82
Livia	7,03	7,27	7,88	9,09	8,82	8,02
So-1946	10,70	10,84	10,52	11,55	12,51	11,22
Hana	15,71	15,84	15,34	19,11	19,43	17,08
Priemer ⁴	11,92	12,15	11,42	13,96	15,12	12,92
v (%)	27,06	26,01	26,64	26,69	28,31	

¹variety, ²exoprotease activity, ³time of germination, ⁴average value

žením antitryptickej aktivity (tab. V). Najvyšší obsah trypsín-inhibítora v suchom zrne sme stanovili u odrody Hana. Najvýraznejší pokles antitryptickej aktivity počas 24h klíčenia sme zaznamenali u odrody Zdar (2,8násobný pokles), čo zároveň súvisí i s najvyšším nárastom proteázovej aktivity.

Medzi enzýmy, ktoré sa v procese klíčenia zrna aktivujú ako prvé a sú teda kľúčovými enzýmami procesu

klíčenia, možno zaradiť alfa-amylázu a endoproteázy. Z analyzovaných odrôd k najvýraznejšiemu zvýšeniu aktivity hydrolytických enzýmov počas klíčenia dochádza pri odrode Zdar.

Trendové priamky aktivity jednotlivých hydroláz a trypsín-inhibítora na obr. 1 dokumentujú vzájomné interakčné vzťahy medzi proteolytickou aktivitou a antitryptickou aktivitou, ale poukazujú aj na dominantné

IV. Vplyv doby naklíčovania zrna pšenice na aktivitu endoproteáz – Effect of the germination of wheat grain on endoprotease activity

Odroda ¹	Objemová aktivita endoproteáz ² (10 ⁻² U.ml ⁻¹) doba naklíčovania ³ (h)					
	0	2	6	12	24	priemer ⁴
Roxana	0,00	0,00	0,05	0,25	0,68	0,19
Zdar	0,00	0,05	0,07	0,07	0,83	0,21
Bu-30	0,00	0,05	0,09	0,14	0,44	0,14
Lívia	0,00	0,00	0,05	0,09	0,63	0,15
So-1946	0,00	0,08	0,13	0,21	0,71	0,23
Hana	0,00	0,00	0,03	0,10	0,37	0,10
Priemer ⁴	0,00	0,03	0,08	0,14	0,61	
v (%)	0,00	115,5	51,11	50,02	28,41	

¹variety, ²endoprotease activity, ³time of germination, ⁴average value

V. Vplyv doby naklíčovania zrna pšenice na aktivitu trypsin-inhibítora – Effect of the germination of wheat grain on trypsin-inhibitor activity

Odroda ¹	Trypsín-inhibítora (mg.1 mg ⁻¹ trypsinu) doba naklíčovania ² (h)					
	0	2	6	12	24	priemer ³
Roxana	13,56	13,30	11,61	9,66	7,01	11,03
Zdar	8,84	8,61	6,00	4,39	3,13	6,19
Bu-30	12,22	11,90	9,37	7,54	5,13	9,23
Lívia	9,81	9,82	7,45	5,98	4,26	7,46
So-1946	9,32	9,00	7,15	6,25	4,31	7,21
Hana	14,28	14,00	12,43	10,32	7,43	11,69
Priemer ³	1,34	11,11	8,98	7,35	5,21	
v (%)	20,50	20,58	23,88	30,99	32,25	

¹variety, ²time of germination, ³average value

postavenie analyzovaných enzýmov ako štartérov procesov klíčenia zrna. Zvýšená aktivita hydroláz pozitívne ovplyvňuje rýchlosť klíčenia osiva. Aktivita alfa-amylázy a endoproteáz môže slúžiť ako objektívne kritérium pre posúdenie biologickej kvality osiva.

LITERATÚRA

BENEŠOVÁ, M. – SENKPIEL, K. – KOVÁCS, P. – BARTH, A.: Multiple moleculare Aminopeptidaseformen in Mohnkeimlingen. *Biochem. Phys. Pfl.*, 175, 1980: 252–262.
 DAVÍDEK, J. a kol.: Laboratorní příručka analýzy potravin. Praha, SNTL 1981.
 KRUGER, J. E.: Changes in the amylases of hard red spring wheat during growth and maturation. *Cereal Chem.*, 49, 1972 (4): 379–390.

LANOE, J. – DUNNIGAN, J.: Improvements of the anson assay for measuring proteolytic activities in acidic pH range. *Anal. Biochem.*, 89, 1978: 461–471.
 MIKOLA, J.: Germinating barley grains contain five acid carboxypeptidases with complementary substrates specificities. *Biochem. Biophys. Acta*, 747, 1983: 241–252.
 MIKOLA, J.: Extraction and assay of acid proteinase activity from resting or germinating barley grains. In: *Abstr. 4th Int. Symp. Pre-Harvest Sprouting in Cereals*, 1987.
 PRESTON, K. R.: Note on separation and partial purification of wheat proteases by affinity chromatography. *Cereal Chem.* 55, 1978 (5): 793–798.
 URMINSKÁ, D.: Vplyv genotypu a podmienok pestovania na amylolytickú a proteolytickú aktivitu zrna pšenice. [Kandidátska dizertácia.] Nitra, 1992. – VŠP.

Došlo 18. 1. 1995

Kontaktná adresa:

RNDr. Dana Urminská, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 087/51 30 97, fax: 087/ 51 30 97

CHANGES IN THE ACTIVITY OF GIBBERELLINS AND α -AMYLASE DURING POST-HARVEST MATURATION OF GRAINS OF SPRING BARLEY

ZMĚNY AKTIVITY GIBBERELINŮ A α -AMYLÁZY V PRŮBĚHU POSKLIZŇOVÉHO DOZRÁVÁNÍ OBILEK JARNÍHO JEČMENE

M. Hudeová¹, V. Psota², H. Vítková¹

¹Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno, Czech Republic

²The Research Institute for Brewing and Malting, Brno, Czech Republic

ABSTRACT: The activity of α -amylase, germination energy (GE), and germination index (GI) were studied from July 27 to August 29. Moreover, the activity of gibberellins (GA) was investigated at the wax maturity, on July 11, 1994. A high activity of gibberellins was estimated prior to the harvest. After the harvest the activity of GA decreased in the varieties Rubín and Akcent. This decrease was not recorded in Alexis on July 27. The lowest GA activity was found in all three varieties under study 16 days following the harvest (August 8). Thereafter, an increase in the activity of GA appeared again. The variety Alexis exhibited a higher activity of GA than Rubín and Akcent. The activity of α -amylase was the highest in Akcent showing a gradual increase throughout the observation. Alexis and Rubín showed a lower α -amylase activity in comparison with Akcent at all dates concerned. Different GE values were estimated only at the date of four days after the harvest (July 27) when Rubín and Alexis attained 31 and 100%, resp. As early as 16 days after the harvest (August 8) the GE was essentially the same in the varieties under investigation. From the point of view of malting, the rate and homogeneity of germination are better expressed by the GI. This parameter distinguished the varieties remarkably. Alexis reached the highest values while the lowest values were attained by Rubín. The GI increased in the barley varieties under study during the observation.

barley; germination; dormancy; gibberellin; α -amylase

ABSTRAKT: Aktivita α -amylázy, energie klíčení (GE) a index klíčení (GI) byly sledovány v době od 27. 7. do 29. 8. Aktivita giberelinů (GA) byla navíc zjišťována i ve voskové zralosti 11. 7. 1994. Před sklizní byla zjištěna vysoká aktivita giberelinů. Po sklizni aktivita GA klesla u odrůd Rubín a Akcent. U odrůdy Alexis nebyl 27. 7. pokles zaznamenán. Nejnižší aktivita GA byla zjištěna 16 dní po sklizni (8. 8.) u všech tří sledovaných odrůd. Poté došlo opět k nárůstu aktivity GA. Odrůda Alexis vykazovala vyšší aktivitu GA než odrůdy Rubín a Akcent. Aktivita α -amylázy byla nejvyšší u odrůdy Akcent a po celou dobu sledování vykazovala postupné zvyšování. U odrůd Alexis a Rubín byla ve srovnání s odrůdou Akcent aktivita α -amylázy nižší ve všech sledovaných termínech. Rozdílné hodnoty GE byly zjištěny pouze v termínu čtyři dny po sklizni (27. 7.), kdy odrůda Rubín vykazovala 31 % a odrůda Alexis 100 %. Již 16 dní po sklizni (8. 8.) byla GE u sledovaných odrůd v podstatě stejná. Z hlediska sádkářského vyjadřuje rychlost a jednotnost klíčení lépe GI. Tento parametr odrůdy výrazně rozlišil. Nejvyšší hodnoty dosahovala odrůda Alexis a naopak nejnižší odrůda Rubín. U sledovaných odrůd GI po dobu sledování stoupal.

ječmen; klíčení; dormance; giberelin; α -amyláza

INTRODUCTION

Manifestations of grain dormancy in cereals are not so pronounced, as related to their deepness and duration, as in the seeds fruits of wild-growing species. Nevertheless, these manifestations may be responsible for certain difficulties in plant production and, in the case of barley grains, predominantly at their storage. Therefore, it is necessary to recognize the processes taking place during dormancy thoroughly, likewise those occurring in the course of development and matu-

ration of grains. The findings obtained will undoubtedly enable convenient methods for dormancy regulation to be revealed.

The research on the dormancy of barley grains in malting is aimed above all at the application of physical or chemical means to overcome dormancy (Astrup et al., 1990; Doran, Briggs, 1993; Briggs et al., 1994). Many authors focused their attention on the estimation of changes in phytohormones during the ontogeny of grains and on the study of the role of phytohormones and their interactions in the dormancy of

grains (Wheeler, 1972; Goldbach, 1975; Hudeová, 1978; Procházka et al., 1982).

In the present study, the activity of gibberellins and α -amylase, and germination characteristics were observed in barley grains during their ontogeny and post-harvest maturation.

MATERIAL AND METHODS

Endogenous gibberellin and the other parameters under study were estimated in the grains of three spring barley varieties – Akcent, Alexis, and Rubín. Akcent and Rubín are of Czech provenance while Alexis was cultivated in Germany. The varieties were selected on the basis of the results of pre-experiments, taking into account the breeding origin, as well.

The experimental varieties were grown at the State Variety Testing Station at Věrovany. Sampling dates: 1. July 11, 1994 (wax maturity); July 23, 1994 (harvest); 2. July 27, 1994; 3. August 8, 1994; 4. August 29, 1994.

Methods for determination of gibberellin activity – preparation of samples, extraction, chromatographic partition, and biological test

20 g samples of grains were taken from the selected barley varieties on the above-mentioned dates. For the determination entire barley grains were used. The activity of gibberellins was estimated by the lettuce bioassay (Frankland, Wareing, 1960). The level of gibberellins in the varieties under investigation was expressed in percentage of stimulative activity in comparison with 100% control.

Determination of germination energy and germination index

The germination energy and germination index were determined according to Riis, Bang-Olsen (1991).

Determination of α -amylase by the BIOCON method

The flour extract was incubated with substrate mixture of a defined amount and the reaction was finished by adding Trizma Base solution. The level of α -amylase in the extraction flour was exactly determined by measuring absorbance at 410 nm.

α -amylase cleaved the bond of blocked p-nitrophenyl maltosaccharide substrate at once, the unblocked reaction product containing p-nitrophenyl substituent was immediately cleaved into glucose and free p-nitrophenol by the excess of glucoamylase and α -glucosidase which were an integral part of the substrate mix-

ture (McCleary, Sheehan, 1987; Sheehan, McCleary, 1988).

RESULTS AND DISCUSSION

In the grains of all varieties under study a relatively high gibberellin activity was found at the time of wax maturity (July 11, 1994) with a conspicuous decrease in this activity during grain maturation. The lowest gibberellin activity was observed 16 days following the harvest (August 8, 1994). After this date a remarkable increase in gibberellin activity occurred again. The results mentioned correspond with those obtained by other authors which indicate that the content of gibberellins in the grains varied during grain formation. The dynamics of the changes in gibberellins during the barley grain ontogeny were investigated by Rejowski (1969). The author reported a considerable variability of gibberellin activity throughout the period under study. The curve of the dynamics of gibberellins exhibited two maximums. Analogous results were obtained by Mounla, Michael (1973). Ingram et al. (1985) reported a survey of gibberellins identified in the grains and vegetative parts of barley plants.

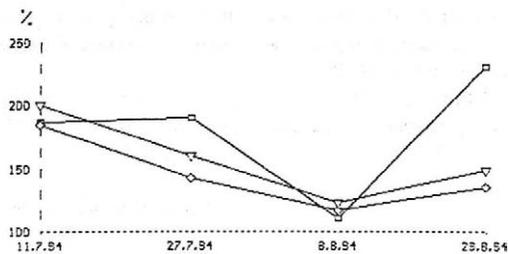
Whereas Rubín and Akcent showed the same trend in the dynamic of changes in gibberellin activity throughout the time of investigation, the variety Alexis differed from them in a high gibberellin activity still at the phase of the harvest maturity of grains. Alexis exhibited conspicuously higher values for the gibberellin activity than Rubín and Akcent (Fig. 1). A different activity of gibberellins and auxins in spring barley grains as related to the duration of dormancy in the varieties under study has already been reported by Podešva, Hudeová (1975).

To evaluate the process of dormancy in view of malting, the germination energy, germination index and α -amylase activity were determined.

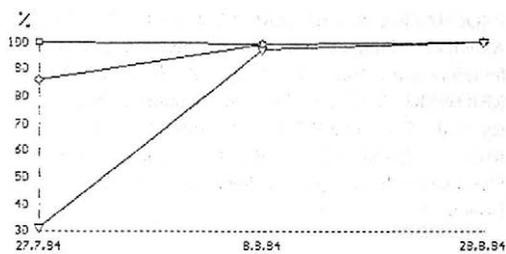
The samples of single varieties showed considerable differences in the germination energy a week after the harvest. The lowest germination energy was found in Rubín (31%). Akcent reached 86%. All the grains of Alexis sprouted during 72 hours. After August 8, 1994 the varieties under study attained the same germination energy (Fig. 2).

The value for the germination energy does not sufficiently comprehend the deepness of the post-harvest maturation and acceptability of a given sample for malting. For that reason a new parameter, the germination index, has been introduced characterizing the germination rate (Riis, Bang-Olsen, 1991).

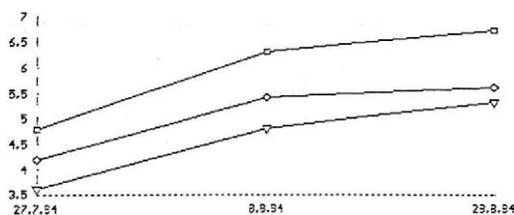
In our experiments the germination rate increased in all three varieties in the course of the observation. The highest germination rate was shown in Alexis followed by Akcent, the lowest value being exhibited by Rubín. During further observation the values for the germination index in Alexis continued improving more conspicuously than those in Akcent and Rubín (Fig. 3).



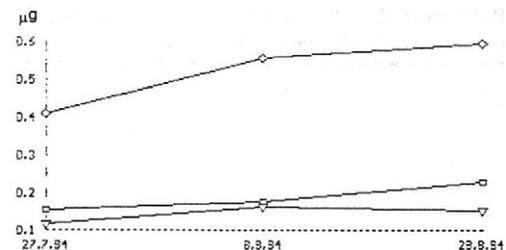
1. Activity of gibberellins



2. Germination energy (after 72 h)



3. Germination index (after 72 h)



4. Activity of α -amylase

x axis: sampling dates

varieties: ▽ Rubín, ◇ Akcent, □ Alexis

The enzyme α -amylase is not essentially present in an active form in barley grains and it is produced as late as during germination (Briggs, 1992). Nevertheless, a certain α -amylase activity, which originated probably due to the water content in a grain, was recorded by the method used. Unambiguously, the highest activity of α -amylase was exhibited by Akcent. Rubín and Alexis attained approximately the same activity of α -amylase. The activity of α -amylase showed an increasing trend in all three varieties during the investigation (Fig. 4). There were intervarietal differences in the activity of α -amylase.

The study was financially supported by the Grant Agency of the Czech Republic (Registration No. of the Grant: 501/93/0828).

REFERENCES

AASTRUP, S. – RIIS, P. – MUNCK, L.: Controlled removal of dormancy renders prolonged storage of sprouting resistant malting barleys superfluous. In: 5 Int. Symp. Pre-Harvest Sprouting in Cereals, 1990: 329–337.
 BRIGGS, D. E.: Barley germination: Biochemical changes and hormonal control. In: SHEWRY, P. R. (ed.): Barley: Genetics, Biochemistry, Molecular Biology and Biotechnology. C.A.B. Int., Oxford, Alden Press 1992.

BRIGGS, D. E. – WOODS, J. L. – FAVIER, J. F.: Drying and storage treatments for overcoming dormancy in malting barley. J. Inst. Brew., 100, 1994: 271–278.
 DORAN, P. J. – BRIGGS, D. E.: The use of chemical agents to overcome dormancy in malting barley. J. Inst. Brew., 99, 1993: 85–99.
 FRANKLÄND, B. – WAREING, P. F.: Effect of gibberellic acid on hypocotyl growth of lettuce seedlings. Nature, 185, 1960: 255–256.
 GOLDBACH, H.: The abscisic acid content of ripening grains of various barley cultivars in relation to temperature and N-nutrition. Hohenheim, Stuttgart, Thesis, Univ. 1975.
 HUDEOVÁ, M.: Příspěvek ke studiu dormance a růstových korelací u ječmene jarního (*Hordeum vulgare*). Brno, KDP Ph. D. Thesis 1978.
 INGRAM, T. J. – MacMILLAN, J. – SPONSET, V. M.: Gibberellin distribution and metabolism. Acta Univ. Agric., 3, 1985: 109.
 McCLEARY, B. V. – SHEEHAN, H.: Measurement of cereal α -amylase: A new assay procedure. J. Cereal Sci., 6, 1987: 237–251.
 MOUNLA, M. A. K. – MICHAEL, G.: Gibberellin-like substances in developing barley grain and their relation to dry weight increase. Physiol. Pl., 29, 1973: 274–276.
 PODEŠVA, J. – HUDEOVÁ, M.: Endogenní hladina růstových regulátorů ve vztahu k regulaci odpočinku u obilovin. [Závěrečná zpráva.] Brno, VŠZ 1975.

- PROCHÁZKA, S. – BLAŽKOVÁ, J. – DUNDELOVÁ, M.: Aktivita cytokininů v období tvorby obílek u ječmene jarního (*Hordeum vulgare*). Rostl. Výr., 28, 1982 (4): 439–443.
- REJOWSKI, A.: Gibberellins and inhibitors in ripening barley seeds. Bull. Acta Pol. Sci., 17, 1969: 641–644.
- RIIS, P. – BANG-OLSEN, K.: High vigour – the basis for high malting barley quality. Proc. Eur. Brew. Congr. Lisbon, 1991: 101–108.
- SHEEHAN, H. – McCLEARY, B. V.: A new procedure for the measurement of fungal and bacterial α -amylase. Biotechnol. Techn., 1988: 289–292.
- WHEELER, A. W.: Changes in growth substance content during growth of wheat grains. Ann. Appl. Biol., 72, 1972: 327–333.

Received on September 12, 1995

Contact Address:

RNDr. Marie H u d e o v á, CSc., Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, tel.: 05/45 13 30 18, fax: 05/45 13 30 25

VZTAH GLUTEN INDEXU K UKAZATELŮM TECHNOLOGICKÉ JAKOSTI ZRNA PŠENICE

RELATIONSHIP OF GLUTEN INDEX TO INDICATORS OF TECHNOLOGICAL QUALITY OF WHEAT GRAIN

M. Manev, V. Škaloud, Z. Stehno

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

ABSTRACT: A choice of 30 cultivated varieties and new selections of winter wheat and 121 regional varieties of domestic and foreign origin were studied. The following methods were used for analyses: crude protein content after Kjeldahl, micro-SDS test, wet gluten content, swelling capacity of gluten, gluten viscosity, gluten index, determination of fall number. In trials 1 and 2 the dependence between gluten index and crude protein is improvable. The dependence between GI and micro-SDS is provable in both cases. In the former case $r_{0,05} = +0,32$, in the latter case $r_{0,05} = 0,53$. The negative dependence between gluten index and wet gluten (in set of regional varieties $r_{0,05} = -0,52$) is provable. Linear regression is expressed by equation $y = 141,9 - 2,3x$. The greatest closeness of the relationship is between crude protein and wet gluten, in trial 1 $r = +0,37$, in regional varieties $r = 0,66$. With raised value of gluten index the total weight of washed gluten falls and the weight of quality gluten left on wire sieve increases.

gluten index; crude proteins; micro-SDS test; fall number; wet gluten

ABSTRAKT: Byl sledován výběr 30 pěstovaných odrůd a novošlechtění ozimé pšenice a 121 krajových odrůd našeho a zahraničního sortimentu. K analýzám byly použity metody: obsah hrubých bílkovin podle Kjeldahla, mikro-SDS test, obsah mokrého lepku, bobtnavost lepku, tažnost lepku, gluten index, stanovení pádového čísla. V prvním i druhém pokusu je závislost mezi gluten indexem a hrubým proteinem neprokazatelná. Závislost mezi GI a mikro-SDS je v obou případech prokazatelná. V prvním $r_{0,05} = +0,32$, v druhém $r_{0,05} = +0,53$. Prokazatelná je záporná závislost mezi gluten indexem a mokřým lepkem (u souboru krajových odrůd $r_{0,05} = -0,52$). Lineární regrese je vyjádřena rovnicí $y = 141,9 - 2,3x$. Nejvyšší těsnost vztahu je mezi hrubým proteinem a mokřým lepkem, v prvním pokusu $r = +0,37$, u krajových odrůd $r = +0,66$. Se zvýšenou hodnotou gluten indexu se snižuje celková hmotnost vypraného lepku a zvyšuje se hmotnost kvalitního lepku, který zůstal na kovovém síti.

gluten index; hrubé bílkoviny; mikro-SDS test; pádové číslo; mokřý lepek

ÚVOD

Hodnocení genetických zdrojů pšenice již řadu let probíhá v oddělení genové banky VÚRV v Praze-Ruzyni. Pro získání základních údajů o jakosti zrna jsme se zaměřili na stanovení **gluten indexu**, pádového čísla, obsah hrubých bílkovin, mikrosedimentační hodnoty šrotu, obsah mokrého lepku ve šrotu. Základní statistické charakteristiky a především korelační analýza ověřily těsnost korelačních vztahů uvedených testů s poměrně novou metodou **gluten indexu**. Lepek získaný ze šrotu či mouky na přístroji Glutomatic se odstřeďuje a přitom se protlačuje speciálním sítkem za standardních podmínek. Procento lepku zůstávající po odstředění na sítku z celkového obsahu lepku je definováno jako gluten index (%). V případě, je-li lepek velmi slabý, může všechen projít sítkem a gluten index

je potom roven 0. Když sítkem neprojde žádný lepek, gluten index je roven 100 %.

MATERIÁL A METODA

K hodnocení metody **gluten indexu** (Pertén et al., 1992) byly použity dva soubory: 30 pěstovaných odrůd a novošlechtění ozimé pšenice a 121 krajových odrůd našeho a zahraničního sortimentu. Sledované vzorky byly analyzovány těmito metodami: zrno na stanovení hrubého proteinu podle Kjeldahla ($N \times 5,7$) a mikro-SDS testu (podle Hýži) bylo mletu mlýnkem Cyclotec 1093 (1mm sítko), u vzorků na determinaci mokrého lepku (ICC norma 137) a gluten indexu (ICC norma 155) bylo použito 0,8mm sítko (podle normy firmy Falling Number). Materiál u metody gluten index se

I. Základní hodnocení souboru 30 pěstovaných odrůd ozimé pšenice – Basic evaluation of the set of 30 cultivated winter wheat varieties

Stanovení ¹	Průměr ²	Variační rozpětí ³	Variační koeficient ⁴	Střední chyba ⁵
Hrubé bílkoviny v sušině zrna ⁶ (g ve 100 g)	14,2	4,0	6,2	0,16
Mikro-SDS test ⁷ (ml)	5,5	3,5	15,9	0,16
Mokrý lepek ve šrotu ⁸ (g ve 100 g)	32,4	14,3	11,3	0,68
Bobtnavost mokrého lepku ⁹ (ml)	7,0	10,0	44,7	0,57
Gluten index ¹⁰ (%)	53,8	92,0	55,5	5,46
Pádové číslo ¹¹ (s)	299,7	409,0	37,0	20,27
Tažnost mokrého lepku ¹² (cm)	15,1	29,0	58,4	1,60

¹determination, ²average, ³variation interval, ⁴variation coefficient, ⁵mean error, ⁶crude proteins in grain dry matter, ⁷micro-SDS test, ⁸wet gluten in coarse whole meal, ⁹swelling capacity of wet gluten, ¹⁰gluten index, ¹¹fall number, ¹²viscosity of wet gluten

II. Základní hodnocení souboru 121 krajových odrůd ozimé pšenice – Basic evaluation of the set of 121 regional winter wheat varieties

Stanovení ¹	Průměr ²	Variační rozpětí ³	Variační koeficient ⁴	Střední chyba ⁵
Hrubé bílkoviny v sušině zrna ⁶ (g ve 100 g)	16,3	5,7	6,4	0,09
Mikro-SDS test ⁷ (ml)	6,9	4,9	14,9	0,09
Mokrý lepek ve šrotu ⁸ (g ve 100 g)	37,8	22,1	10,8	0,37
Gluten index ¹⁰ (%)	53,4	78,0	34,8	1,69

For 1–10 see Tab. I

III. Korelační koeficienty vybraných znaků u souboru 30 pěstovaných odrůd ozimé pšenice – Correlation coefficients of some traits in the set of 30 cultivated winter wheat varieties

Proměnné ¹	Mikro-SDS test	Mokrý lepek ve šrotu	Bobtnavost mokrého lepku	Gluten index	Pádové číslo	Tažnost mokrého lepku
Hrubé bílkoviny v sušině zrna ⁶	0,44*	0,37*	0,06	0,12	-0,07	0,11
Mikro-SDS test ⁷		-0,17	0,25	0,32*	0,11	-0,20
Mokrý lepek ve šrotu ⁸			-0,54*	0,02	0,11	0,63*
Bobtnavost mokrého lepku ⁹				0,05	-0,10	-0,61*
Gluten index ¹⁰					-0,32*	-0,08
Pádové číslo ¹¹						-0,08
Tažnost mokrého lepku ¹²						

*P = 0,05

¹variables, for 6–12 see Tab. I

připravoval z 20 g šrotu, který byl navážen a proprán v 2% roztoku NaCl po dobu 5 min. Použitá síta jsou polyesterová 88.10⁻⁶ a polyamidová 840.10⁻⁶.

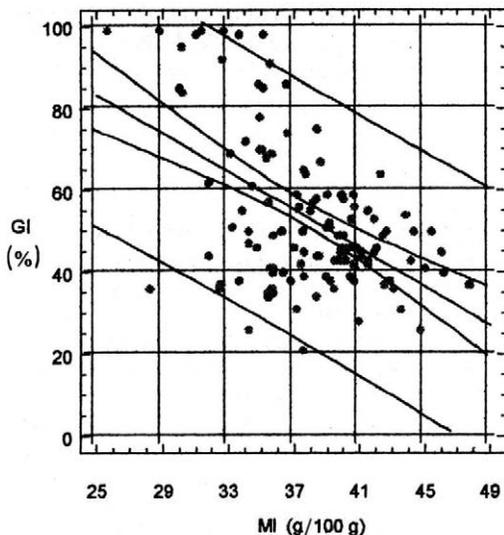
VÝSLEDKY A DISKUSE

Základní statistické charakteristiky souboru 30 pěstovaných odrůd jsou uvedeny v tab. I. Malá variabilita je prokázána u znaků hrubý protein, mikro-SDS test a mokrý lepek. Vysokou přesnost těchto uznaných metod (ICC normy) dokumentují střední chyby průměrů. Podobné hodnoty statistických parametrů znaků byly získány i u souboru 121 krajových odrůd ozimé pšenice (tab. II).

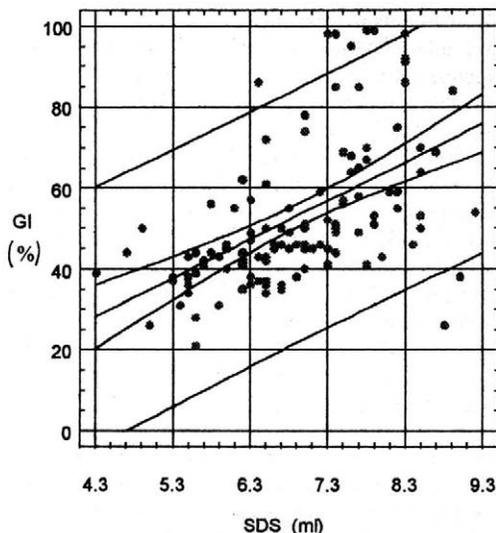
Korelační analýza u souboru $n = 30$ prvků sledovala těsnost vztahů jednotlivých znaků (Manev et al., 1994). Vypočtené korelace projevily průkaznou těsnost

vztahů mezi těmito dvojicemi proměnných: hrubými bílkovinami v sušině zrna a mikrosedimentačním testem ($r = 0,44^*$), hrubými bílkovinami v sušině zrna a mokrým lepem ($r = 0,37^*$), mokrým lepem a bobtnavostí mokrého lepku ($r = -0,54^*$), mezi tažností a mokrým lepem ($r = 0,63^*$), bobtnavostí mokrého lepku a tažností lepku ($r = -0,61^*$). V zahraničí byl proveden velký počet pokusů s ozimou pšenicí, které prokázaly silnou korelační závislost mezi sledovanými znaky a gluten indexem (GI). Je to např. silná korelační závislost mezi GI x AW (Chopenův alveograph), GI x SDS (Cubadda et al., 1992). Gluten index pozitivně koreloval s dalšími znaky jako GI a Extensogram plocha ($r = 0,78$) a s již uvedeným statistickým parametrem Alveogram ($r = 0,67$). Tyto znaky prokazovaly vysokou regresní závislost (Rychener, Tieche, 1993).

Pokus se 121 krajovými odrůdami našeho a zahraničního sortimentu hodnotil pouze tyto základní cha-



1. Závislost gluten indexu na obsahu mokrého lepku ve šrotu u souboru 121 odrůd – Dependence of gluten index on wet gluten content in coarse whole meal in the set of 121 varieties



2. Závislost gluten indexu na mikro-SDS testu u souboru 121 odrůd – Dependence of gluten index on micro-SDS test in the set of 121 varieties

rakteristiky: hrubý protein, mikro-SDS test a mokrý lepek. Korelační závislosti sledovaných znaků obou pokusů v některých případech mezi sebou korespondují. V prvním i druhém pokusu je závislost mezi gluten indexem a hrubým proteinem (HB) neprokazatelná. Závislost mezi GI a mikro-SDS testem je v obou poku-

sech prokazatelná. V prvním případě je korelační koeficient ($r = 0,32^*$) nižší než u druhého pokusu ($r = 0,53^*$). Je to s vysokou pravděpodobností způsobeno menším rozsahem souboru ($n = 30$). Prokazatelná je záporná závislost mezi znaky gluten index a mokrým lepkem v druhém pokusu, kdy $r = -0,52^*$.

IV. Korelační koeficienty vybraných znaků u souboru 121 krajových odrůd ozimé pšenice – Correlation coefficients of some traits in the set of 121 regional winter wheat varieties

Proměnné ¹	Hrubé bílkoviny v sušině zrna	Mikro-SDS test	Mokrý lepek ve šrotu	Gluten index
Hrubé bílkoviny v sušině zrna ⁶		0,23*	0,66*	-0,08
Mikro-SDS test ⁷			-	0,53*
Mokrý lepek ve šrotu ⁸				-0,52*
Gluten index ¹⁰				

* $P = 0,05$

¹variables, for 6–10 see Tab. I

V. Hodnocení gluten indexu – Evaluation of gluten index (Cubla et al., 1992)

Klasifikace ¹	O. K. Servis	Klasifikace kvality gluten indexu ²	Rozpětí ³
Nevhodný lepek (slabý) ⁴ Nevhodný pro pekařské účely, ale dobrý na výrobu oplatek ⁵	< 40	velmi špatný až dostačující ¹²	6–35
Střední jakost ⁶ Vylepšení silnou pšenici ⁷	40–60	slibný, nadprůměrný ¹³	36–65
Velmi dobrý ⁸ Dobrá pekařská jakost, není třeba žádných zlepšovadel ⁹	60–90	dobry, velmi dobrý ¹⁴	66–80
Výborný ¹⁰ Používat na zlepšování pekařské jakosti ¹¹	> 90	výborný ¹⁵	> 80

¹classification, ²classification of quality of gluten index, ⁴interval, ⁵unsuitable gluten (weak), ⁶unsuitable for baking purposes but good for production of wafers, ⁶medium quality, ⁷durum wheat improvement, ⁸very good, ⁹good baking quality, no improvers needed, ¹⁰excellent, ¹¹use to improve the baking quality, ¹²very bad to sufficient, ¹³promising, above-average, ¹⁴good, very good, ¹⁵excellent

Zjištěné vztahy mezi gluten indexem a mokrým lep-
kem i mikro-SDS testem jsou znázorněny grafy lineár-
ní regrese (obr. 1 a 2). Stanovené lineární regrese mají
tyto rovnice: mokrý lepek $y = 141,9 - 2,3x$, mikro SDS-
test $y = -12,9 + 9,6x$. Nejvyšší těsnost byla prokázána
mezi hrubým proteinem a mokrým lepem: pro první
pokus $r = 0,37^*$ a pro druhý pokus $r = 0,66^*$. Z těchto
vztahů lze usuzovat, že gluten index má úzkou závis-
lost s mikro-SDS testem a determinuje obsah pšeničného
glutenu a charakteristiky kvality (sílu a slabost mou-
ky, šrotu). Základní známý vztah kvalitativních znaků
hrubého proteinu a mokrého lepku $r = 0,66^*$ stanoví
těsnost vztahů mezi znaky mokrým lepem a gluten
indexem ($r = -0,52^*$). Se zvýšenou hodnotou gluten
indexu se snižuje celková hmotnost vypraného lepku
(v g) a zvyšuje se hmotnost lepku, který zůstal na ko-
vovém síti (kvalitní separovaný lepek – gluten v g).

Metoda **gluten index** podle Pertena umožňuje vypí-
rat lepek nejen z obilní mouky, ale i ze šrotu. Jako
doplňkový test ke gluten indexu je možné použít pádo-
vé číslo (na stanovení aktivity alfa-amylázy) jakožto
znaku stupně porostlosti zrna. Je třeba konstatovat, že
i po schválení této metody gluten indexu Svazem prů-
myslových mlýnů ČR Praha nebyla v této podnikové
normě stanovena závazná normativní tabulka, která by
určovala vztah kvality a rozmezí tříd pro hodnoty glu-

ten indexu. Proto pro úplnost uvádíme doporučení fir-
my O. K. Servis ve formě tabulky hodnocení kvality
gluten indexu včetně údajů, které uveřejnili C u b a d-
d a et al. (1992).

LITERATURA

CUBADDA, R. – CARCEA, M. – PASQUI, L. A.: Suitability of the gluten index method for assessing gluten strength in durum wheat and semolina. Amer. Assoc. Cereal Chem., 37, 1992 (12): 866–869.

MANEV, M. – KOSTKANOVÁ, E. – STEHNO, Z.: Ukazatele pekařské jakosti u vybraných odrůd a novošlechtění jarní pšenice. Genet. Šlecht., 30, 1994 (2): 133–149.

PERTEN, H. – BONDESSON, K. – MJORNDAL, A.: Gluten index variations in commercial Swedish wheat samples. Amer. Assoc. Cereal Chem., 37, 1992 (8): 655, 658–660.

RYCHENER, M – TIECHE, J.: Glutenindex und Feuchtkleber nach ICC – Standard 155 Mischfuttertechnik, 130, 1993 (35): 433–436.

Podniková norma: Stanovení obsahu lepku a lepkového indexu (gluten index) na přístroji GLUTOMATIC. PN 235/93.

Došlo 16. 5. 1995

Kontaktní adresa:

Ing. Martin M a n e v, Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6-Ruzyně, Česká republika, tel.: 02/36 08 51, fax: 02/36 52 28

VPLYV ODRÔD NA ÚRODU SEMENA LÁSKAVCA (*AMARANTHUS SP.*)

THE INFLUENCE OF THE VARIETY ON SEED YIELD OF AMARANTH (*AMARANTHUS SP.*)

P. Jamriška

Research Institute of Plant Production, Piešťany, Slovak Republic

ABSTRACT: The yield performance of four varieties: *Amaranthus hypochondriacus* 1008, *Amaranthus hypochondriacus* K 372, *Amaranthus cruentus* 17-GUA, *Amaranthus cruentus* 29-USA was investigated in field trials (weather conditions are in Tab. I). All varieties were sown on May 22, 22 and 18 and the seeding rate of germinating seeds 1.0 million.ha⁻¹ and 500 mm row spacing. The onset of important phenological stages was recorded for all varieties (Tab. II). Plants were harvested manually, except seed yield, the stand density and height, inflorescence length and its height above ground, 1000 seed weight, crude protein and amino acid content were determined. The investigated varieties emerged earliest during 10 to 11 days in 1991 and slowliest during 21 days in 1992 (Tab. III). On the other hand, the amaranth plants were growing fastest after emergence in 1992. No marked differences were observed among the varieties. However, the variety *A. cruentus* 17-GUA may be evaluated as an earliest one and is an opposite to the variety *A. hypochondriacus* K 372 which is the latest one. Weather conditions of a year had an expressive influence on seed yields (Tab. III). Among varieties *A. cruentus* 17-GUA was the best with the greatest yield of 3.29 t.ha⁻¹ what is significantly more than the lowest yield (2.56 t.ha⁻¹) of *A. hypochondriacus* K 372 and compared with *A. hypochondriacus* K 372 showed significantly lower yield also compared with the variety *A. hypochondriacus* 1008. The lowest yield of the variety *A. hypochondriacus* K 372 evidently cannot be explained exclusively by duration of the growing season, i.e. the most productive year with the longest growing season had not the highest yield. The experimental years affected differences among varieties in two of three years. On the other side, the years had no influence on the yield of the variety *A. cruentus* 29-USA exclusively. The stand density values (Tab. IV) indicate that amaranth is a flexible crop. The final stand density was evidently more affected by growth conditions after emergence than by those arising during germination and emergence. The lowest stand density in 1992 confirms our previous experience (Jamriška, 1991) that long period of emergence had a negative impact on the amaranth stand height. The year also affected the length of inflorescence and its above-ground height and thousand-seed weight (Tab. V). Thousand-seed weight was probably most affected by length of seed ripening. It has been confirmed indirectly by different period from the onset of anthesis after harvest which was the longest in dependence on the variety (Tab. II) – 61 to 67 days in 1991 and the shortest one – 35 to 45 days in 1992. However, the year had no effect on thousand-seed weight in case of the variety *A. hypochondriacus* 1008. It is remarkable however *A. hypochondriacus* K 372 did not differ from other varieties by a height of stand, inflorescence was significantly lower above ground. From the point of view of harvest mechanization it could be of unfavourable characteristics. The influence of a year in this aspect in crude protein content was evidently as good as in cereals (Tab. VI) in our conditions. The values of some amino acid contents were also remarkable (Tab. VII), set up for economic reasons in *A. hypochondriacus* 1008 and *A. cruentus* 29-USA. Based on the results obtained the varieties *A. cruentus* 17-GUA and *A. hypochondriacus* 1008 can be considered as the best for seed growing in our conditions. On the contrary to this, the variety *A. hypochondriacus* K 372 seemed to be less suitable which had distinctly the longer growing season. In addition, it had the lowest yield and its inflorescence was lowest above ground.

amaranth; varieties; seed yield; stand structure; protein content; amino acid contents

ABSTRAKT: V poľných pokusoch sa skúmala úrodnosť štyroch odrôd láskavca. Okrem úrody semena sa zistovala výška i hustota porastu, dĺžka súkvetia a výška jeho nasadenia nad pôdou, hmotnosť tisíc semien, obsah dusíkatých látok celkových a obsah aminokyselín. Najvyššiu úrodu (3,29 t.ha⁻¹) poskytl *A. cruentus* 17-GUA, najnižšiu (2,56 t.ha⁻¹) *A. hypochondriacus* K 372. Ročník pôsobil výrazne na všetky sledované ukazovatele. Odrody okrem úrody ovplyvňovali výšku nasadenia súkvetia nad pôdou a v interakcii s ročníkom i hmotnosť tisíc semien. Najnižšie nad pôdou tvorila súkvetie *A. hypochondriacus* K 372, hoci výškou porastu sa od ostatných neodlišovala. Na hmotnosť tisíc semien pôsobila výrazne dĺžka obdobia od kvitnutia po zber, pri odrode *A. hypochondriacus* 1008 však ročník nemal vplyv na tento ukazovateľ. V sušine semien boli zistené pozoruhodné hodnoty obsahu celkových dusíkatých látok (176,7 až 213,17 g.kg⁻¹ sušiny). Podobne zaujímavé boli hodnoty obsahu aminokyselín (napr. lyzín 9,48 až 10,6 g.kg⁻¹ sušiny).

láskavec; odrody; úrody semena; štruktúra porastu; obsah dusíkatých látok; obsah aminokyselín

ÚVOD

Botanická rozmanitosť rodu *Amaranthus* predurčuje druhu a typu odrody láskavca významnú úlohu pri tvorbe úrody semena. Dvojnásobne to môže platiť v našich podmienkach, kde sa kultúrne formy tejto plodiny doteraz nepestovali. Unikátna skladba bielkovín jeho semien spolu s prispôsobivosťou, relatívna nenáročnosť i skutočnosť, že v strednej Amerike ho človek pestoval už 10 tisíc rokov pred našim letopočtom (Gonzales, McClung, 1987), ponúka na využitie jeho prednosti aj v našich podmienkach.

V poľných pokusoch sme skúmali štyri odrody dvoch druhov vyselektované zo širšieho súboru. Cieľom bolo zistiť rozdiely v úrode semena a vo vybraných prvkoch štruktúry porastu. Uvádzané výsledky boli získané pri riešení subetapy výskumnej úlohy (Jamriška, 1993).

MATERIÁL A METÓDA

Poľné pokusy sme zakladali v rokoch 1991 až 1993 v kukuričnej výrobnjej oblasti na hlinitej degradovanej černoziemi 170 m n. m. v Borovciach pri Piešťanoch. Dlhodobý priemer teplôt pokusného stanovišťa predstavuje 9,1 °C za rok a 15,73 °C za vegetačné obdobie, priemery ovzdušných zrážok za rovnaké obdobie sú 625 a 352 mm. Poveternostné podmienky v pokusných rokoch sú uvedené v tab. I. Predplodinou bola ozimná pšenica. Po jej zbere bolo podľa zásoby v pôde aplikované predzásobné hnojenie PK na tri roky (P 15,3; K 44,7 x 3), len v prvom roku v ostatných dvoch rokoch (1992, 1993) sa nehnojilo, dusíkom sa nehnojilo vôbec.

Vysievali sme odrody: *Amaranthus hypochondriacus* 1008, *Amaranthus hypochondriacus* K 372, *Amaranthus cruentus* 17-GUA a *Amaranthus cruentus* 29-USA. Osivo prvých dvoch odrôd sme dostali z Rodale Center v USA Pensylvánii a ostatných odrôd z Institute of Nutrition of Central America and Panamá (INCAP) v Guatemale. Jde o zrnové typy, pričom *A. hypochondriacus* K 372 má tmavočervené sfarbené súkvetie, ostatné tri žltohnedé, farba semien pri všetkých je biela až zlatožltá. Siali sme 22. 5. 1991, 22. 5. 1992 a 18. 5. 1993 vždy s výsevom 1,0 mil. klíčivých semien na 1 ha, do 500 mm vzdialených riadkov. Pokus

bol založený úplným znáhodnením variantov v štyroch opakovaniach, zberová parcelka mala 7 x 1,5 m = 10,5 m². Po vzídení boli buriny ručne vypleté a porast dvakrát okopaný. Nástup dôležitých fenofáz je uvedený v tab. II. Zber sme urobili ručne odstrihaním súkvetí, ktoré sme po vysušení mlátili na maloparcelkovej mláčačke. Hmotnosť semena bola zisťovaná po vyčistení a prepočítaní na 10% obsah vlhkosti. Pred zberom sme odobrali vzorky na botanický a chemický rozbor. Dusikáté látky celkové sme stanovovali z úsporných dôvodov z dvoch rokov a aminokyseliny len pri dvoch odrôdách.

Údaje o úrodách semena, vybraných ukazovateľoch štruktúry porastu a úrody i obsah vybraných látok v semene boli spracované analýzou rozptylu a rozdiely vyhodnotené Tukeyovým testom.

VÝSLEDKY

Najrýchlejšie vzhádzali porasty láskavca v roku 1991 (10 až 11 dní), najpomalšie v roku 1992 (tab. II). Výšku 300 mm dosiahli naopak najrýchlejšie za 25 dní po vzídení v roku 1992 a najpomalšie za 31 dní v roku 1993. Aj metať i kvitnúť po vzídení začali porasty najrýchlejšie v roku 1992 a najneskoršie v roku 1993. Medzi odrodami však neboli výrazné rozdiely, v priemere možno povedať, že *A. cruentus* 17-GUA sa ukázala o niečo skoršia a *A. hypochondriacus* K 372 potrebovala evidentne dlhšie obdobie na dozrievanie ako ostatné.

Pokusné roky boli najsilnejším zdrojom variability úrod (tab. III). V roku 1992 bola významne vyššia úroda ako v ostatných dvoch rokoch. Z odrôd poskytla v priemere najvyššiu úrodu *A. cruentus* 17-GUA (3,29 t.ha⁻¹), preukazuje vyššiu oproti najnižšej úrode (2,56 t.ha⁻¹) pri *A. hypochondriacus* K 372 i oproti *A. cruentus* 29-USA. *A. hypochondriacus* K 372 mala významne nižšiu úrodu aj oproti *A. hypochondriacus* 1008. Z priemerov hodnôt pre *A. hypochondriacus* oproti *A. cruentus* nemožno robiť jednoznačné úsudky. Len v jednom z pokusných rokov (1993) neboli rozdiely medzi odrodami a naopak ročníky nemali vplyv len na úrodu jednej odrody *A. cruentus* 29-USA. V roku 1992 boli o poznanie väčšie rozdiely medzi odrodami ako v roku 1991, v oboch prípadoch mala najvyššiu úrodu *A. cruentus* 17-GUA a najnižšiu *A. hypochondriacus* K 372. Pokusné roky spôsobili na úrodách

I. Poveternostné podmienky v pokusných rokoch vo vzťahu k dlhodobému priemeru – Weather conditions in experimental years in reference to long-term average

Ročník ¹	Priemerná teplota ²				Zrážky ³			
	za rok ⁴		za mesiac ⁵ 5.–9.		za rok		za mesiac 5.–9.	
	°C	v%	°C	v%	mm	v%	mm	v%
1991	8,3	91,2	16,60	97,8	404,5	64,7	187,5	61,1
1992	9,6	105,5	18,24	107,4	515,6	82,5	230,2	75,0
1993	8,5	93,4	16,86	99,3	476,6	76,3	231,4	75,4

¹year, ²average temperature, ³precipitation, ⁴per year, ⁵per month

A. hypochondriacus 1008 a *A. cruentus* 17-GUA o poznanie väčšiu variabilitu ako pri *A. hypochondriacus* K 372, ktorá ako jediná zo skúmaného súboru nemala najvyššiu úrodu v najúrodnejšom roku 1992.

V hustote i výške porastov neboli rozdiely medzi odrodami (tab. IV). V roku 1992 narástol láskavec nižší, ale mal hustejší porast ako v ostatných rokoch. Ročník pôsobil aj na dĺžku súkvetia i jeho výšku nad úrovňou pôdy a na hmotnosť tisíc semien (tab. V). Súkvetie bolo najdlhšie v roku 1993, najkratšie v roku 1992 a v rokoch 1991 i 1993 bolo vyššie nad úrovňou pôdy ako v roku 1992, hmotnosť tisíc semien bola vyššia

v roku 1991 ako v ostatných rokoch. V priemere odroda *A. hypochondriacus* K 372 nasadzovala súkvetie nižšie ako odrody *A. cruentus*. V hmotnosti tisíc semien boli rozdiely medzi odrodami len v roku 1991, kedy *A. hypochondriacus* 1008 mala menšie semená ako *A. cruentus* 29-USA, roky naopak spôsobili rozdiely pri všetkých odrodách okrem *A. hypochondriacus* 1008, ktorá mala najmenšiu variabilitu tohto ukazovateľa.

V obsahu dusíkatých látok (tab. VI) neboli medzi odrodami jednoznačné rozdiely, napriek tomu možno konštatovať tendenciu vyšších hodnôt pri odrodách

II. Nástup fenologických fáz v závislosti od ročníka – The onset of phenological stages in dependence on the year

Ukazovateľ ¹	Rok ²	<i>A. hypochondriacus</i> 1008		<i>A. hypochondriacus</i> K 372		<i>A. cruentus</i> 17-GUA		<i>A. cruentus</i> 29-USA	
		dátum ³	počet dní ⁴	dátum	počet dní	dátum	počet dní	dátum	počet dní
Vzchádzanie ⁵	1991	2. 6.	11	1. 6.	10	2. 6.	11	2. 6.	11
	1992	12. 6.	21	12. 6.	21	12. 6.	21	12. 6.	21
	1993	1. 6.	14	2. 6.	15	31. 5.	13	1. 6.	14
	\bar{x}	5. 6.	15	5. 6.	15	5. 6.	15	5. 6.	15
Výška ⁶ 300 mm	1991	29. 6.	38	27. 6.	36	28. 6.	37	27. 6.	36
	1992	7. 7.	46	8. 7.	47	4. 7.	43	9. 7.	48
	1993	30. 6.	43	3. 7.	46	1. 7.	44	2. 7.	45
	\bar{x}	2. 7.	42	3. 7.	43	1. 7.	41	3. 7.	43
Metanie ⁷	1991	17. 7.	56	17. 7.	56	15. 7.	54	16. 7.	55
	1992	22. 7.	61	20. 7.	59	21. 7.	60	23. 7.	62
	1993	16. 7.	59	17. 7.	60	17. 7.	60	15. 7.	58
	\bar{x}	18. 7.	59	18. 7.	58	18. 7.	58	18. 7.	58
Kvitnutie ⁸	1991	26. 7.	65	25. 7.	64	24. 7.	63	25. 7.	64
	1992	3. 8.	73	2. 8.	72	2. 8.	72	4. 8.	74
	1993	30. 7.	73	1. 8.	74	29. 7.	72	30. 7.	73
	\bar{x}	30. 7.	70	30. 7.	70	29. 7.	69	30. 7.	70
Zber ⁹	1991	24. 9.	125	1. 10.	131	24. 9.	125	24. 9.	125
	1992	8. 9.	109	16. 9.	117	8. 9.	109	8. 9.	109
	1993	14. 9.	119	27. 9.	132	14. 9.	119	15. 9.	120
	\bar{x}	15. 9.	118	25. 9.	127	15. 9.	118	16. 9.	118

¹indicator, ²year, ³date, ⁴number of days, ⁵emergence, ⁶height, ⁷heading, ⁸anthesis, ⁹harvest

III. Úroda semena vybraných odrôd láskavca v t.ha⁻¹ – The seed yield of selected amaranth varieties in t.ha⁻¹

Odroda ¹	1991	1992	1993	Priemer ²		v%
				t.ha ⁻¹	rel. v%	
<i>A. hypochondriacus</i> 1008	2,76	3,73	2,35	2,95	102,1	23
<i>A. hypochondriacus</i> K 372	2,13	2,47	3,07	2,56	88,6	17
<i>A. hypochondriacus</i> \bar{x}	2,45	3,10	2,71	2,76	95,6	22
<i>A. cruentus</i> 17-GUA	3,08	4,08	2,71	3,29	113,8	22
<i>A. cruentus</i> 29-USA	2,77	2,90	2,63	2,77	95,8	12
<i>A. cruentus</i> \bar{x}	2,93	3,49	2,67	3,03	104,8	20
<i>Amaranthus</i> \bar{x}	2,68	3,29	2,69	2,89	100,0	21

$Hd p^3 - 0,05$; odrody⁴ - 0,39; roky⁵ - 0,30; interakcia⁶ - 0,87

¹variety, ²average, ³SD, ⁴varieties, ⁵years, ⁶interaction

A. hypochondriacus. Výraznejší vplyv mal aj tu ročník so zreteľnou tendenciou vyšších hodnôt v roku 1991.

Rovnako v obsahu aminokyselín prakticky neboli rozdiely medzi vybranými odrodami (tab. VII). Za po-

všimnutie však stojí, že semená *A. cruentus* 29-USA obsahovali až na kyselinu asparagovú, metionín, leucín a arginín viac aminokyselín ako *A. hypochondriacus* 1008.

IV. Hustota a výška porastu – The stand density and height

Ukazovateľ ¹	Odroda ²	1991	1992	1993	Priemer ³		v%
					abs.	rel. %	
Hustota porastu ⁴ [počet rastlín ⁵ · (m ⁻²)] Hd p ⁷ – 0,05 roky ⁸ – 3,3	<i>A. h.</i> 1008	14,8	37,1	18,8	23,6	97,9	43
	<i>A. h.</i> K 372	19,2	39,5	21,5	26,7	110,8	39
	\bar{x}	17,0	38,3	20,15	25,2	104,6	42
	<i>A. c.</i> 17-GUA	17,5	35,3	17,9	23,5	97,5	38
	<i>A. c.</i> 29 USA	16,5	30,5	20,5	22,5	91,8	28
	\bar{x}	17,0	32,9	19,2	23,0	94,5	34
	\bar{xx}	17,0	35,6	19,7	24,1	100,0	39
Výška porastu ⁶ (m) Hd p – 0,05 roky – 0,14	<i>A. h.</i> 1008	1,34	1,06	1,40	1,27	97,7	13
	<i>A. h.</i> K 372	1,37	1,01	1,55	1,31	100,8	24
	\bar{x}	1,36	1,04	1,48	1,29	99,2	19
	<i>A. c.</i> 17-GUA	1,43	1,02	1,43	1,29	99,2	17
	<i>A. c.</i> 29 USA	1,46	0,97	1,53	1,32	101,5	21
	\bar{x}	1,45	1,00	1,48	1,31	100,8	19
	\bar{xx}	1,40	1,01	1,48	1,30	100,0	19

¹indicator, ²variety, ³average, ⁴stand density, ⁵number of plants, ⁶stand height, ⁷SD, ⁸years

V. Dĺžka súkvetia, jeho výška nad úrovňou pôdy a hmotnosť 1000 semien – The length and height of inflorescens above ground and 1000 seed weight

Ukazovateľ ¹	Odroda ²	1991	1992	1993	Priemer ³		v%
					abs.	rel. %	
Dĺžka súkvetia ⁴ (m) Hd p ⁷ – 0,05 roky ⁸ – 0,05	<i>A. h.</i> 1008	0,24	0,24	0,33	0,27	100,0	17
	<i>A. h.</i> K 372	0,29	0,22	0,33	0,28	103,7	21
	\bar{x}	0,27	0,23	0,33	0,27	100,0	19
	<i>A. c.</i> 17-GUA	0,26	0,18	0,34	0,26	96,3	28
	<i>A. c.</i> 29 USA	0,27	0,18	0,38	0,28	103,7	33
	\bar{x}	0,27	0,18	0,36	0,27	100,0	31
	\bar{xx}	0,26	0,21	0,34	0,27	100,0	27
Výška súkvetia nad úrovňou pôdy ⁵ (m) Hd p – 0,05 odrody ⁹ – 0,13 roky 0–10	<i>A. h.</i> 1008	1,08	0,79	1,07	0,98	101,0	14
	<i>A. h.</i> K 372	1,03	0,75	0,85	0,88	90,7	16
	\bar{x}	1,06	0,77	0,96	0,93	95,9	16
	<i>A. c.</i> 17-GUA	1,17	0,81	1,07	1,01	104,1	17
	<i>A. c.</i> 29 USA	1,20	0,75	1,13	1,03	106,2	21
	\bar{x}	1,19	0,78	1,10	1,02	105,2	19
	\bar{xx}	1,12	0,77	1,03	0,97	100,0	18
Hmotnosť 1000 semien ⁶ (g) Hd p – 0,05 roky – 0,045 interakcia ¹⁰ – 0,131	<i>A. h.</i> 1008	0,850	0,800	0,734	0,795	96,5	7
	<i>A. h.</i> K 372	0,923	0,807	0,778	0,836	101,5	8
	\bar{x}	0,887	0,804	0,756	0,816	99,0	8
	<i>A. c.</i> 17-GUA	0,960	0,727	0,819	0,835	101,3	12
	<i>A. c.</i> 29 USA	1,030	0,680	0,779	0,830	100,7	18
	\bar{x}	0,995	0,704	0,799	0,833	101,0	15
	\bar{xx}	0,941	0,753	0,778	0,824	100,0	12

For 1–3, 6–8 see Tab. IV, ⁴length of inflorescence, ⁵height of inflorescence above ground, ⁶1000 seed weight, ⁷SD, ⁸years, ⁹varieties, ¹⁰interaction

DISKUSIA

S prihliadnutím na relácie medzi odrodami v úrodách sušiny z predchádzajúcej práce (Jamriška, 1994) a prezentovanými úrodami semena možno usudzovať, že v našich podmienkach sa dajú predpokladať pri zrnových typoch väčšie rozdiely medzi odrodami pri tvorbe úrody semena. Úrodnejšie odrody reagovali na ročník o poznanie viac ako menej úrodné. Najnižšiu úrodu odrody *A. hypochondriacus* K 372 nemožno zrejme úplne vysvetľovať len dĺžkou vegetačnej doby. Kaufman (1992b) sa domnieva, že typy *A. cruentus* sú viac-menej neutrálne, zatiaľ čo odrody *A. hypochondriacus* sa vyznačujú širokou škálou citlivosti na dĺžku dňa. Z tohto aspektu je pozoruhodné, že odroda *A. hypochondriacus* 1008 mala v pokusoch v Thajsku (Senthong et al., 1992) prakticky rovnakú dĺžku vegetačnej doby ako u nás.

Relácie hustoty porastu s úrodami v rokoch potvrdzujú, že laskavec je plastická plodina. Preukaznosť rokov s najvyššou hustotou v roku 1992, kedy porasty najpomalšie vzhádzali, naznačuje, že výsledkovú hustotu porastu mohli ovplyvňovať najmä podmienky rastu a konkurencie po vzídení. Rozdiely vo výške porastu potvrdzujú naše predchádzajúce zistenie, že dlhšie obdobie sejba-vzhádzanie má negatívny vplyv na výšku porastu (Jamriška, 1991). Inak prezentované hodnoty tohto ukazovateľa spĺňajú šľachtiteľské predstavy o ideotype laskavca na semeno (Kaufman, 1992a). Dĺžka súkvetia predstavuje určitý prostriedok kompenzácie pri tvorbe úrody semena.

Odroda *A. hypochondriacus* K 372 napriek tomu, že sa nelíšila výškou porastu, nasadzovala súkvetie preukazne nižšie ako ostatné. Z aspektu technológie mechanizovaného zberu je to nepriaznivý ukazovateľ. Výhodné sú v tomto prípade typy vytvárajúce súkvetie nad zónou listov.

VI. Obsah dusíkatých látok v sušine semien v g.kg^{-1} – The protein content in seed dry matter in g.kg^{-1}

Odroda ¹	1991	1992	Priemer ²	
			g.kg^{-1}	rel. v%
<i>A. hypochondriacus</i> 1008	213,17	192,73	201,42	104,5
<i>A. hypochondriacus</i> K 372	210,33	176,70	192,27	99,7
<i>A. hypochondriacus</i> \bar{x}	211,93	186,34	197,62	102,5
<i>A. cruentus</i> 17-GUA	194,77	177,50	184,93	95,9
<i>A. cruentus</i> 29-USA	203,50	182,93	192,98	100,1
<i>A. cruentus</i> \bar{x}	198,90	179,76	188,49	97,8
<i>Amaranthus</i> \bar{x}	204,84	182,86	192,79	100,0

¹variety, ²average

VII. Obsah vybraných aminokyselín v g.kg^{-1} sušiny pri dvoch odrodách laskavca – The content of selected amino acids in g.kg^{-1} dry matter in two amaranth varieties

Aminokyselina ¹	<i>A. hypochondriacus</i> 1008	<i>A. cruentus</i> 29-USA	Priemer ²
Kyselina asparagová – Asp	16,90	16,78	16,83
Treonín – Thr	7,23	7,44	7,35
Serín – Ser	9,91	10,14	10,04
Kyselina glutámová – Glu	28,78	32,49	30,94
Prolín – Pro	9,43	9,96	9,74
Glycín – Gly	13,14	13,32	13,25
Alanín – Ala	6,91	7,59	7,31
Valín – Val	7,41	8,09	7,81
Metionín – Met	3,24	3,01	3,10
Izoleucín – Ile	6,61	6,63	6,62
Leucín – Leu	10,43	10,28	10,35
Tyrozín – Tyr	6,68	6,81	6,76
Fenylalanín – Phe	7,14	8,26	7,80
Histidín – His	6,02	6,26	6,16
Lyzín – Lys	9,48	10,60	10,13
Arginín – Arg	16,45	12,46	14,13
Obsah dusíkatých látok celkových ³	168,50	182,80	176,83

¹amino acid, ²average, ³total protein content

Na hmotnosť tisíc semien mala s veľkou pravdepodobnosťou značný vplyv dĺžka obdobia dozrievania. Nepriamo to vyplýva z dĺžky obdobia začiatok kvitnutia-zber. Zatiaľ čo v roku 1991 toto obdobie trvalo v závislosti od odrody 61 až 67 dní, v roku 1993 to bolo 47 až 58 dní a v roku 1992 dokonca len 35 až 45 dní. *A. hypochondriacus* 1008 sa však vymyká z tejto schémy, hodnoty hmotnosti tisíc zrn ako jediné neboli ovplyvnené ročníkom. Ťažko povedať, do akej miery je to prejav odrodovej vlastnosti alebo vplyv jej relatívne dlhšej domestikácie v našich podmienkach.

Obsah dusíkatých látok potvrdzuje i v našich podmienkach výrazne vyššie hodnoty oproti všetkým našim obilninám a nezaostáva za údajmi z pravlasti kultúrneho láskavca (Bressani et al., 1992). Podľa očakávania aj tu sa prejavil výrazný vplyv ročníka.

Pozoruhodné obsahy aminokyselín sú v súlade s analýzami na rovnakom biologickom materiáli (Dodok et al., 1993). Opäť je tu rad predností oproti obilninám. Naše výsledky s odrodami *A. hypochondriacus* 1008 a *A. cruentus* 29-USA vykazujú vyššie hodnoty, ako uvádzajú Bressani et al. (1989) z priemeru štyroch druhov (*A. caudatus*, *A. hypochondriacus*, *A. cruentus* a *A. edulis*). Uvedení autori uvádzajú pritom aj odporúčania FAO/WHO na žiaduci obsah vybraných aminokyselín v potrave ľudí (lyzín – 340, treonín – 250, valín – 310, izoleucín – 250 a leucín 440 mg N.g⁻¹). Po príslušnom prepočte v našom prípade zaostáva za týmito odporúčaniami len obsah valínu pri *A. hypochondriacus* 1008 o 20 mg (290 mg N.g⁻¹) a obsah leucínu pri oboch odrodách o 32, resp. 38 mg (408, resp. 402 mg N.g⁻¹).

Z dosiahnutých výsledkov možno usudzovať, že zo skúmaných odrôd budú na pestovanie na semeno v našich podmienkach najvhodnejšie odrody *A. cruentus* 17-GUA a *A. hypochondriacus* 1008. Naopak menej vhodnou je *A. hypochondriacus* K 372, ktorá má najdlhšiu vegetačnú dobu, poskytla najnižšiu úrodu a nasadzovala súkvetie najnižšie nad pôdou.

LITERATÚRA

- BRESSANI, R. – ELIAS, L. G. – GARCIA-SOTO, A.: Limiting amino acids in raw and processed amaranth grain protein from biological tests. *Pl. Fds Hum. Nutr.*, 39, 1989: 223–234.
- BRESSANI, R. – SÁNCHEZ-MARROQUÍN, A. – MORALES, E.: Chemical composition of grain amaranth cultivars and effects of processing of their nutritional quality. *Fd Rev. Int.*, 8, 1992 (1): 23–49.
- DODOK, L. – BUCHTOVÁ, V. – HALÁSOVÁ, G. – POLÁČEK, I.: The properties of the whole amaranth flour from *Amaranthus hypochondriacus*. The content of fatty and amino acids. Amaranth as a food, forage and medicinal culture. *Int. Symp. Olomouc*, 1993: 68–69.
- GONZALES, V. J. – McCLUNG, E.: Evidencias arqueobotánicas del amaranto en México. In: *Coloquio Nacional del Amaranto*, Querétaro, Qro. México, 1987. 1 s.
- JAMRIŠKA, P.: Effect of sowing date on seed yield *Amaranthus hypochondriacus*. *Ved. Práce VÚRV Piešťany*, 24, 1991: 51–63.
- JAMRIŠKA, P.: Výskum pestovateľskej technológie amarantusu (láskavca) [Záverečná správa.] Piešťany, VÚRV 1993. 36 s.
- JAMRIŠKA, P.: Úroda krmu vybraných odrôd láskavca po zbere na začiatku kvitnutia. *Rostl. Výr.*, 40, 1994 (11): 985–995.
- KAUFFMAN, CH. S.: Realizing the potential of grain amaranth. *Fd Rev. Int.* 8, 1992a (1): 5–2.
- KAUFFMAN, CH. S.: The status of grain amaranth for the 1990 s. *Fd Rev. Int.* 8, 1992b (1): 165–185.
- SENTHONG, CH. – JULSRIGIVAL, S. – TIYAWALEE, D. – WIVUTVONGANA, P.: Germplasm screening of grain amaranth in Chiang Mai, Thailand. *Fd Rev. Int.* 8, 1992 (1): 143–157.

Došlo 19. 5. 1995

Kontaktná adresa:

Ing. Pavel Jamriška, CSc., Výskumný ústav rastlinnej výroby, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, Slovenská republika, tel.: 0838/223 11, fax: 0838/263 06

STANOVENÍ PŮDNÍHO UHLÍKU TITRAČNĚ A POTENCIOMETRICKY

TITRATION AND POTENTIOMETRIC DETERMINATION OF SOIL ORGANIC MATTER CARBON

J. Krejčová¹, M. Králová¹, P. Růžek¹, I. Zikov²

¹Research Institute of Crop Production, Praha, Czech Republic

²Institute of Agricultural Microbiology, St. Peterburgh, Russia

ABSTRACT: The dichromate-wet combustion determination of soil organic matter involves a titration of the excessive dichromate by bivalent iron ions. The quantitative determination using the dichromate-wet combustion finished by an Fe^{2+} -titration by help of an indicator is a commonly used procedure, especially for routine analyses in soil testing laboratories. The results of soil analyses done in our laboratory were 0.99–1.08% C_{ox} in eutric cambisol from the locality Pernolec. The standard deviation was 0.01 with a variation coefficient of 0.02%. The correlation coefficient was calculated 0.97 ($n = 50$). The modified potentiometric determination of soil organic matter was used as a comparative method for the same type of soil. The main difficulty in titration, i.e. the accurate detection of the end point, was substituted by a potentiometric measurement of a redox potential. The two platinum electrodes indicated an irreversible shift in the voltage reading. The end point was clearly obtained due to the steep change in the potential. Moreover, there is a colour change in the soil suspension itself near the end point serving as an indicator for the approach of the end point. The results of analyses were 1.08–1.11% C_{ox} for the same soil samples as mentioned above. The standard deviation was 0.01 with a variation coefficient of 0.02%. The correlation coefficient was calculated 0.99 ($n = 50$). The potentiometric titration was also used for the determination of C_{ox} in the soil solution. The soil solution was simulated by a water extract (20 °C) of the soil sample. The results corresponded to C_{ox} in soil samples. The values of C_{ox} in a water extract were measured 0.007–0.009% with a standard deviation of 0.0002. The correlation coefficient was calculated 0.99 ($n = 50$). The potentiometric method for the organic matter determination is a very suitable and comfortable method and it is more precise than the titration methods when an indicator was used.

carbon in soil; potentiometric titration

ABSTRAKT: Titrační metoda používající spalování půdní organické hmoty $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ a retitrace Fe^{2+} s indikátorem je běžně používána pro rutinní analýzy půd v laboratořích testujících zeminy. Tato metoda má úskalí v přesném určení změny barvy titrovaného roztoku, a tím dochází i k většímu rozptylu získaných výsledků. Metoda potenciometrická má bod inverze redox potenciálu určen přesně odečtem na potenciometru. Kromě změny redox potenciálu dochází též ke změně barvy roztoku. Korelační koeficient pro titrační metody byl vypočítán 0,97 pro soubor 50 stanovení. Potenciometrická titrace měla korelační koeficient 0,99. Metoda je též vhodná pro stanovení C_{ox} v půdních roztocích.

půdní uhlík; potenciometrická titrace

ÚVOD

Kvantitativní stanovení půdní organické hmoty spalováním dvojchromanem draselným je běžně používanou metodou (Tjurin, 1951; Jackson, 1958; Allison, 1965; Sirový a kol., 1967; Pospíšil, 1980; Králová a kol., 1990) pro rutinní analýzy v laboratořích testujících půdy.

Metoda je založena na oxidaci půdní organické hmoty s $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$. Zvýšení teploty reakce se docílí přidáním koncentrované H_2SO_4 ke směsi zeminy a vodného roztoku $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, čímž dojde k vyššímu stupni oxidace půdní organické hmoty (Walkley, 1946).

Walkley-Blackova metoda může být ještě doplněna ohřevem baňky se směsí zeminy a přidaných solí, aby se podpořila kompletní oxidace půdního organického uhlíku. Přebytek nespotřebovaného $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ je retitrován Mohrovou solí $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ nebo $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ s použitím indikátoru difenylaminu.

Potíže tohoto postupu závisejí na přesnosti barevného přechodu při retitraci $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$. Proto byly vyvinuty modifikace základní metody, které zpřesňují právě tento závěrečný postup. Jedním z upřesnění bylo použití kolorimetrické metody pro stanovení nespotřebovaného $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ po spálení půdní organické hmoty (Simš, Halý, 1971). Kolorimetrická metoda však byla zdlou-

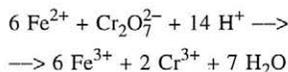
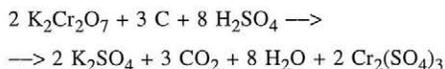
havá, protože bylo nutno zařadit do postupu ještě filtraci konečného roztoku a provést kalibrační křivky standardů.

Kromě této kolorimetrické metody byla publikována metoda titrační (Tjuri, 1951), u níž přebytek $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ byl stanoven titrací Mohrovou solí s použitím indikátoru difenylaminu. Tato metoda měla své úskalí v přesnosti vizuální titrace a v tzv. boiling point. Autor doporučoval var půdního vzorku s H_2SO_4 a $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ přesně po dobu 5 min. Při sériových analýzách lze jen velmi těžko dodržet přesnost právě tohoto bodu a hodnota 100°C není nejvhodnější.

Další modifikací byla metoda, kterou publikovali Sirový a kol. (1967) a která je založena na spalování půdní organické hmoty při 125°C v prostředí H_2SO_4 a $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Tato metoda byla doplněna elektrometrickým měřením dead stop titrace a používal ji také Pospíšil (1980).

Námi publikovaná metoda využívá všech předchozích výsledků a metod. V tomto příspěvku jsou srovnány výsledky titrační metody s potenciometrickou titrací za shodných podmínek spalování při 125°C . Adaptace laboratorního zařízení je velmi jednoduchá a lze ji pořídit s přístroji, které vlastní každá chemická laboratoř.

Princip metody spočívá v měření redox potenciálu v konečném bodě titrace $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ železnatou solí. Oxidace půdního organického uhlíku a jeho retitrace je řízena těmito rovnicemi:



Konec reakce se promítne do změny redox potenciálu.

MATERIÁL A METODA

Použitá zemina: Eutric cambisol z lokality Pernolec, velikost zrna pod 2 mm, pH 6,5; N_{tot} 0,15 %; C_{ox} 0,99 %; sušina 92,36 %.

Titrační metoda: Vzorek 1 g zeminy obsahující 10 až 25 mg organického uhlíku se přelije 10 ml chromsírové směsi o koncentraci 0,8M (Králová a kol., 1990), směs se zamíchá a nechá reagovat 30 min při teplotě 125°C . Přidá se 150 ml destilované vody a 10 ml koncentrované H_3PO_4 a 1 ml difenylaminu. Retitrace nespotřebovaného $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ se provede 0,2M Mohrovou solí.

Potenciometrická titrace: Vzorek 0,2 g zeminy se přelije 5 ml 0,8M chromsírové směsi (Javorský, 1987). Po zamíchání směsi se baňky vloží do sušárny na 1 h při 125°C . Po spálení byly vzorky naředěny 40 ml destilované vody, do poloviny vzorků byl přidán 1 ml koncentrované H_3PO_4 , druhá polovina vzorků byla retitrována Fe^{2+} bez přidání H_3PO_4 . Konec titrace se

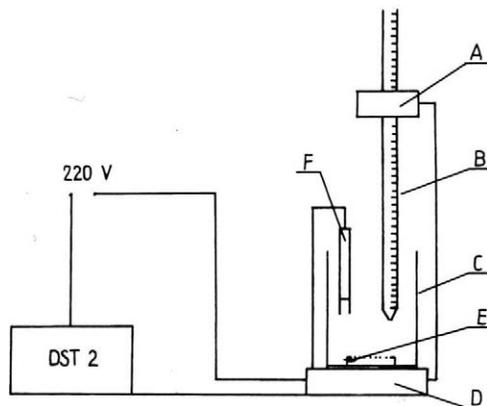
projevil posunem hodnoty redox potenciálu. Tato změna je náhlá a je ireverzibilní. Mimoto dojde též k barevné změně titrovaného roztoku v blízkosti změny redox potenciálu, což slouží jako vizuální kontrola.

Tato metoda je využitelná i pro stanovení uhlíku půdní organické hmoty v půdním roztoku. Půdní roztok byl simulován vodním výluhem. Vizuální titrace dává výsledky velmi rozptýlené na rozdíl od potenciometrické titrace. Navážka 2 g zeminy se přelije 50 ml destilované vody (20°C), směs se třepí 1 h a filtruje přes filtr s modrou páskou. Ze získaného půdního výluhu se odebere alikvot 20 ml, přidá se 5 ml 0,8M kyseliny chromsírové. Po zamíchání roztoku se směs spálí v sušárně při 125°C po dobu 1 h. Po spálení a vychlazení roztoku se retitruje Fe^{2+} do změny redox potenciálu.

Kontrolní stanovení: Jako kontrola sloužila řada roztoků obsahujících 5 ml 0,8M chromsírové směsi (potenciometrie) nebo 10 ml 0,8M chromsírové směsi (titrace), popřípadě koncentrovaná H_3PO_4 . Tyto vzorky byly podrobeny stejnému postupu jako vzorky analyzované zeminy. Po jejich retitraci sloužily jako kontrolní stanovení.

Popis přístrojového zapojení: Uspořádání pro potenciometrickou titraci je patrné z obr. 1. Titrační souprava se skládala z titračního přístroje DST-2 (výrobce KOVO Brno), z magnetické míchačky s byretou MB-1, opatřenou elektrickou magnetickou cívkou. Redox potenciál se měřil dvěma Pt elektrodami, umístěnými v titrační nádobce. Pracovní napětí potenciálu bylo 200 mV.

Další technické údaje používaného zařízení: Titrační přístroj má citlivost pro zpětnou titraci $1 \cdot 10^{-5}$



1. Schéma zapojení pro potenciometrickou titraci $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ Fe^{2+} ionty – Diagram of connection for potentiometric titration $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ by Fe^{2+} ions

- A – cívka – coil
- B – byreta – burette
- C – titrační nádoba – titration vessel
- D – míchadlo – agitator
- E – míchadélko – little agitator
- F – Pt-elektrody – Pt-electrodes

A \pm 50 %, stavitelné polarizační napětí 0 až 1 000 mV, vyčkávací dobu ca 15 sec, minimální délku dávkovacího impulsu 100 msec. Magnetická míchačka s byretou MB-1 má rychlost výtoku při zcela naplněné byretě 15 až 25 ml.min⁻¹, těsnost uzavřeného ventilu při zcela uzavřené byretě je minimálně 0,05 ml.min⁻¹, otáčky míchadla ca 500 až 1 200 ot.min⁻¹, přesnost titrace ve spojení s DST-2 je minimálně 0,05 ml.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Stanovení půdní organické hmoty je součástí metodik na celém světě. Existuje řada metod, které stanovují některé z forem půdního organického uhlíku. Předmětem této práce bylo srovnání metody titrační s indikátorem a metody potenciometrické titrace pro půdní oxidovatelný uhlík v zemině a v simulovaném půdním roztoku.

Titrace nespoteřovaného Cr₂O₇²⁻ železnatou solí může být provedena vizuální titrací pomocí indikátoru difenylaminu nebo potenciometrickou titrací. V prvním případě je změna barvy titrovaného roztoku ukazatelem konce titrace, v druhém případě vedle barevné změny titrovaného roztoku měříme změnu v redox potenciálu probíhající reakce.

Výsledky analýz půdního uhlíku po jeho spálení Cr₂O₇²⁻ a následná vizuální titrace vykazují nižší absolutní hodnoty procentuálního obsahu uhlíku v zemině a větší rozptyl výsledků. Pro tuto práci bylo použito pět souborů s 10 opakováními pro každou z citovaných metod. Procentuální obsah oxidovatelného uhlíku (C_{ox}) se pohyboval v intervalu od 0,99 do 1,08 % při vizuální titraci. Směrodatná odchylka dosahovala hodnoty 0,03 a koeficient variace byl 0,08 %. Korelační koeficient byl 0,97 (n = 50).

Výsledky potenciometrické titrace analýz zeminy byly v absolutních jednotkách o něco vyšší než výsledky získané vizuální titrací. Pravděpodobně jednou z příčin byla vyšší navážka, a tím nedokonalější spálení, a druhou příčinou mohl být komplikovanější odečet konce titrace. Hodnoty C_{ox} získané potenciometrickou titrací se pohybovaly v rozmezí 1,08 až 1,11 %. Směrodatná odchylka byla 0,01 a koeficient variace 0,02 %. Korelační koeficient byl 0,99 (n = 50).

Byla provedena potenciometrická titrace oxidovatelného uhlíku v půdním extraktu. Hodnoty C_{ox} dosahovaly 0,007 až 0,009 %. Opět byl použit stejný počet souborů i opakování jako v předcházejících případech. Směrodatná odchylka byla 0,0002 a koeficient variace 0,02 %. Korelační koeficient byl 0,99 (n = 50).

ZÁVĚR

Stanovení oxidovatelného uhlíku půdní organické hmoty v zemině či vodním extraktu zeminy lze provést jak vizuální titrací přebytku Cr₂O₇²⁻, tak potenciometricky. Z výsledků této práce vyplývá, že potenciometrická titrace je přesnější a méně komplikovaná metoda. Hodí se i pro stanovení malých množství C_{ox}, jaká jsou např. v půdních extraktech.

LITERATURA

- ALLISON, L. E.: Organic carbon. In: BLACK, C. A. (ed.): Methods of soil analysis. Agronomy, 9, 1965: 1367–1378.
- JACKSON, M. L.: Soil chemical analysis. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N. J. 1958.
- JAVORSKÝ, P.: Chemické rozborů v zemědělských laboratořích. I. díl. České Budějovice, 1987.
- KRÁLOVÁ, M. a kol.: Vybrané metody chemické analýzy půd a rostlin. Stud. ČSAV, 12, 1990: 46–49.
- POSPÍŠIL, F.: Humus v půdách českých zemí. Studie ČSAV, Praha, Academia 1980.
- SIROVÝ, V. a kol.: Metodika laboratorních rozborů půd a principy jejich hodnocení. Praha, MZVŽ 1967.
- SIMS, J. R. – HALY, V. A.: Simplified colorimetric determination of soil organic matter. Soil Sci., 112, 1971: 137–141.
- TJURIN, I. V.: Některé výsledky práce po srovnatelném izučeníu soustava gumusa v počvach SSSR. Počv. Inst. im. Dolmčajeva, 38, 1951.
- WALKLEY, A.: A critical examination of a rapid method for determining organic carbon in soils-effect of variations in digest conditions and of inorganic soil constituents. Soil. Sci., 63, 1946: 251–263.

Došlo 6. 3. 1995

Kontaktní adresa:

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

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

Redakce časopisu

NÁVRH LIMITŮ KONTAMINACE PŮD POTENCIÁLNĚ RIZIKOVÝMI STOPOVÝMI PRVKY PRO ČR

PROPOSAL OF SOIL CONTAMINATION LIMITS FOR POTENTIALLY HAZARDOUS TRACE ELEMENTS IN THE CZECH REPUBLIC

E. Podlešáková¹, J. Němeček², G. Hálková¹

¹Research Institute for Soil and Water Conservation, Praha, Czech Republic

²Czech University of Agriculture, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: The contamination limits (reference values) for As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, V and Zn have been derived, based on the evaluation of the background levels of the trace elements in 13 soil-lithological groups. The significant differences in total concentrations along with the solubility in the 2M HNO₃ (Tabs I, II) and the evaluation of the upper limits of the variability ($GM.GD^2$, percentiles) of the investigated sets led to the derivation of the soil contamination limits. The exceeding of the reference values indicates the increased anthropogenic inputs into the soils. The contamination limits (in the sense of the upper natural background levels) have been derived both for the total contents (Tab. III) and the contents in the cold 2M HNO₃ (Tab. IV). The lithological differentiation in the proposals is reduced for pragmatic reasons. The system enables us also to use simplified mean reference values or texturally differentiated values for the most sedimentary parent materials. The geogenic extremes are excluded (see only minimal values for Co, Cr, Cu, Mn, Ni, V in mafic rocks). Generally, anthropogenically contaminated fluvisols have to be evaluated like other soils. The proposed concept of contamination limits is very similar to some reference values assessing the suspicion of contamination of Austrian and German authors.

hazardous elements; upper limit of background values; contamination limits

ABSTRAKT: Na základě hodnocení pozařových hodnot potenciálně rizikových stopových prvků v zemědělsky využívaných půdách ČR byly odvozeny limitní hodnoty kontaminace půd ČR As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, V a Zn. Vyjadřují svrchní hranice pozařových hodnot stopových prvků, odvozené ze statistického zpracování 13 skupin půd. Půdně-litologická diferenciace limitů byla omezena na menší skupiny půdně-litologických jednotek, než je počet statisticky průkazně rozdílných skupin z hlediska jednotlivých prvků. Tato nezbytná redukce vyplynula z důvodů věcných i pragmatických. Překročení limitu kontaminace půd signalizuje zvýšené vstupy stopových prvků do půdy, významné z hlediska principu obezřetnosti při ochraně půdy. Limity kontaminace půd jsou navrženy pro celkové obsahy prvků, které tvoří základ systému, a pro obsah prvků v 2M HNO₃ za chladu, používaný v kontrolní praxi ČR. Svoji koncepci se limity kontaminace pro ČR blíží některým nově zaváděným hraničním hodnotám podezření půd z kontaminace rakouských a německých autorů.

rizikové prvky; svrchní mez pozařových hodnot; limity kontaminace

ÚVOD

Jak bylo uvedeno v předchozích pracích (Podlešáková et al., 1994a; Němeček et al., 1995), vzrůstá potřeba stanovení limitních hodnot, vyjadřujících průkazné zatížení půdy zvýšenými vstupy rizikových látek do půdy a nevyžadujících ekotoxikologická ověření. Vede k tomu několik důvodů. Jedním z nich je potřeba identifikovat výrazné antropické zatížení, které sice ještě neohrožuje podle současných poznatků ekosystém a potravní řetězec, ale je nežádoucí z hlediska principu obezřetnosti. Dalším důvodem je nezbytnost konfrontovat nejnižší ekotoxikologicky relevantní mezní hodnoty zatížení půdy, které vedou k tomu, že půda začíná ztrácet svoji polyfunkčnost – např. holand-

ské target values (Eijssackers, 1993) – se svrchní hranici pozadí. U několika mobilních toxických látek se tyto hodnoty značně sblížují. Potřeba stanovit hraniční hodnoty vymezující signifikantně kontaminované půdy narůstá zejména v zemích, kde se provádí systematická inventarizace rizikových látek (většinou dosud pouze stopových prvků) v půdách na celém území státu, např. v Rakousku (Hoffer, 1993; Danneberg, 1994) v Německu (Späte et al., 1991; Eikman, Klocke, 1994), či v kritických územích ČR (Podlešáková et al., 1994b).

V ČR se na problematice vymezení limitu kontaminace půd pracuje již od roku 1988 (Podlešáková, Němeček, 1990). Dosud byly vypracovány dvě aproximace, které byly zařazeny do návrhů, předaných

MŽP ČR. Lze jen litovat, že se neobjevily ve vyhlášce 13/1994 Sb., upravující zákon na ochranu zemědělského půdního fondu. Jeden z návrhů byl včleněn jako hodnota A do postupu vyhodnocování životního prostředí při zpracování privatizačních projektů (MSNMP-MŽP ČR, 1992).

Předkládané návrhy vyjadřují systematickou renovaci v detailech podle hromadících se údajů a jejich systematického zpracování. U rizikových stopových prvků je nutnost soustavného vývoje podtržena potřebou diferencovat tyto limity na pragmaticky relevantní úrovní podle půdně-litologických seskupení, charakterizovaných v předchozích dvou pracích, a uvést do souladu limity celkových obsahů s limity extraktu 2M HNO₃ při přihlédnutí k půdně-litologicky a antropicky diferencované rozpustnosti.

MATERIÁL A METODA

Na základě požadovaných hodnot rizikových prvků, stanovených pro 13 půdně-litologických seskupení (Podlešáková et al., 1994a; Němeček et al., 1995), jsme určili svrchní mez variability těchto souborů. Svrchní mez variability byla stanovena jako limit kontaminace. Jak u hodnot celkového obsahu stopových rizikových prvků (RP), tak i u hodnot v extraktu 2M HNO₃ za chladu a jejich rozpustnosti v 2M HNO₃ (ve vztahu k celkovému obsahu) bylo provedeno: testování rozdílů mezi dílčími 13 seskupeními metodou jednoduché analýzy variance; stanovení vrchní meze dílčích souborů pro celkový obsah a obsah rozpustný v 2M HNO₃ metodou vylučování odlehlých hodnot; stanovení svrchní meze souboru jako hodnoty *GM.GD*² při srovnávání s percentilami lognormálního rozdělení a empirickými percentilami; syntéza a propojení údajů.

Vznikl tak systém limitů kontaminace půd, který umožňuje pro praktické využití únosnou půdně-litologickou diferenciaci, umožňující hodnocení kontaminace. Systém však zahrnuje i zjednodušený generalizovaný přístup (jedna hodnota pro každý prvek) a méně podrobnou diferenciaci u sedimentárních substrátů. Systém byl ověřován empiricky při hodnocení zatížení ekologicky kritických i imisně a ostatními vstupy čistých území.

Metody chemických analytických postupů byly charakterizovány v uvedených dřívějších pracích.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Průkaznost mezi půdně-litologickými soubory v celkovém obsahu stopových rizikových prvků jsou spolu s trendy obsahů uvedeny v tab. I. Tab. II uvádí průkazné rozdíly v rozpustnosti rizikových prvků v různých půdně-litologických souborech, které jsou v řadě případů nezbytné k pochopení vztahů mezi limity kontaminace pro celkové obsahy (tab. III) a obsahy prvků v 2M HNO₃ (tab. IV).

Diferenciace rozdílů v obsahu rizikových prvků mezi půdami je u jednotlivých prvků různá. U všech prvků s výjimkou As a Mo se projevuje většinou výrazná akumulace v půdách niv za průmyslovými městy. Zvýšená rozpustnost se projevuje zde i u As a Mo. Tyto zákonitosti jsou však pro další úvahu irrelevantní, neboť fluvizemě musíme hodnotit jako půdy antropicky kontaminované až intoxikované a jejich stupeň zatížení srovnávat se sedimentárními nekontaminovanými substráty obdobné zrnitosti.

Obecně můžeme konstatovat (tab. I, II), že některé z prvků jsou slaběji diferencovány po půdách než ostatní. Týká se to hlavně Hg a Cd, které jinak nejvýrazněji indikují antropickou kontaminaci. Týká se to i As a Mo, u kterých se setkáváme i s analytickými problémy. Zvýšená diferenciací u ostatních prvků odráží výrazné texturní a mineralogické rozdíly mezi substráty.

Podle jednotlivých prvků specifické obsahy rizikových prvků v extraktu 2M HNO₃ jsou modifikovány relativní rozpustností. Nejnížší relativní rozpustnosti nalézáme právě u půd s geogenně zvýšenými obsahy stopových prvků u kyselých (Be, Pb, Cu, Zn) a bazických (Co, Cr, Mn, Ni, V; Cu, Zn) svahovinu. Nelze tedy dospět k striktně srovnatelným hodnotám pomocí zobecnění, ale pouze podle půdně-litologických skupin specifikované rozpustnosti.

V tab. III je uvedena syntéza údajů o průměrných hodnotách pozadí zkoumaných půdně-litologických skupin, o průkaznosti koncentračních rozdílů mezi skupinami (tab. I) a hodnotami stanovení svrchní meze pozadí celkových obsahů rizikových prvků stanovenými podle postupu uvedeného v metodice. Syntéza představuje návrh limitu kontaminace půd, který odráží pragmaticky únosnou diferenciací limitů podle nejvýraznějších rozdílů mineralogického a texturního složení půdně-litologických skupin. V tab. III je uvedeno i zjednodušené hodnocení, vyjádřené jednou hodnotou koncentrace stopových prvků. Je třeba si uvědomit, že platí pro sedimentární substráty. Pouze pro sedimentární substráty platí i hodnoty diferencované podle zrnitosti.

Totéž platí pro tab. IV, zahrnující návrh limitů kontaminace půd stopovými rizikovými prvky, rozpustnými v 2M HNO₃ za chladu. V řadě případů jiné seskupování limitních hodnot ve vztahu k uvedeným půdně-litologickým seskupením než u celkových obsahů souvisí především s diferencovanou rozpustností, dále pak s menší rozlišovací schopností extraktu v 2M HNO₃.

V tab. V jsou srovnány navržené limity kontaminace se zahraničními údaji, které nejlépe korelují s naším návrhem limitů kontaminace půd. Naše hodnoty leží mezi údaji, které uveřejnili Danneberg et al. (1994) a Eikman-Kloke (1991). Dokonalé srovnání nelze provést, neboť údaje německých a rakouských autorů jsou odvozeny z analýz v extraktu lučavkou královskou. U holandských hodnot (Leidraad, 1983), odvozených z korelací obsahu rizikových prvků stanovených jako celkové obsahy s jilem a humusem,

I. Průkazné rozdíly mezi soubory půdně-litologických jednotek v celkových obsazích rizikových prvků; jednoduchá analýza variance – Significant differences among sets of soil-lithological units in total contents of potentially hazardous elements; one-way analysis of variance

Prvky ²	Sedimentární substráty ¹										Pískovce ⁴	Svahoviny magmatických a metamorfovaných hornin ¹⁴				Zrnitostně odlišené sedimentární substráty ¹⁹						
	písky ³	pískovce ⁴		výrazná ¹² argiluviace	prachovice ⁵	bez výrazné ¹³ argiluviace	spraše ⁶	polygenetické hliny	sedimentární břidlice ⁸	slíny, jíly ⁹		nivní sedimenty ¹⁰	inundované nívy ¹¹	žuly ¹⁵	ruly ¹⁶	bazika s příměsí ¹⁷	bazika ¹⁸	lehké ²⁰	střední ²¹	těžké ²²		
Hg											<< >>											
Mo													< >									
As		<	<					<	<	>	>		<	<				<	<			
Cd		<	<							<	<	<< >>		<	<			<	<			
Be		<	<	<	<				<	<	>		<	<	<	>			<	<		
Pb		<	<								<< >>		<	<	>	>	>		<	<		
Zn		<	<		<	<			<	<	<	<< >>	<	<	<	<		<	<			
Cu		<	<	<	<			<	<		<< >>		<	<	<<			<	<	<	<	
V		<	<	<	<				<	<	>		<	<	<	<	<	<	<	<		
Mn		<	<								<	>		<	<	<	<					
Co		<	<	<	<					<	<	>		<	<<	<<	<<		<	<		
Cr		<	<							<	<< >>			<	<	<	<<	<<		<	<	
Ni		<	<	<	<			<	<	>	>	<	<	<	<<	<<	<<		<	<	<	<

Znaménka < > určují průkazné rozdíly obsahů těžkých kovů mezi půdně-litologickými jednotkami – Marks < > indicate significant differences of heavy metals contents among soil-lithological units

¹sedimentary substrata, ²elements, ³sands, ⁴sandstones, ⁵loesslike sediments, ⁶loess, ⁷polygenetic loams, ⁸sedimentary shales, ⁹marls, clays, ¹⁰alluvial sediments, ¹¹flooded alluvial sediments, ¹²strong argilluviation, ¹³without strong argilluviation, ¹⁴transported weathering products of magmatic and metamorphic rocks, ¹⁵granites, ¹⁶gneisses, ¹⁷mafic rocks with admixtures of neutral rocks, ¹⁸ultramafic rocks, ¹⁹texturally differentiated sedimentary substrata, ²⁰coarse-textured, ²¹medium-textured, ²²fine-textured

II. Průkazné rozdíly mezi soubory půdně-litologických jednotek v rozpustnosti (obsah v extraktu : celkový obsah) rizikových prvků v 2M HNO₃; jednoduchá analýza variance – Significant differences among sets of soil-lithological units in solubility (percentage of the total content) of potentially hazardous elements in the 2M HNO₃; one-way analysis of variance

Prvky ²	Sedimentární substráty ¹								Pískovce ⁴	Svahoviny magmatických a metamorfovaných hornin ¹⁴				
	písky ³	pískovce ⁴	výrazná argiluviace ¹²	prachovnice ⁵	spraše ⁶	polygenetické hlíny ⁷	sedimentární břidlice ⁸	slíny, jíly ⁹		nívní sedimenty ¹⁰	inundované nívy ¹¹	žuly ¹⁵	ruľy ⁹¹	bazika s příměsí ¹⁷
Mo			>	>	>	>	>	>	>	>	>			
As			>	>	>	>	>	>	>	>	>			
Cd														
Be										>	>	>	>	>
Pb			>	>	>	>	>	>	>	>	>			
Zn			>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>
Cu			>	>	>	>	>	>	>	>	>			
Mn													>	>
V										>	>			
Co										>	>			
Cr										>	>	>	>	>
Ni										>	>			

Znaménka < > určují průkazné rozdíly obsahů těžkých kovů mezi půdně-litologickými jednotkami – Marks < > indicate significant differences of heavy metals contents among soil-lithological units
For 1-18 see Tab. I

III. Návrh limitů kontaminace půd pro celkový obsah stopových rizikových prvků (mg.kg^{-1}) – Proposal of contamination limits of the total content of trace hazardous elements (mg.kg^{-1})

Prvky ²	Sedimentární substráty ¹						Svahoviny magmatických a metamorfovaných hornin ¹⁴			Zrnitostně odlišené sedimentární substráty ¹⁹				
	písky ³	pískovce ⁴	výrazně argiluviace ¹²	prachovnice ⁵	spraše ⁶	polygenetické hlíny ⁷	sedimentárních břidlice ⁸	sliny, jíly ⁹	žuly ¹⁵	ruhy ¹⁶	bazika ¹⁸	Σ	lehké ²⁰	střední ²¹
Hg					0,5						0,5			0,5
Mo					2,5			3		2	2,5			2
As	25						30				30	25		30
Cd	0,4						0,5				0,5	0,4		0,5
Be	3,5				4,0			5,0		4,0	4	3,5	4,0	4,5
Pb	70					80		90		80	80	70		80
Zn	120						150		160	> 200	150	120		150
Cu	50				60		70	50	70	> 100	60	50	60	70
V	150						180	150	190	> 300	180	150		180
Mn	1 100						1 300	1 100	1 400	> 2 000	1 300	1 100		1 300
Co	25						30		40	> 50	30	25		30
Cr	100						130	100	180	> 200	130	100		130
Ni	50					60		70	70	> 80	60	50		60

For 1-22 see Tab. I

IV. Návrh limitů kontaminace půd pro obsah stopových rizikových prvků v extraktu 2M HNO₃ (mg.kg⁻¹) – Proposal of contamination limits of the contents of trace hazardous elements soluble in the 2M HNO₃ extract (mg.kg⁻¹)

Prvky ²	Sedimentární substráty ¹						Svahoviny magmatických a metamorfovaných hornin ¹⁴			Zrnitostně odlišené sedimentární substráty ¹⁹					
	písky ³	pískovce ⁴	prachovnice ⁵	spraše ⁶	polygenetické hlíny	sedimentárních břidlice ⁸	sliny, jíly ⁹	žuly ¹⁵	ruhy ¹⁶	bazika ¹⁸	Σ	lehké ²⁰	střední ²¹	těžké ²²	
Mo			0,5					0,8	0,5	0,5		0,5			
As	3		4,0					5,0	4,0	4,0	3	4			
Cd	0,3		0,4							0,4	0,3	0,4			
Be	1,0		1,5					2,0	1,0	1,5	1,0	1,5			
Pb			40					50	60	40		40			
Zn			45					50		60	45	45			
Cu	25		30							> 40	30	25	30		
V	20		30					35	> 50	30	20	30			
Mn			700					800	> 1 000	700	700				
Co	10		12					15	> 20	12	10	12			
Cr	10		12					15	> 30	12	10	12			
Ni	10		15					10	20	> 25	15	10	15		

For 1–22 see Tab. I

V. Svrchní mez pozadí (a jemu blízké údaje) v zahraničí (mg.kg⁻¹) – Soil contamination reference values in foreign countries (mg.kg⁻¹)

		As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	V	Zn
Danneberg et al. (1994)	podezření z kontaminace litologická diferenciací ¹	15	–	0,5 0,3–0,5	20 13–20	50 40–100	50 35–50	0,2 0,2–0,4	–	2 0,7–1,6	40 30–40	50 20–50	–	150 75–150
Leidraad (1983)	hodnoty A odvozené z korelace s jílem a humusem ²	17–32	–	0,46–0,74	20	60–130	18–41	0,22–0,35	–	10	15–50	55–93	–	65–175
Eikmann, Kloke (1991)	geogenně určená svrchní mez pozadí (normální půdy) ³	20	1	1	–	50	50	0,5	–	–	40	100	–	150

¹suspicious of soil contamination, lithological differentiation; ²A values derived from the correlation to clay and humus; ³geogenic determined upper background limit (no extremes)

se ukazuje, že obsah rizikových prvků je výrazněji určen mineralogickými vlastnostmi.

Reálnost limitů je dále ověřována srovnáním zatížení půd nejrizikovějších oblastí ČR (severo- a západočeského a severomoravského imisičního regionu, Prahy, nívních oblastí) s nezatíženými oblastmi. Výsledky budou zveřejněny v další práci.

LITERATURA

DANNEBERG, O. H. et al.: Niederösterreichische Bodenzustandsinventur. Amt der Niederösterreichischen Landesregierung. Bundesanst. Bodenkult., 1994: 220 s.

EIJSSACKERS, H. J.: Toxicological human health aspects, C-soil, risk assessment systems and normsetting. In: Proc. ETC Course on Soil Pollution and Risk Assessment, Lübeck, EERO 1993: 1–21.

EIKMAN-KLOKE, A.: Nutzung und Schutzbezogene Orientierungswerte für Schadstoffe in Böden. VD Lufa-Mitt., 1991 (1).

HOFFER, G. P.: Die oberösterreichische Bodenkadaster – Schwermetallbelastungen. Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Gesell., 72, 1993: 1351–1354.

NĚMEČEK, J. – PODLEŠÁKOVÁ, E. – PASTUSZKOVÁ, M.: Požadové obsahy potenciálně rizikových prvků v půdách

ČR (obsahy v extraktu 2M HNO₃). Rostl. Výr., 41, 1995 (1): 25–29.

PODLEŠÁKOVÁ, E. – NĚMEČEK, J.: Přístupy k řešení limitních hodnot rizikových prvků v půdách. In: Sbor. Hygiene a jej monitorovanie (Frýdek-Místek), 1990.

PODLEŠÁKOVÁ, E. – NĚMEČEK, J. – HÁLOVÁ, G.: Požadové obsahy potenciálně rizikových prvků v půdách ČR (celkové obsahy). Rostl. Výr., 40, 1994a (12): 1095–1105.

PODLEŠÁKOVÁ, E. – NĚMEČEK, J. – VÁCHA, R.: Kontaminace půd severočeského regionu rizikovými prvky. Rostl. Výr., 40, 1994b (2): 123–130.

SPÁTE, A. – WERNER, W. – KÖNIG, W.: Die Erstellung eines Schwermetallkatasters für die Böden von Nordheim – Westfalen zur Festlegung von Hintergrundwerten in Rahmen der Altlastenproblematik. Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Gesell., 66, 1991 (1): 409–412.

LEIDRAAD BODEMSANERING: Technisch Inhoudelijk, Deel II. Afl. 4 San itgeverij, s-Gravenhoge, 1983, 1988: 27. MSNMP ČR A MŽP ČR: Postup vyhodnocení závazků z hlediska ochrany ŽP při zpracování privatizačního projektu. Metodický pokyn, 1992: 17–18.

MŽP ČR: Vyhláška MŽP, kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu. Sb. 13/1994.

Došlo 20. 4. 1995

Kontaktní adresa:

Ing. Eliška Podlešáková, CSc., Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Žabovřeská 250, 156 27 Praha 5-Zbraslav, Česká republika, tel.: 02/59 12 05, fax: 02/59 23 31

INSTITUTE OF AGRICULTURAL AND FOOD INFORMATION
Slezská 7, 120 56 Praha 2, Czech Republic
Fax: (00422) 25 70 90

In this institute scientific journals dealing with the problems of agriculture and related sciences are published on behalf of the Czech Academy of Agricultural Sciences. The periodicals are published in the Czech or Slovak languages with long summaries in English or in English language with summaries in Czech or Slovak.

Subscription to these journals should be sent to the above-mentioned address.

Periodical	Number of issues per year
Rostlinná výroba (Plant Production)	12
Živočišná výroba (Animal Production)	12
Veterinární medicína (Veterinary Medicine – Czech)	12
Zemědělská ekonomika (Agricultural Economics)	12
Lesnictví – Forestry	12
Zemědělská technika (Agricultural Engineering)	4
Ochrana rostlin (Plant Protection)	4
Genetika a šlechtění (Genetics and Plant Breeding)	4
Zahradnictví (Horticultural Science)	4
Potravinářské vědy (Food Sciences)	6

POROVNANIE EFEKTÍVNOSTI APLIKÁCIE KVAPALNÝCH A PEVNÝCH HNOJÍV U OBILNÍN V PODMIENKACH VÝCHODOSLOVENSKEJ NÍŽINY

THE COMPARISON OF APPLICATION EFFECTIVENESS OF LIQUID FERTILIZERS WITH THOSE IN SOLID STATE IN CONDITIONS OF THE EAST SLOVAK LOWLAND REGION

J. Rimár, P. Balla, L. Princík

Regional Research Institute of Agroecology, Michalovce, Slovak Republic

ABSTRACT: Agronomical effectiveness of liquid fertilizers which was compared with solid state in the East Slovak Lowland region in alluvial soil and illimerized soil has been studied. Over the years 1989 to 1992 test plants were as follows: winter wheat, spring barley, winter barley and winter rye. It was confirmed that the liquid fertilizers used to supplementary fertilization of winter wheat were efficient, when increase of the yield was 4.5 to 7.5%. Higher yield in per cent was obtained by using liquid fertilizers in all three dates (regeneration, production as well as qualitative supplementary fertilization). The results confirmed that the yield of spring barley increased from 6.9 to 9.4% by using minimum two nutrients in liquid state. However, the highest increase in yield was obtained with nitrogen and phosphorus in liquid state and potassium in solid state. Quality – the protein content was not influenced. Concerning spring barley, two supplementary fertilizations in applications of liquid fertilizers in combination DAM 390 + nitrogen in nitrate has been studied. The highest effect in the yield from 22.4 to 31.6% has been found out with winter barley. Supplementary fertilization was compared once with the standard without supplementary fertilization for winter rye. The results showed the positive reaction in supplementary fertilization from 10.4 to 17.5%, in solid as well as liquid state of nitrogen. The protein content increased by 5.8% for winter rye.

liquid fertilizers; foliar application; winter wheat; spring barley; winter barley; winter rye

ABSTRAKT: V priebehu vegetačného obdobia rokov 1989 až 1992 sme skúmali efektívnosť aplikácie kvapalných hnojív v porovnaní s tuhými hnojivami v poľných stacionárnych pokusoch na nivnej glejovej a ilimerizovanej pôde v regióne Východoslovenskej nížiny. Pre uvedené štúdium sme vybrali ozimnú pšenicu, jarný jačmeň, ozimný jačmeň a ozimnú raž. U jarného jačmeňa boli efekty kvapalných hnojív testované formou základného hnojenia pred sejbou. U ostatných troch plodín išlo o prihnojenie na list. U ozimnej pšenice sme zistili efekty v úrode po kvapalných hnojivách od 4,5 do 7,5 %, keď sa významne zvýšil počet zŕn v klase. Prírastky u jarného jačmeňa boli 6,9 až 9,4 %, u ozimného jačmeňa 22,4 % a u ozimnej raže 10,4 až 17,5 %. Kvalita u jarného a ozimného jačmeňa nebola ovplyvnená. U raže bol vyšší obsah bielkovín o 5,8 %.

kvapalné hnojivá; foliárna aplikácia; ozimná pšenica; jarný jačmeň; ozimný jačmeň; ozimná raž

ÚVOD

Proces tvorby úrody obilnín aj jej kvality je zložitý. Predsa však výživa má medzi nimi dominantné postavenie. Z jednotlivých živín je to predovšetkým dusík, ktorého stupňujúce sa dávky po určitú úroveň, zvyšujú úrody (P e r i č 1981; M a t i et al., 1992). Značné vklady, ktoré predstavujú hnojivá v pestovateľskom procese, nabádajú pestovateľa racionalizovať výživu plodín komplexne. Okrem využívania racionálnych metód je možné nachádzať vyššiu efektívnosť pri využití kvapalných hnojív, a to tak pri základnom hnojení, ako aj pri foliárnom prihnojovaní (B e d r n a, L o p a t n í k, 1983; V a n e k o v á, S y n a k, 1988; B a i e r, 1990).

Obilniny vzhľadom na svoju koreňovú sústavu veľmi dobre reagujú na hnojivá v kvapalnej forme (R i m á r, 1984; R i m á r et al., 1985). Väčšie rozšírenie využitia kvapalných hnojív v praxi v podmienkach bývalej ČSSR začalo po roku 1980. Prítom kvapalné hnojivá majú aj možnosť kombinácie s ostatnými pesticídmi. Tu sa uplatňujú také prednosti kvapalných hnojív, ako je vysoká presnosť a rýchlosť ich aplikácie (lietadlom), ako je aj bezprostredná reakcia a príjem živín rastlinami z kvapalných hnojív (P e n k et al., 1984). Kvapalná forma hnojív by mohla byť uprednostňovaná pri regeneračnom a produkčnom prihnojovaní ozimných obilnín, avšak menej pri kvalitatívnom prihnojovaní pšenice (V a n e k o v á, S y n a k, 1988).

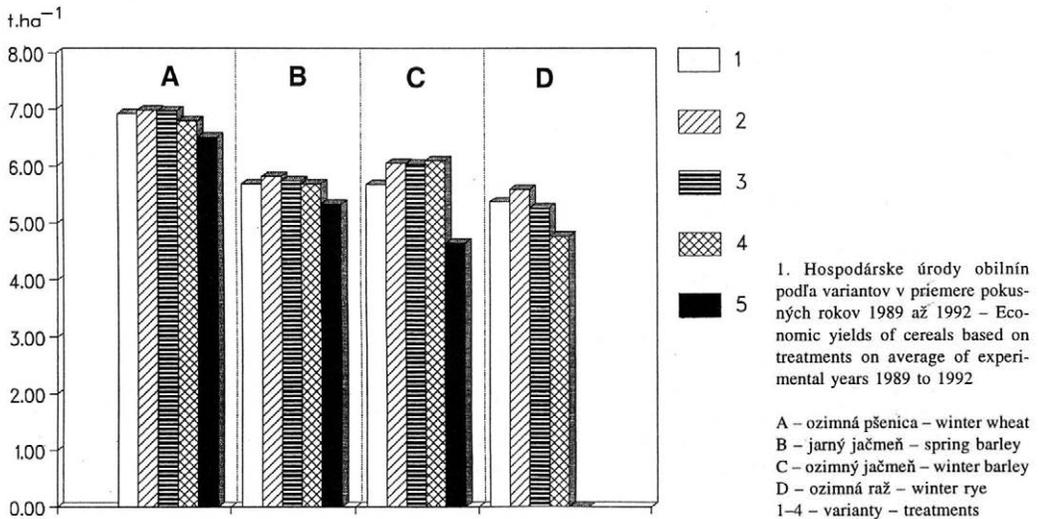
Cieľom našej práce bolo kvantifikovať agronomickú účinnosť kvapalných hnojív u obilnín pri ich použití na základné hnojenie a na prihnojovanie. V nadväznosti na uvedený cieľ sme v rokoch 1989 až 1992 v poľných stacionárnych pokusoch v regióne Východoslovenskej nížiny uskutočnili experimenty v poraste ozimnej pšenice odrody Vlada, jarného jačmeňa Perún, ozimného jačmeňa Erfa, ozimnej raže Dankowskie Nowe. Veľkosť pokusných parciel bola 50 m^2 ($5 \times 10 \text{ m}$) pri štyroch opakovaníach. Podrobnú charakteristiku pôdnych typov a klímy daného regiónu uverejnili Lorenčík et al. (1985).

Dávky hnojív v pokusoch boli stanovené na základe publikovanej metódy (Bedrna, Lopatník, 1983). Pritom pri základnom hnojení sme v priemere rokov dodali k ozimnej pšenici 100 až $105,0 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, 25 až $27,0 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$, $95,0 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1}$. K jarnému jačmeňu $36,5 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, $26,0 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$, $93,0 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1}$. K ozimnému jačmeňu 95 až $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, 22 až $24 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$, $95 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1}$. K ozimnej raži 88 až $98 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, 22 až $25 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$, 105 až $110 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1}$. Dávky hnojív na prihnojovanie sme stanovili na základe rozborov rastlinného materiálu. U ozimnej pšenice sme prvé regeneračné prihnojovanie urobili vo fáze odnožovania, druhé produkčné prihnojovanie bolo vo fáze predlžovania listových pošiev, tretie kvalitatívne prihnojovanie bolo vo fáze začiatku klasenia. U ozimného jačmeňa sme prvé prihnojovanie urobili vo fáze plného odnožovania, druhé prihnojovanie bolo vo fáze vytvorenia prvého kolenka. U ozimnej raže sme jedno prihnojovanie urobili vo fáze plného odnožovania. Účinnosť uvedených kombinácií hnojív porovnávame na základe kvantity hospodárskej produkcie. Jednotlivé kombinácie kvapalných hnojív sú podľa plodín uvedené v tab. I. Dosaiahuté výsledky sme vyhodnotili analýzou rozptylu a sú znázornené aj graficky (obr. 1).

Ozimná pšenica

Z priebehu zrážok a teploty vzduchu vyplynuli rozdiely v charaktere rastu a vývoja porastov ozimnej pšenice. V rokoch s priaznivejším priebehom zrážok v mesiacoch apríl a máj vegetovala pšenica takmer optimálne a napriek suchšiemu júnu boli úrody v priemere v roku 1990 $8,540 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ a v roku 1992 $7,510 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Vegetačné obdobie v týchto rokoch sa ukončilo skôr, keď ročníkový rozptyl fázy plnej zrelosti pšenice bol až 10 dní. Pokusné roky 1989 a najmä 1991 boli s nedostatkom zrážok v kritických jarných mesiacoch, čomu sú adekvátne aj nižšie úrody ($5,26 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Dosaiahnuté výsledky hospodárskej úrody ozimnej pšenice uvádzame v tab. II.

Rozborom štruktúrnych prvkov úrody jednotlivých variantov sa potvrdilo, že u kombinácie 2 (prihnojovanie prvé DAM 390; druhé DAM 390 + Fostim; tretie DAM 390) s najvyšším priemerným prírastkom úrody $7,5 \%$ sa aplikovanými kvapalnými hnojivami zvýšil počet klasov ($0,213 \%$), ako aj počet zŕn v klase ($0,330 \%$). Nezmenila sa hodnota hmotnosti tisíc zŕn (HTZ). Štatistické hodnotenie podľa rokov potvrdilo, že každá kombinácia kvapalných hnojív je lepšia než porovnávací variant 5. V roku 1989 boli preukazne lepšie kombinácie hnojív 1, 2, 4, v roku 1990 to bol variant 3, v roku 1991 varianty 1, 2 a v roku 1992 varianty 2 a 3. V jednotlivých rokoch sa vyskytujú rozdiely v preukaznosti variantov, ale predsa sa najčastejšie presadzuje variant 1 a najmä variant 2. Z kvalitatívnych znakov u ozimnej pšenice je podstatný obsah mokrého lepku, ktorý bol u variantu 2 v priemere o $10,0 \%$ vyšší oproti porovnávaciemu variantu 5.



I. Sledované varianty kombinácií kvapalných a tuhých hnojív – Investigated treatments of combinations of liquid and solid fertilizers

Plodina ¹	Varianty ⁶									
	1		2		3		4		5	
	základné ⁷	príhnojovanie ⁸	základné	príhnojovanie	základné	príhnojovanie	základné	príhnojovanie	základné	príhnojovanie
Ozimná pšenica ²	SA	I. DAM 390	SA	I. DAM 390	SA	I. LAV	SA	I. LAV	SA	I. LAV
	SP	II. DAM 390	SP	II. DAM 390 + Fostim	SP	II. DAM 390	SP	II. DAM 390	SP	II. LAV
	DS	III. DAM 390	DS	III. DAM 390	DS	III. DAM 390	DS	III. LAV	DS	III. LAV
Jarný jačmeň ³	DAM 390		DAM		DAM		SA		SA	
	Fostim		Fostim		SP		Fostim		SP	
	PK soľ		DS		PK soľ		PK soľ		DS	
Ozimný jačmeň ⁴	DAM 390	I. DAM 390	SA	I. LAV	SA	I. DAM 390		I. DAM 390	SA	I. LAV
	Fostim	II. DAM 390	SP	II. DAM 390	SP	II. DAM 390	Fostim	II. DAM 390	SP	II. LAV
	PK soľ		DS		DS		PK soľ		DS	
Ozimná raž ⁵	DAM 390		SA	I. LAV	SA	I. DAM 390	SA			
	Fostim	I. DAM 390	SP		SP		SP			
	PK soľ		DS		DS		DS			

SA – síran amónny – ammonium sulfate

SP – superfosfát – superfosphate

DS – draselná soľ – potassium salt

LAV – liadok amónno-vápenatý – ammonium and calcium nitrate

I, II, III – termín príhnojenia – date of dressing

¹crop, ²winter wheat, ³spring barley, ⁴winter barley, ⁵winter rye, ⁶treatments, ⁷basic, ⁸dressing

II. Úrody ozimnej pšenice podľa pokusných variantov a rokov – Winter wheat yields based on experimental treatments and years

Rok ¹		Variant ²				
		1	2	3	4	5
1989		6,158	6,124	5,831	6,335	5,773
1990		8,592	8,741	9,179	8,247	7,976
1991		5,610	5,446	5,137	5,128	4,980
1992		7,338	7,668	7,778	7,476	7,295
Priemer ³		6,924	6,994	6,981	6,796	6,506
Preukaznosť ⁴	1989	++3, 5	++3, 5	-	++3, 5	-
	1990	++4, 5	++1, 4, 5	++1, 2, 4, 5	++5	-
	1991	++3, 4, 5	++3, 4, 5	-	-	-
	1992	-	++1, 5	++1, 4, 5	-	-

Štatisticky významné rozdiely⁵:

1989 + 0,174 ++ 0,244

1990 + 0,170 ++ 0,238

1991 + 0,182 ++ 0,256

1992 + 0,207 ++ 0,291

¹year, ²treatment, ³average, ⁴significance, ⁵statistically significant differences

III. Úrody jarného jačmeňa podľa pokusných variantov a rokov – Spring barley yields based on experimental treatments and years

Rok ¹		Variant ²				
		1	2	3	4	5
1989		5,163	5,895	5,791	5,802	5,406
1990		5,002	5,079	4,944	4,778	5,192
1991		6,880	6,471	6,443	6,458	5,341
Priemer ³		5,682	5,815	5,726	5,679	5,313
Preukaznosť ⁴	1989	-	++1, 5	++1, 5	++1, 5	-
	1990	-	++4	-	-	++4
	1991	++2, 3, 4, 5	++5	++5	++5	-

Štatisticky významné rozdiely⁵:

1989 + 0,176 ++ 0,247

1990 + 0,190 ++ 0,266

1991 + 0,195 ++ 0,273

For 1–5 see Tab. II

Jarný jačmeň

Rozdiely v úrodách tejto plodiny sú tiež odlišné podľa pokusných rokov. Po optimálnych zrážkach v apríli môže prísť aj suchší máj a úrody jarného jačmeňa môžu byť vysoké. To je prípad roku 1991 s priemernou úrodou 6,319 t.ha⁻¹. Dôležitý je termín sejby v súvislosti s nástupom jari, čo sa v pokusných rokoch prejavilo rozptylom v skorosti sejby až 13 dní. V nadväznosti na termín sejby mala aj fáza plnej zrelosti rozptyl 11 dní. Výsledky u jarného jačmeňa uvádzame v tab. III.

Positívne efekty aplikácie kvapalných hnojív v úrode jarného jačmeňa vyplynuli zo zvýšeného počtu zŕn na ploche v rozmedzí 8,7 až 11,4 %. Kvapalné hnojivá podstatnejšie neovplyvnili počet klasov ani hmotnosť tisíc zŕn. Pozitívny efekt vo zvýšení úrody jarného jačmeňa sa dostavil už pri aplikácii dvoch hlavných živín v kvapalnej forme, čo platí pre varianty 1, 2, 3, 4. Analýzou rozptylu podľa rokov sme zistili, že varianty

1, 2, 3, 4 boli preukazne lepšie oproti variantu 5, predovšetkým v rokoch 1989 a 1990. Určitou výnimkou je rok 1990, keď rozdiely medzi variantami boli minimálne.

Z kvalitatívnych znakov je u jarného jačmeňa rozhodujúci obsah dusíkatých látok vzhľadom na jeho využitie na sladovnícke účely. Výsledky potvrdili, že kvapalné hnojivá aplikované k jarnému jačmeňu neovplyvnili obsah dusíkatých látok v zrne.

Ozimný jačmeň

Aj u tejto plodiny sa v kvantite úrody výrazne prejavil ročník so svojim špecifickým priebehom množstva a rozdelenia zŕazok a teplôt vzduchu. Priaznivejšie podmienky pokusných rokov 1990 a 1992 umožnili tvorbu vysokej hospodárskej produkcie, a to 6,2 až 6,4 t.ha⁻¹. V menej priaznivom roku 1989 sme dosiahli priemernú úrodu iba 4,73 t.ha⁻¹. Väčšie rozdiely vo vývoji porastov ozimného jačmeňa sú medzi rokmi,

IV. Úrody ozimného jačmeňa podľa pokusných variantov a rokov – Winter barley yields based on experimental treatments and years

Rok ¹		Variant ²				
		1	2	3	4	5
1989		4,825	4,910	4,814	5,339	3,779
1990		6,090	6,598	6,649	6,212	5,451
1991		5,462	5,529	5,758	6,666	4,144
1992		6,325	7,165	6,948	6,197	5,188
Priemer ³		5,675	6,050	6,042	6,103	4,640
Preukaznosť	1989	++5	++5	++5	++1, 2, 3, 5	–
	1990	–	++1, 4, 5	++1, 4, 5	++5	–
	1991	++5	++5	++1, 5	++1, 2, 3, 5	–
	1992	++5	++1, 4, 5	++1, 4, 5	++5	–

 Štatisticky významné rozdiely⁵:

1989 + 0,194 ++ 0,272

1990 + 0,165 ++ 0,232

1991 + 0,204 ++ 0,287

1992 + 0,206 ++ 0,289

For 1–5 see Tab. II

V. Úrody ozimnej raže podľa pokusných variantov a rokov – Winter rye yields based on experimental treatments and years

Rok ¹		Variant ²			
		1	2	3	4
1989		4,909	4,421	4,513	4,108
1990		5,391	6,005	5,225	4,391
1991		4,823	5,385	4,973	4,655
1992		6,369	6,474	6,312	5,882
Priemer ³		5,373	5,571	5,255	4,759
Preukaznosť ⁴	1989	++1, 2, 3, 4	–	++4	–
	1990	++4	++1, 3, 4	++4	–
	1991	–	++1, 3, 4	–	–
	1992	++4	++4	++4	–

 Štatisticky významné rozdiely⁵:

1989 + 0,193 ++ 0,277

1990 + 0,202 ++ 0,290

1991 + 0,380 ++ 0,546

1992 + 0,204 ++ 0,293

For 1–5 see Tab. II

najmä vo fázach plného vzrastania, ale aj steblovania a klasenia. Veľký rozptyl je aj vo fáze voskovej zrelosti až 14 dní a plnej zrelosti 7 dní. Pritom čím dlhšia je fáza tvorby zrna (kvitnutie až vosková zrelosť), tým priaznivejší je výsledok v úrode zrna (tab. IV).

Vysoká účinnosť DAM 390 oproti liadkovej forme dusíka, ktorá sa prejavila v každom roku, výrazne zvýšila počet klasov (až o 20,9 %), ako aj počet zrn v klase (o 7,0 %). Pritom najvyšší účinok v priemere za roky (31,6 %) u variantu 4 bol pri použití DAM 390 na prvé aj druhé prihnojenie. Analýzou rozptylu sa potvrdili vysokopreukazné rozdiely aj podľa pokusných rokov v úrode u variantov 1, 2, 3, 4 v porovnaní s variantom 5, kde boli aplikované iba hnojivá v tuhej forme. U ozimného jačmeňa využívaného na kŕmne účely je podstatným kvalitatívnym znakom obsah bielkovín, ktorý však kvapalnými hnojivami nie je podstatnejšie ovplyvnený.

Ozimná raž

Ani ozimná raž nebola výnimkou v reakcii na rozdielny priebeh poveternostných podmienok. Potvrďuje sa pozitívny vplyv rokov 1990 a 1992 vynikajúcou úrodou 5,3 až 6,3 t·ha⁻¹ v priemere pokusných rokov. Aj u ozimnej raže je vyšší rozptyl vo fázach nástupu kvitnutia a dĺžky fázy tvorby zrna. Vosková a plná zrelosť je v jednotlivých rokoch s rozptylom až 21 dní.

U ozimnej raže sa podľa údajov v tab. V plne prejavila efektívnosť foliárneho prihnojenia dusíkom, keď sme oproti porovnávaciemu variantu 4 bez dusíka na list zaznamenali zvýšenie úrody od 10,4 do 17,5 %. Nepotvrdili sa prednosti kvapalných foriem hnojív použitých na prihnojenie. Vysoká efektívnosť prihnojenia ozimnej raže na list sa potvrdila aj analýzou rozptylu podľa rokov, keď varianty 1, 2, 3 sú v prevažnej miere

vysokopreukazne lepšie oproti variantu 4, ktorý nebol foliárne prihnojený. Agronomická účinnosť prihnojenia raže dusíkom sa prejavila prostredníctvom zvýšeného počtu klasov o 25,2 %, vyššieho počtu zŕn v klase o 6,7 %, ako aj vyššej hodnoty hmotnosti tisíc zŕn o 5,1 %. Obsah bielkovín bol v priemere o 5,8 % vyšší oproti porovnávaciemu variantu.

DISKUSIA

Agronomická účinnosť kvapalných hnojív u ozimnej pšenice a ozimného jačmeňa bola pri foliárnom prihnojení vyššia v porovnaní s tuhou formou hnojív. V tomto zmysle odporúčajú skoré jarné regeneračné prihnojenie kvapalným hnojivom DAM 390 Rimár (1984), Rimár et al. (1985), Vaneková, Synak (1988). Vzhľadom na to, že oziminy majú skoro na jar menej hmoty, postrek dopadá čiastočne aj na pôdu. Prezimované pletivá obilnín sú staršie a nedochádza k nekrotizácii. Použitie kvapalných hnojív pri produkčnom prihnojení môže spôsobiť už menšie nekrotizácie, ktoré však rýchle zanikajú (Rimár et al., 1985; Vaneková, Synak, 1988). Navyše aplikáciu kvapalných hnojív v tejto fáze je možné účinne spojiť s chemickým ničným burín herbicídmi. Výsledky niektorých autorov (Penk et al., 1984; Vaneková, Synak, 1988) potvrdzujú menšiu vhodnosť kvapalných hnojív na kvalitatívne prihnojenie. Avšak pokiaľ sa aplikácia kvapalných hnojív uskutoční pred klazením za vhodných poveternostných podmienok, nedochádza k negatívnemu vplyvu na úrodu.

U jarného jačmeňa použitím kvapalných hnojív na základné hnojenie získame okrem iných výhod aj efekt v úrode. Dost podstatná je tu rovnomernosť aplikácie, ako aj možnosť pomer N : P jednoducho namiešať. V našich pokusných rokoch sme mali zo štyroch dva roky suché, kedy sa živiny z tuhých hnojív môžu využiť obtiažnejšie (Vaneková, Synak, 1988). Je však dôležité, aby pôdna vlaha v čase aplikácie kvapalných hnojív pred sejbou jarného jačmeňa umožnila vsiaknutie dusičnanej formy a premenu amidickej formy dusíka z DAM 390.

U ozimnej raže sa zo známych dôvodov neuplatňuje v praxi prihnojenie dusíkom. Prírastok v úrode 10 až 17,5 % jednoznačne potvrdzuje efektívnosť skorého jarného prihnojenia dusíkom.

ZÁVER

Štúdium agronomickej účinnosti kvapalných hnojív v porovnaní s tuhou formou v regióne Východoslovenska

skzej nížiny s ozimnou pšenicom, jarným jačmeňom, ozimným jačmeňom a ozimnou ražou, uskutočnené v rokoch 1989 až 1992, potvrdilo tieto závery:

Kvapalné hnojivá pre prihnojenie ozimnej pšenice sú účinnejšie, keď prírastok v úrode bol 4,5 až 7,5 %, pričom vyššie prírastky boli pri použití kvapalných hnojív vo všetkých troch termínoch, teda v regeneračnom, produkčnom aj kvalitatívnom prihnojení.

Výsledky ďalej poukázali, že zaradením minimálne dvoch živín v kvapalnej forme došlo k zvýšeniu úrody jarného jačmeňa o 6,9 až 9,4 %. Najvyšší prírastok v úrode však bol pri kvapalnom dusíku a fosfore a tuhom draslíku. Kvalita – obsah bielkovín – nie je ovplyvnená.

Dve prihnojenia na list kvapalnými hnojivami, testované u ozimného jačmeňa, sa ukázali ako veľmi vhodné, pričom sme kombinovali DAM 390 a liadkovú formu dusíka. Zo všetkých testovaných plodín sme u ozimného jačmeňa zaznamenali najvyššie efekty v úrode 22,4 až 31,6 %.

U ozimnej raže pri jednom prihnojení sme zistili pozitívnu reakciu v rozsahu 10,4 až 17,5 %, pričom rovnako na tuhú aj kvapalnú formu dusíka. Obsah bielkovín sa zvýšil o 5 %.

LITERATÚRA

- BAIER, J.: Výsledky získané metódou EUF v dlhodobých výživárenských pokusech. *Agrochémia*, 1990 (2): 38–41.
- BEDRNA, Z. – LOPATNÍK, J.: Systémy hnojenia a ochrana životného prostredia. Ed. MPVŽ SSR, Bratislava, Príroda 1983.
- LORENČÍK, L. – REPKA, J. – RIMÁR, J.: Vplyv pôdných typov na akumuláciu hmoty a energie porastami poľných kultúr. [Záverečná správa.] Michalovce, KPVS 1985. 71 s.
- MATI, R. – REPKA, J. – RIMÁR, J.: Dynamika tvorby produkčného potenciálu porastov pšenice ozimnej v podmienkach intenzifikácie. *Ved. Práce OVÚA Michalovce*, 1992 (11): 2–11.
- PENK, J. et al.: Hlavní záměry rozvoje využívání kapalných hnojiv v zemědělství ČSSR. In: *Kapalná hnojiva v rostlinné výrobě*, MZV ČSR 1984: 3–15.
- PERIČ, D.: Efekat povečania kaličnina azota na prinos i tehnološke osobine zerna pivarskoj ječma. *Savr. Poljopriv. 37*, 1989 (3–4): 101–111.
- RIMÁR, J.: Kvapalné hnojivá vo výžive jačmeňa jarného. In: *Zbor. KPVS Michalovce*, 1984: 71–88.
- RIMÁR, J. – GEJGUŠ, J. – SUDZINA, M.: DAM 390 vo výžive poľných plodín. *Poľnohospodárstvo*, 31, 1985 (12): 1069–1079.
- VANEKOVÁ, Z. – SYNAK, J.: *Praktická príručka hnojenia*. Bratislava, Príroda 1988. 53 s.

Došlo 1. 2. 1995

Kontaktná adresa:

Ing. Ján Rimár, CSc., Oblastný výskumný ústav agroekológie, Špitálska 1273, 071 01 Michalovce, Slovenská republika, tel.: 0946/250 07, fax: 0946/244 29

INFLUENCE OF PIG SLURRY APPLICATION ON PHYSICAL PROPERTIES AND SOIL PLOUGHING

PŮSOBNOST HNOJENÍ KEJDOU PRASAT NA FYZIKÁLNÍ STAV A ORBU PŮDY

K. Římovský, F. Bauer

Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno, Czech Republic

ABSTRACT: It was found out that a long-term application of pig slurry deteriorated physical properties of soil. As compared with the effects of application of farmyard manure, slurry applied on a fertile stagno-gleyic luvisol increased compaction of soil, reduced its porosity and increased values of bulk density. In depths from 50 to 100 mm and 150 to 200 mm, the average porosity of the ploughing layer in the slurry-fertilized variants was lower than in that with the application of farmyard manure (that is 46.7 and 44.6 vol.% vs. 54.6 and 49.9 vol.%, resp.). In this case, the reduction of total porosity of soil resulted from a lower number of non-capillary pores. The compaction of soil after the application of slurry was confirmed also by values of the reduced bulk density of soil (i.e. 1.38 and 1.42 g.cm⁻³, resp.) which were higher than those observed after the application of farmyard manure (1.23 and 1.31 g.cm⁻³, resp.). The deep winter ploughing was also affected by the physical condition of soil. The specific resistance of soil to the plough rose with the increasing compacting of soil. As compared with the application of manure, the value of the specific resistance of soil to the plough increased by 11.5% in the variant with the highest compacting of soil after a long-term application of slurry. This was also associated with a change in the specific consumption of fuel for ploughing which increased by 8.3% in variants with slurry.

slurry; physical condition of soil; ploughing; specific resistance to ploughing; energy requirements for ploughing

ABSTRAKT: Hnojení kejdou prasat zhoršilo fyzikální stav půdy. Při srovnání s variantou hnojenou chlévským hnojem došlo na hlinité hnědozemi po hnojení kejdou prasat ke ztuhnutí ornice, které se projevilo snížením celkové pórovitosti a zvýšením objemové hmotnosti redukované. Snížení celkové pórovitosti nastalo na úkor pórů nekapilárních. Ztuhnutí ornice ovlivnilo i hlubokou zimní orbu. V závislosti na jeho intenzitě zvyšoval se měrný orební odpor půdy (k). Při orbě nejvíce ztuhlé ornice po každoročním hnojení kejdou prasat (varianta IV) dosáhl tento ukazatel průměrné hodnoty 48,95 kPa. Oproti hodnotě 43,91 kPa, která byla naměřena při orbě po hnojení chlévským hnojem (varianta I), to představuje relativní zvýšení o 11,50 %. Nárůst měrného orebního odporu půdy hnojené kejdou prasat zvýšil i energetickou náročnost orby, což se projevilo zvýšením měrné orební spotřeby paliva (Q_o), v průměru o 8,3 %.

kejda prasat; fyzikální stav půdy; hluboká orba; měrný orební odpor; měrná orební spotřeba paliva

MATERIAL AND METHODS

The objective of this study was to test the changes taking place in soil after the application of pig slurry and their effect on the energy consumption for ploughing as measured on the base of the specific resistance of soil to ploughing (k) and specific consumption of energy for ploughing (Q_o).

A significantly higher energy consumption for ploughing under these conditions could demonstrate the importance of application of those measures which improve the physical condition of the ploughing layer, reduce the energy consumption for ploughing and enable to save fuel.

The experiment was established on fields of the cooperative farm Jakubov at the altitude of 460 m. The average annual temperature was 7.9 °C and the long-

-term average of precipitation 545 mm. Soil was classified as a deep, stagno-gleyic luvisol containing 2.16% of humus.

The application of slurry took place over the period of 1989 to 1992 within the framework of a four-year crop rotation: silage maize – spring barley – potatoes – winter wheat. Farmyard manure and slurry used in the experiment contained 22.0 and 4.5% of dry matter, respectively.

Variants:

- I. farmyard applied to maize once within four years in the dose of 35 t.ha⁻¹
- II. slurry applied to maize once within four years in the dose of 175 t.ha⁻¹
- III. slurry applied twice within four years to maize and twice to potatoes in doses of 125 and 50 t.ha⁻¹, resp.

IV. slurry applied each year to maize, barley, potatoes and wheat in doses of 75; 25; 50 and 25 t.ha⁻¹, resp.

Physical properties of soil were estimated using the method of core samples (100 cm) taken in 1992 after the harvest of winter wheat and before the deep winter ploughing. Values of total porosity, maximum capillary moisture capacity and minimum air content were estimated volumetrically in depths from 50 to 100 mm and 150 to 200 mm. The reduced bulk density of soil was estimated by means of gravimetry.

The specific resistance of soil to the plough (k) was measured in October of 1992 using the following equation:

$$k = \frac{F_{TS} - F_V}{B \cdot h}$$

where: F_{TS} – the force required to pull the plough (kN)
 F_V – roll resistance of the machinery – tractor plus three-share mounted plough (kN)
 B – plough-bottom cutting width (m)
 h – depth of ploughing (m)

The specific consumption of fuel for ploughing (Q_p) was measured simultaneously with the slippage of driving wheels of the tractor. Fuel consumption (Q) was measured using the apparatus FLOWTRONIC-205 which was combined with the apparatus FLOWJET-VENTIL 4703. This equipment enables to measure the fuel consumption with the accuracy of 0.5%.

RESULTS

The application of slurry to crops within the period from 1989 to 1992 affected the physical condition of soil (Tab. I). In both depths under study, the total porosity of ploughing layer after the application of slurry was lower than in the variant with manure (46.7 and 44.6 vol.% vs. 54.6 and 49.9 vol.%, resp.). Decreased values of total porosity of topsoil observed after the

application of slurry resulted from a reduction in numbers of non-capillary pores (see data about the minimum air content in Tab. I).

In depths from 100 to 150 mm and 150 to 200 mm, the volume of non-capillary pores was lower in variants with slurry application than in that with manure (9.9 and 7.3 vol.% vs. 15.8 and 13.4 vol.%, resp.). The reduction in the total volume of non-capillary pores after the application of slurry corresponded with 37.3 and 45.5% in depths from 50 to 100 and 150 to 200 mm, resp. This represented a significant reduction in the content of air in the soil.

Compaction of soil after the application of pig slurry was demonstrated not only in a reduced total porosity of soil but also in higher values of its reduced bulk density. In variants with the application of slurry, the average value of this parameter in the depth from 50 to 100 mm was 1.38 g.cm⁻³ of soil. As compared with the value of 1.23 g.cm⁻³ found in the variant with farmyard manure, the reduced bulk density increased by 12.2%. Similarly, an increase in reduced bulk density was also demonstrated also in the depth from 150 to 200 mm, i.e. 1.42 g.cm⁻³ of soil. As compared with 1.31 g.cm⁻³ observed after the application of manure, this increase corresponded with 8.4%.

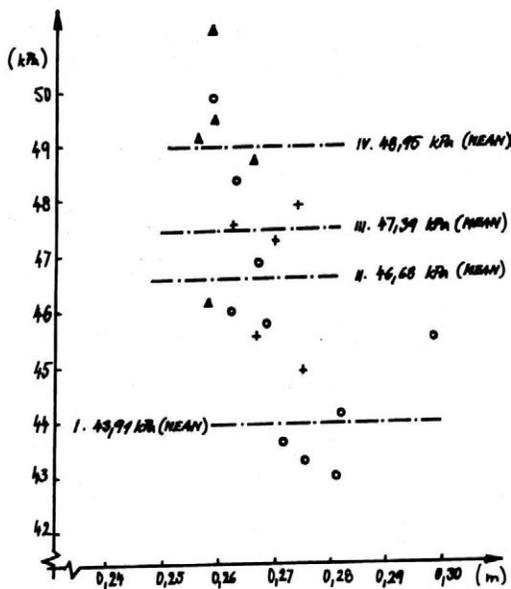
The deterioration of physical properties of soil after the application of slurry affected also parameters of energy consumption and output of ploughing (Tab. II). The lowest specific resistance to the plough was measured in the variant with the application of manure, that is 43.91 kPa in five replications. The highest average value of this parameter (48.95 kPa) was found in variant IV. In this case, the increase in the value of specific resistance to the plough (k) was 11.5%. An indirect correlation between the increasing specific resistance to the plough and the length of the time interval after the application of slurry is expressed graphically in Fig. 1.

An increased specific resistance to the plough was manifested in a higher consumption of fuel for plough-

I. Values of physical properties of topsoil after a four-year crop rotation with the application of manure and slurry (1992)

Variant	Depth	Total porosity	Maximum water capillary capacity	Minimum aeration (volume of non-capillary pores)	Reduced bulk density
	(mm)	(vol. %)	(vol. %)	(vol. %)	(g.cm ⁻³)
I.	50-100	54.6±2.2	38.8	15.8	1.23±0.16
	150-200	49.9±0.9	36.5	13.4	1.31±0.03
II.	50-100	47.9±1.9	37.7	10.2	1.36±0.05
	150-200	44.2±2.5	36.9	7.3	1.41±0.02
III.	50-100	47.0±0.1	35.7	11.3	1.38±0.01
	150-200	45.6±2.9	37.6	8.0	1.41±0.09
IV.	50-100	45.3±1.6	37.1	8.2	1.40±0.02
	150-200	44.2±3.3	37.5	6.6	1.43±0.04
Average	50-100	46.7	36.8	9.9	1.38
II.-IV.	150-200	44.6	37.3	7.3	1.42

I. manure once in four years, II. slurry once in four years, III. slurry twice in four years, IV. slurry each year



I. Dependence of values of specific resistance to the plough (k) on individual variants (for individual variants see Tab. I)

ing. As compared with the variant with manure, the average values of specific consumption of fuel for ploughing were higher by 8.3%.

The statistic significance of this increase in values of specific resistance to the plough (k) and of specific

consumption of fuel for ploughing (Q_o) after the application of slurry is also demonstrated by data presented in Tabs III and IV.

DISCUSSION

The application of pig slurry on a fertile stagnogleyic luvisol resulted in a deterioration of physical properties of soil, that is in an increased compaction of the ploughing layer. Based on the data presented in Tab. I, it is necessary to mention particularly the reduction of total porosity of the ploughing layer which resulted mainly from a lower number of non-capillary pores which showed a positive effect on soil aeration, humidity and temperature. Non-capillary pores influence, among other things, the air content in soil, enable the gravitation movement of water and reduce negative effects of runoff, i.e. either sheet or rill erosion of the soil surface. These findings were partly corroborated by results published by Lea et al. (1982), Procházková (1987), Římovský (1989, 1992) and Kůtera (1994) who studied effects of slurry on soil texture, porosity, aeration, compactness and crust formation.

The expectation that a deteriorated physical condition of soil resulting from the application of pig slurry can also influence performance parameters and energy consumption of ploughing was corroborated (Tab. II). The specific resistance of soil to ploughing (k) increased in dependence on its increasing compaction. It was found out that the shorter the interval between two

II. Values of ploughing parameters (performance and energy consumption) variants I to IV

Parameters of ploughing	Variants of fertilization							
	I.		II.		III.		IV.	
Specific resistance of soil k (kPa)	43.67		47.53		46.03		46.11	
	43.38		44.91		45.76		49.62	
	42.96		45.71		46.93		48.76	
	45.47		47.32		48.43		57.02	
	44.06		47.95		49.82		49.26	
\bar{x}	43.91		46.68		47.39		48.95	
Specific consumption of fuel Q_o (ml.m ⁻³)	7.857		8.993		7.760		7.657	
	7.153		7.810		7.441		8.074	
	6.816		8.193		7.670		7.887	
	7.422		7.940		8.019		7.822	
	7.567		7.827		8.342		8.185	
\bar{x}	7.363		8.153		7.846		7.925	
Slippage of driving wheels δ (%)	L	R	L	R	L	R	L	R
	7.67	6.64	7.67	6.65	10.10	7.76	8.80	6.74
	8.48	6.84	9.50	6.64	10.50	6.23	10.40	6.83
	7.47	6.24	10.00	6.84	9.97	6.44	9.50	6.55
	7.07	5.63	8.29	5.71	10.70	6.07	10.20	6.43
\bar{x}	8.16	6.40	8.89	6.38	10.25	6.52	9.82	6.44

L – left wheel, R – right wheel

III. Variance analysis for specific resistance to the plough (k) and specific consumption of fuel (Q_o)

Parameter	Source of variance	dF	MS
Specific resistance (k)	variants	3	22.25 ^{xx}
	error	16	2.20
	total	19	
Specific consumption of fuel (Q_o)	variants	3	0.552 ^{xx}
	error	16	0.141
	total	19	

IV. Average values of specific resistance to the plough (k) and specific consumption of fuel (Q_o) in individual variants

Variant	Specific resistance to the plough (k)	Specific consumption of fuel (Q_o)
I.	43.91 ^a	7.363 ^a
II.	46.68 ^b	8.153 ^{bc}
III.	47.39 ^{bc}	7.846 ^{ab}
IV.	48.950 ^c	7.925 ^b
D 0.05	2.09	0.529
D 0.01	2.88	0.728

Values which are not significantly different ($P = 0.05$) according to Duncan's test are denominated with the same letter; for individual variants see Tab. I

subsequent applications of slurry in crop rotations, the higher the value of specific resistance of soil to ploughing. This finding was also demonstrated by an increased slippage of tractor wheels in the course of ploughing. After the application of pig slurry, consumption of energy for ploughing increased with the increasing coefficient of specific resistance of soil (k). This was manifested in an increased specific consumption of fuel (Q_o).

Under conditions of application of pig slurry, the demonstrated compaction of soil, an increased specific resistance of soil (k) and a higher consumption of fuel may have several reasons. One of them may be, for instance, the choice of a less suitable machinery for the application of slurry which can influence the soil surface with high specific pressures. Application of slurry with a low content of dry matter may be another cause of phenomena mentioned above. In our experiments, pig slurry with the content of 4.59% of dry matter was used so that it was not possible to ensure an adequate supply of organic matter into the soil. Pagliari, Sequi (1982) obtained similar results because they found a linear correlation between the content of organic sub-

stances in applied slurry on the one hand and the total porosity of soil on the other. Besides, as reported by Richter (1992), slurry with a narrow C : N ratio increased the biological activity of soil and, therefore, also the process of mineralization of organic matter occurring in soil. This was in accordance with the results published by Římovský, Svěráková (1992) who observed a decrease in the content of soil humus after the application of slurry with a lower quality.

Římovský (1989) demonstrated that it was possible to eliminate negative effects of pig slurry on physical properties of soil if the application of slurry was combined with the ploughing-in of straw. This author also suggested that a similar effect could be obtained after the incorporation of clovers into experimental crop rotations. The application of these data under conditions of pig slurry application can contribute to the reduction of energy consumption for ploughing and enable to reach an economically significant decrease in fuel consumption.

REFERENCES

- KUTERA, J.: Gospodarka gnojowica. Wrocław. Wyd. Akad. Roln. 1994. 370 pp.
- LEA, J. W. – GIBBS, D. A. – LAWRENCE, N. G.: Morphological changes in a brown earth soil in response to application of pig slurry. *J. Agric. Sci.*, 98, 1982 (2): 325–330.
- PAGLIAI, M. – SOQUI, P.: The influence of animal slurries on soil physical properties. In: *Evolution du niveau de fertilité des sols dans différents systèmes de culture*. Italy, Inst. Sper. Agron. 1982: 339–348.
- PROCHÁZKOVÁ, B.: Organic fertilization and water regime of soil. Praha-Ruzyně, Hrušovany u Brna, VÚRV 1987. 12 pp.
- RICHTER, R.: Vliv kejdy skotu a prasat na agrochemické vlastnosti půd. Problémy bezstelivových provozů a využití kejdy. *Proc. Conf. Problems of litterless production units and slurry application*. Brno, VŠZ 1992: 5–59.
- ŘÍMOVSKÝ, K.: Use of slurry for a direct manuring of crops and its effects on soil and ploughs. Brno, VŠZ, PhD. Thesis 1989. 288 pp.
- ŘÍMOVSKÝ, K.: Využití kejdy k přímému hnojení plodin. In: *Proc. Wksh. Problems of litterless production units and slurry application*, Brno, VŠZ 1992: 31–49.
- ŘÍMOVSKÝ, K. – SVĚRÁKOVÁ, J.: Ochrana půdy v podmínkách hnojení kejdou. In: *Proc. Wksh. Problems of litterless production units and slurry application*, Brno, VŠZ 1992: 31–49.

Received on November 3, 1994

Contact Address:

Doc. Ing. Karel Římovský, DrSc., Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, tel.: 05/45 13 33 01, fax: 05/45 21 20 44

HODNOTENIE ZÁŤAŽE KRAJINY V REGIÓNE ŽIARSKEJ KOTLINY

EVALUATION OF LOAD OF LANDSCAPE IN THE REGION OF ŽIARSKA KOTLINA

M. Vlčková¹, M. Hocková²

¹ Ecological Design Studio, Banská Štiavnica, Slovak Republic

² Department of Evolutionary and Applied Landscape Ecology, Slovak Academy of Sciences, Banská Štiavnica, Slovak Republic

ABSTRACT: The territory of Žiarska kotlina is situated under long-term unfavourable effect of the aluminium works. Evaluation of load of landscape on this territory was processed on the basis of the extent of food chain contamination. Based on this principle this territory can be classified in the following degrees: 1. without load – territories without evident symptoms of load; 2. lowest degree of load – territories with primary load (presence of contaminants only in zones of geochemical anomalies, without transfer into biocomponent); 3. medium degree of load – territories with secondary load (presence of contaminants in abiotic component of landscape, without transfer into biocomponent); 4. high degree of load: a – primary load with transfer into plants, b – secondary load with transfer into plants (presence of contaminants in abiotic components in such an extent that they pass into plants and cause damage to them). The load of the region of Žiarska kotlina was evaluated on three levels. First stage: determination of most serious pollutants. The following pollutants were chosen for the region of Žiarska kotlina – in soil: F, As, Hg, Cd, Pb, secondary saline soils; in underground water: total mineralization, sulphates, nitrates, Al; in air: F, S; in wild growing plants: F, As, S. Second stage: quantification, i.e. to determine concentration of some pollutants and to re-evaluate it with respect to existing treatment, hygienic and landscape-ecological limits. Third stage: to record area of territories with above-limit content of pollutants and to interpret the results obtained. Fig. 1 gives the map of contamination of abiotic component of the landscape. Tab. I presents an area of contaminated soil, Tab. II area of the territory with contaminated underground water and Tab. III area of the territory with damaged atmosphere. The results obtained were interpreted with regard to the possibility of optimal exploitation of grasslands. One of the potential indicators of suitability of grasslands for usage in the region of Žiarska kotlina may be an extent of contamination of the stand by fluorine (evaluated by maximum admissible concentrations of investigated elements in feedstuffs). Area of this territory was compared with the map of contamination of abiotic component of the landscape. All grasslands of the studied territory are in the region of above-limit fluorine content in mugwort. This fact leads to the prerequisite that also fluorine in feedstuffs from grasslands may be critical in view of feed production. Based on this finding that fluorine in plants, to a greater extent, comes from atmosphere as well as from soil, some measures were taken leading to optimization of exploitation of grasslands in this region.

load of landscape; contamination of soils; contamination of underground waters; contamination of atmosphere; contamination of plants

ABSTRAKT: Na území Žiarskej kotliny (okres Žiar nad Hronom), ktorá je pod dlhodobým vplyvom závodu na výrobu hliníka, bola sledovaná ekologická záťaž krajiny. Bol sledovaný stav poškodenia pôd, ovzdušia, podzemných vôd a voľne rastúcich rastlín. Na základe výsledkov chemických analýz bola zostavená mapa kontaminácie krajinných zložiek a prostredníctvom počítačového programu Arc Info bola vypočítaná plocha poškodeného územia. Kontaminovaná pôda zaberá viac ako 25 % výmery okresu, územie so znečistenou podzemnou vodou viac ako 20 % a oblasť so znečisteným ovzduším pokrýva do 35 % plochy okresu. Ďalej bolo zistené, že všetky lúky a pasienky sledovaného územia sa nachádzajú v oblasti s nadlimitným obsahom fluóru vo vybraných voľne rastúcich rastlinách. Na základe zistenia, že fluór v rastlinách vo väčšej miere pochádza z ovzdušia ako z pôdy, boli vypracované niektoré opatrenia smerujúce k optimalizácii využívania lúk a pasienkov v tejto oblasti.

záťaž krajiny; kontaminácia pôd; kontaminácia podzemných vôd; kontaminácia ovzdušia; kontaminácia rastlín

Únosné zafaženie územia je také zafaženie územia ľudskou činnosťou, pri ktorom nedochádza k poškodzovaniu životného prostredia, najmä jeho zložiek, funkcií ekosystému alebo ekologickej stability (Zákon o životnom prostredí 5. 12. 1991). Región Žiarskej kotliny, ktorý je pod dlhodobým vplyvom závodu na výrobu hliníka, patrí medzi tie oblasti, o ktorých sa predpokladá, že ich záťaž prekračuje únosnú mieru.

Cieľom tejto práce je vyhodnotenie stupňov záťaže krajiny v regióne Žiarskej kotliny. Vyhodnotenie stupňa záťaže krajiny bolo spracované na základe miery kontaminácie potravinového reťazca a pôvodu látok spôsobujúcich záťaž. Z tohto hľadiska je možné záťaž krajiny rozdeliť do troch úrovní:

1. primárna záťaž, ktorá reprezentuje geochemické anomálie v horninách a geochemické anomálie v pôde;
2. sekundárna záťaž – kontaminácia abiotickej zložky krajiny – zahŕňa kontamináciu pôd, kontamináciu povrchových a podzemných vôd, ako aj kontamináciu ovzdušia;
3. terciárna záťaž – kontaminácia biotickej zložky krajiny predstavuje kontamináciu rastlinnej produkcie, kontamináciu lesov, poškodenie zdravotného stavu hospodárskych zvierat a poškodenie zdravotného stavu voľne žijúcej zveri.

Vychádzajúc z tohto delenia je možné dnes na základe rozpracovanosti hodnotenia ekologickej únosnosti Žiarskej kotliny vyhodnocovať záťaž krajiny podľa nasledujúcich stupňov:

1. bez záťaže – územia bez evidentných príznakov záťaže;
2. najnižší stupeň záťaže – územia s primárnou záťažou (prítomnosť kontaminantov len v zónach geochemických anomálií, bez transferu do biozložky);
3. stredný stupeň záťaže – územia so sekundárnou záťažou (prítomnosť kontaminantov v abiotickej zložke krajiny, bez transferu do biozložky);
4. vysoký stupeň záťaže:
 - a – primárna záťaž s transferom do rastlín,
 - b – sekundárna záťaž s transferom do rastlín (prítomnosť kontaminantov v abiotickej zložke v takej miere, že prechádzajú do rastlín a poškodzujú ich).

MATERIÁL A METÓDA

Záťaž regiónu Žiarskej kotliny bola hodnotená v troch úrovniach. V prvom rade išlo o určenie (Kolektív, 1991) cudzorodých látok, ktoré sa v sledovanom území nachádzajú, a potvrdenie týchto predpokladov analyticky. Pre oblasť Žiarskej kotliny boli v prvej etape výskumu pre dôkladnejšie sledovanie určené tieto látky:

- v pôde: F, As, Hg, Cd, Pb, zasolené pôdy;
- v podzemnej vode: celková mineralizácia, sírany, dusičnany, Al;

- vo vzduchu: F, S;
- vo voľne rastúcich rastlinách: F, As, S.

Keďže ide o čiastkové výsledky, je výber sledovaných kontaminantov v jednotlivých zložkách diferencovaný. Kompletizácia údajov bude predmetom ďalšieho výskumu.

V druhej fáze sme sa pokúsili o ich kvantifikáciu, t.j. cieľom bolo stanoviť koncentráciu cudzorodých látok a prehodnotiť ju vzhľadom k existujúcim výtvarným, hygienickým a krajinnokoekologickým limitom.

Cieľom tretej fázy bolo plošne zaznamenať územia s nadlimitným obsahom cudzorodých látok a interpretácia získaných výsledkov.

Vyhotovenie výstupnej syntetickej mapy predpokladá zostavenie týchto analytických a čiastkovo syntetických máp:

1. Mapa kontaminácie pôd

Kritériami pre určenie kontaminácie pôd boli u kadmia a olova tzv. indikatívne limitné hodnoty ich obsahu (obsah kadmia a olova stanovený vo výluhu 2M HNO₃), pre ortuť a arzén to boli totálne, resp. kvázitotálne obsahy a u fluóru vodorozpustné fluoridy (fluór stanovený ISE vo výluhu redestilovanou vodou). Použitá boli limity z platných predpisov (Vestník, 1987) a z návrhu VÚPÚ. Zmapované boli aj zasolené pôdy pri tzv. kalovom poli. Zdrojom zasolenia pôd je odpadová voda s vysokým obsahom hydrolyzovanej sódy, ktorá je akumulovaná na povrchu depónií. Cez depónie sa dostáva do ich podložia a cez starý melioračný systém vystupuje na juhozápadnom okraji hľad na povrch a zasoluje pôdy. Sekundárne zasolené alkalické pôdy vznikli z pôvodných nívnych pôd a nívnych glejových pôd na nekarbonátových sedimentoch alúvia Hrona (L i n k e š, 1986). Kontaminácia pôd uvedenými prvkami je spracovaná z výskumu poľnohospodárskych pôd (K a l ú z, 1989; K o b z a et al., 1992), z údajov účelových sond KEAKE SAV Banská Štiavnica a z rešeršnej správy o prehľade geochemickej prospekcie SR objednanej VÚPÚ (P e t r o, 1991). Takýto prístup umožnil určiť pôvod kontaminácie a vymedziť oblasti s kontamináciou endogénneho a antropogénneho pôvodu.

2. Mapa kontaminácie ovzdušia

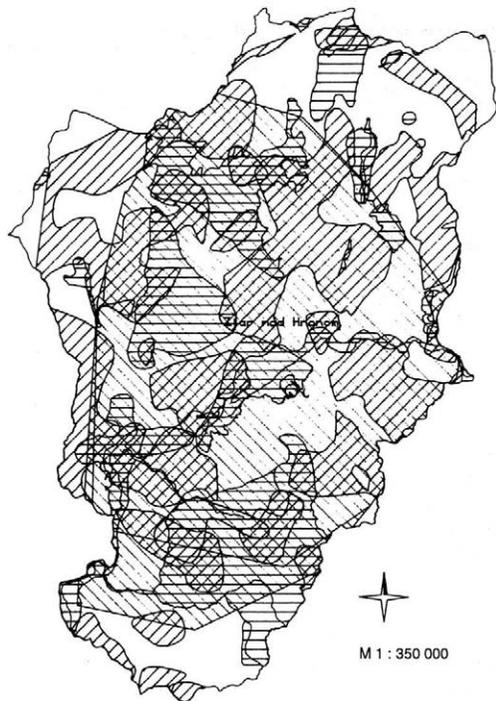
Znečisťovanie ovzdušia bolo zisťované metódou fytoindikácie (Kolektív, 1992). Na 37 miestach monitorovacej siete KEAKE SAV bol machorast rašelinník ostrolistý (*Sphagnum capillefolium* [Ehrh.] Hedw.) exponovaný šesť mesiacov v kontaminovanej oblasti a následne bol v ňom stanovený obsah fluóru a síry. Prírodný obsah fluóru v rašelinníku z nekontaminovanej oblasti bol 10 až 30 mg.kg⁻¹ sušiny, prírodný obsah síry v nekontaminovanej oblasti dosahuje hodnôt do 1 600 mg.kg⁻¹. V mape (M 1 : 50 000) boli vypracované izolínie obsahu fluóru a síry v rašelinníku (izolínie znečistenia ovzdušia). Za kritickú sa považuje hodnota prekračujúca priemerný obsah fluóru 30 mg.kg⁻¹ a síry 1 600 mg.kg⁻¹.

3. Mapa kontaminácie podzemných vôd

Kvalita podzemných vôd bola vyhodnocovaná vzhľadom k norme pre pitnú vodu ČSN 75 7711. Ako podkladový materiál boli použité chemické analýzy vzoriek podzemných vôd z archívu GÚDŠ (Kolektív, 1992). Vzorky boli odobrané v roku 1991. Formou izolíní boli vyhodnotené tieto ukazovatele: celková mineralizácia, dusičnany, sírany a hliník. Za kritické sa považujú oblasti s prekročením hodnôt uvedených v príslušnej norme.

4. Mapa kontaminácie biotickej zložky

Kontaminácia rastlín bola zisťovaná (Kolektív, 1991, 1992) na indikačnej rastline paline obyčajnej (*Artemisia vulgaris* L.), ktorá sa nachádza na celom záujmovom území a má značnú akumuláciu schopnosť. V listoch odobraných z rastlín sa stanovoval obsah síry, arzenu a na vybranom území aj fluóru. V mape (M 1 : 50 000) boli vyhotovené izolínie a vytýčená oblasť s kontaminovanými rastlinami. Ako kritérium boli použité nadpriemerné obsahy sledovaných prvkov vo vybraných indikačných rastlinách, pričom sa má na myslí priemer zo širšej, nekontaminovanej oblasti, a nie priemerný obsah prvkov v rastlinách zo záujmového územia. Prírodný obsah síry v čistých oblastiach je okolo 2 500 až 3 000 mg.kg⁻¹ sušiny; prírodný obsah arzenu v paline z čistých oblastí je okolo 0,3 až 0,6 mg.kg⁻¹; prírodný obsah fluóru v paline z čistých oblastí je 2 mg.kg⁻¹.



1. Mapa kontaminácie abiotickej zložky Žiarska kotlina – Map of contamination of abiotic component of Žiarska kotlina

- ▨ Územie s kontaminovaným ovzduším – Territory with contaminated atmosphere
- ▩ Územie s kontaminovanou pôdou – Territory with contaminated soil
- ▨ Územie s kontaminovanými podzemnými vodami – Territory with contaminated underground waters

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pri hodnotení rozsahu kontaminácie abiotickej zložky (obr. 1) okresu Žiar nad Hronom sme použili počítačový program Arc Info. Celková plocha okresu Žiar nad Hronom je 126 440 ha. Plocha Žiarskej kotliny predstavuje výmeru 63 348,1 ha.

Kontaminovaná pôda sa nachádza na výmere 18 572,2 ha, čo predstavuje 14,69 % z výmery okresu. Znečistenie jednotlivými prvkami je uvedené v tab. I.

Znečistenie podzemnej vody bolo zaznamenané na ploche 41 675,9 ha, čo predstavuje 32,96 %. Znečistenie jednotlivými prvkami je uvedené v tab. II.

Z údajov vyplýva, že najväčším dielom sa na kontaminácii podzemných vôd podieľa hliník. Norma pre pitnú vodu uvádza pre hliník len medznú hodnotu (MH). Najvyššia medzná hodnota (NMH) sa neuvádza. V súlade s normou prekročením MH stráca voda vyhovujúcu kvalitu v danom ukazovateli a prekročenie MH posúdi a prípadne povolí príslušný orgán hygienickej služby. Prehodnotenie vybraných ukazovateľov podľa Metodického pokynu SKŽP (1992) nie je možné, pretože pokyn neudáva pre nami vybrané parametre ani fónové hodnoty A, ako ani hodnoty B (pri prekročení nutnosť identifikácie zdroja), či C (pri prekročení nutnosť asanačného zásahu).

Spracoval: EKOTRUST Banská Štiavnica – Processed by EKOTRUST Banská Štiavnica

Znečistené ovzdušie pokrýva 43 934 ha, čo predstavuje 34,75 % plochy okresu. Znečistenie jednotlivými prvkami je uvedené v tab. III.

Pri interpretácii získaných výsledkov sme sa pokúsili zistiť súčasný stav kontaminácie lúk a pasienkov fluórom v okolí hliníkárne v Žiari nad Hronom a posúdiť ich vhodnosť na poľnohospodárske využívanie. Jedným z možných ukazovateľov vhodnosti lúk a pasienkov pre využívanie môže byť v regióne Žiarskej kotliny aj miera kontaminácie porastu fluórom (hodnotené vzhľadom k maximálne prípustným koncentráciám sledovaných prvkov v krmivách – Vyhľadka FMPVŽ, 1987). Najvyššie hodnoty obsahu fluóru boli zistené na lokalitách v bezprostrednej blízkosti závodu a na stanovištiach, ktoré sú lokalizované južne od závodu smerom na Horné Opatovce. Táto oblasť je charakterizovaná aj najvyšším obsahom fluóru v ovzduší a v pôde a najvyšším prášnym spadom. Smerom od epicentra znečisťovania má obsah fluóru klesajúcu tendenciu. Obsah akumulovaných toxických látok v rastlinnej hmote je dôležitým momentom v skúmanej oblasti i z krmovinárskeho hľadiska.

I. Znečistenie pôdy – Soil contamination

Polutant ¹	Výmera ² (ha)	Výmera z plochy okresu ³ (%)
As	14 379,0	11,37
Pb	9 104,5	7,20
Cd	8 288,6	6,56
F	1 631,4	1,29
Hg	464,3	0,37
Zasolené pôdy ⁴	38,8	0,03

¹pollutant, ²area, ³area from district area, ⁴saline soils

II. Znečistenie podzemnej vody – Pollution of underground water

Polutant ¹	Výmera ² (ha)	Výmera z plochy okresu ³ (%)
Al	39 556,5	31,29
Dusičnany ⁴	2 688,5	2,13
Sirany ⁵	465,9	0,37

For 1–3 see Tab. I, ⁴nitrates, ⁵sulphates

III. Znečistenie ovzdušia – Air pollution

Polutant ¹	Výmera ² (ha)	Výmera z plochy okresu ³ (%)
F	754,1	33,81
S	38 909,3	30,77

For 1–3 see Tab. I

Celková poľnohospodárska pôda v okrese Žiar nad Hronom má výmeru 44 921 ha, z toho lúky predstavujú 11 789 ha a pasienky 17 499 ha. Výmera pôd kontaminovaných fluórom predstavuje v sledovanej oblasti 1 633 ha. Plošný priemet ovzdušia so zvýšeným obsahom fluóru predstavuje 42 755 ha plochy.

Možno konštatovať, že všetky lúky a pasienky sledovaného územia sa nachádzajú v oblasti s nadlimitným obsahom fluóru v paline obyčajnej. Tento fakt nás vedie k predpokladu, že aj obsah fluóru v krmivách z lúk a pasienkov lokalizovaných v tejto oblasti môže byť z krmovinárskeho hľadiska kritický.

Aj napriek klesajúcej tendencii vo vypúšťaní emisií ZSNP v Žiari nad Hronom, ktoré predstavovali (K i s s, 1992) v rokoch 1970 až 1975 v priemere za rok 16 091 t, v rokoch 1985 až 1990 12 100 t a v roku 1991 10 871 t, doteraz ešte lúky a pasienky vykazujú nadlimitný obsah fluóru.

Fluór v rastlinách vo väčšej miere pochádza z ovzdušia ako z pôdy. Na základe tejto skutočnosti by bolo

vhodným preventívnym riešením obmedzenie pastvy dobytká, čo by znamenalo zníženie prísunu fluóru do organizmu zvierat jednak cestou alimentárnou, ale aj vzdušnou. Krmivá z postihnutých oblastí by sa mali skrmovať v kombinácii s krmivami bohatými na vápnik, fosfor a vitamín D. Ako uvádza B r e d e m a n n (cit. H a š e k, N á r o ž n ý, 1965), tieto látky čiastočne zvyšujú odolnosť organizmu voči fluoróze, ale nemusia vždy zabrániť jej vzniku. Ďalšou možnosťou prevencie je miešanie krmív kontaminovaných oblastí s krmivom z oblasti nekontaminovanej, čím by sa znížila koncentrácia fluóru. Obsah fluóru v rastlinách by bolo možné ovplyvniť aj správnym výberom rastlín, ktoré minimálne sorbujú a kumulujú fluór, ktorý sa do pôdy dostáva aj prostredníctvom hnojív. Ďalšou možnosťou, ako zabrániť vstupu fluóru z pôdy do rastlín, je správna voľba agrotechnických postupov a dekontaminácia pôdy.

LITERATÚRA

- HAŠEK, A. – NÁROŽNÝ, J.: Pokusný výkrm býčkov v oblasti postihnutej fluórovými exhalátmi v okolí hlinikárne Žiar nad Hronom. *Živoč. Vyr.*, 1965 (11): 827–833.
- KISS, Š.: Súčasný stav a perspektívy ekologického rozvoja závodu SNP v Žiari nad Hronom. In: Zbor. Ref. Semin. K problematike životného prostredia v Žiarskej kotline, Žiar nad Hronom, 1992.
- KALÚZ, K.: Miera a rozsah kontaminácie orných pôd v oblasti Žiar nad Hronom. [Prieběžná správa.] Nitra, VCPÚ 1989. 29 s.
- KOBZA, J. a kol.: Systém komplexného monitoringu pôd. [Výskumná správa.] Banská Bystrica, VÚPÚ 1992. 42 s.
- KOLEKTÍV: Ekologická únosnosť regiónu Žiarskej kotliny I. Banská Štiavnica, Ekotrúst 1991. 414 s.
- KOLEKTÍV: Ekologická únosnosť regiónu Žiarskej kotliny II. Banská Štiavnica, Ekotrúst 1992. 369 s.
- LINKEŠ, V.: Vznik sekundárnych slancov v okolí depónii odpadov z výroby hliníka. *Poľnohospodárstvo*, 1986 (5): 430–437.
- PETRO, M.: Mapa geochemických anomálií územia SR. Banská Bystrica, GP-BO 1991.
- ČSN 75 7711. Jakost vod. 1988.
- Metodický pokyn SKŽP č. 130-1992/I. Príloha 2. Podzemné vody.
- Vestník MPVŽ SSR, 19, 1987: 23–24.
- Vyhláška 117 FMPVŽ z 9. 12. 1987 o starostlivosti o zdravie zvierat. Zb. zákonov ČSSR, čiastka 25, 28. 12. 1987.

Došlo 27. 1. 1995

Kontaktná adresa:

RNDr. Miroslava Vlčková, Ekologický projekčný ateliér, A. Kmeťa 13, 969 00 Banská Štiavnica, Slovenská republika, tel.: 0859/218 06, fax: 0859/236 16

TVORBA NADZEMNEJ BIOMASY LÁSKAVCA (*AMARANTHUS MANTEGAZZIANUS*) PO OZIMNEJ MEDZIPLODINE TRITIKALE

FORMATION OF ABOVE-GROUND BIOMASS OF AMARANTH (*AMARANTHUS MANTEGAZZIANUS*) AFTER WINTER CATCH-CROP TRITICALE

H. Gregorová

University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT: The formation of above-ground biomass of *Amaranthus mantegazzianus*, Elbrus variety, was evaluated under the conditions of no irrigation in lowland region of Slovakia (experimental area of the University of Agriculture Nitra-Dolná Malanta) during the years 1992 to 1994. The site belongs to warm and temperate dry climatic region with the average yearly precipitation of 561 mm, during the growing season it is 327 mm on the average. The average yearly temperature is 9.7 °C, during the growing season 16.2 °C. Characteristics of the soil: brown soil, loamy soil, clay-loam in the undersoil, humus content 2.16%, phosphorus content 104 mg.kg⁻¹, potassium content 270 mg.kg⁻¹ and magnesium content 220 mg.kg⁻¹ of the soil, pH = 5.36. Amaranth was cultivated after the harvest of winter catch crop triticale, Dagro variety by row spacing of 0.37 m. Amaranth was thinned to 400 000 plants, when it was in the phase of the 7th leaf. During the vegetation amaranth was twice hoed. When the moisture and temperature conditions were favourable for the germination and the emergence process, it emerged on the 9th and the 10th day (1992 and 1994). In the year 1993 with deep deficiency of moisture during growing season of winter catch-crop (March to May period only 43 mm of rainfall) and consequently amaranth emerged till after 42 days, i.e. at the beginning of July, what had a negative influence on the yield of green biomass and dry matter (Tab. II) and speed up the formation of the generative organs on the average about 15 days in this year. The growth of amaranth was slow during the first three weeks after emerging and it achieved the average height about 150 mm. After six weeks of the vegetation it achieved about 600 mm and when amaranth was at the onset of anthesis its height was 1 254 mm with exception of the year 1993 (Tab. II). The highest increments of above-ground biomass were found out in the second month of the growing season of amaranth with the maximum of 33.5 mm.d⁻¹ between the 35th and the 45th day of vegetation in the year 1994 and 19.88 g.m⁻².d⁻¹ (198 kg.ha⁻¹) of dry matter between the 40th and the 60th day of vegetation in the year 1992.

amaranth; yield; formation of biomass; parts of plants; emergence process

ABSTRAKT: V rokoch 1992 až 1994 sme na experimentálnej báze AF VŠP Nitra-Dolná Malanta (kukuričná výrobná oblasť) sledovali tvorbu nadzemnej biomasy láskavca (*Amaranthus mantegazzianus*), odrody Elbrus, ktorý sa pestoval po ozimnej medziplodine tritikale, odrode Dagro. Vo vlhove a teplotne priaznivých rokoch (1992 a 1994) láskavec vzišiel za deväť a desať dní, v roku s hlbokým deficitom vlhavy už k predplodine a po vysiatí (1993) až za 42 dní, t.j. na začiatku júla. To sa negatívne prejavilo na úrode zelenej biomasy a sušiny a na skrátení vegetatívnej fázy rastu v priemere o 15 dní oproti rokom 1992 a 1994. Prvé tri týždne po vzídení mal láskavec pomalý rast a dosahoval priemernú výšku okolo 150 mm. Po šiestich týždňoch vegetácie dosahoval výšku 600 mm a pri zbere na začiatku kvitnutia (11. až 13. týždeň) 1 254 mm s výnimkou roka 1993. Najvyššie denné prírastky vo výške a hmoty sme zistili počas rastu v druhom mesiaci vegetácie láskavca s maximom 33,5 mm v roku 1994 medzi 35. a 45. dňom vegetácie a 19,88 g.m⁻² v roku 1992 medzi 40. a 60. dňom vegetácie.

láskavec; úroda; tvorba biomasy; časti rastlín; vzchádzanie

Zavádzanie nových krmných plodín do pestovania a výživy zvierat predpokladá poznanie komplexu faktorov, ktoré v konečnom rozhodnú o úspešnosti introdukcie (Cervantes, 1990). Medzi ne patria predovšetkým adaptabilita na nové podmienky prostredia, vyššia alebo aspoň rovnaká úrodnosť ako u tradičných krmovín, vhodné fyzikálne vlastnosti krmiva, nutričná hodnota, nízky obsah antinutričných látok, chutnosť a ďalšie.

Z netradičných krmovín sa v mnohých oblastiach sveta rozširuje pestovanie láskavca (*Amaranthus* sp.), predovšetkým v semiaridných a aridných oblastiach (Černov, 1992a, b; Cervantes, 1990; Lukashov et al., 1993; Babich-Bugajev, 1994). Vyznačuje sa veľmi dobrou adaptabilitou na podmienky prostredia, vysokou produkčnou schopnosťou za podmienok sucha, vysokých teplôt a zasolenia a kvalitou vyprodukovanej biomasy (Magomedov, 1992). Má vysoký obsah bielkovín s priaznivým aminokyselinovým zložením (Gregorová, 1993; Cervantes, 1990). V obsahu minerálnych prvkov sa vyrovnáva, ba i prekračuje datelinoviny (Škultéty et al., 1988). Cenný je obsah vitamínov a účinných látok (Cervantes, 1990). Kvalitu môžu znižovať niektoré antinutričné látky, ako sú nitráty, šťavelany, saponíny ai. (Flores, 1990; Macus, 1990).

Novo introdukované plodiny vyžadujú kompletný výskum pestovania a využitia, preto sme sa rozhodli posúdiť dynamiku narastania nadzemnej biomasy láskavca (*Amaranthus mantegazzianus*) ako objemovej krmoviny, pestovaného v slede po ozimnej medziplodine tritikale.

MATERIÁL A METÓDA

Poľné pokusy sme zakladali v rokoch 1992 až 1994 na pozemkoch experimentálnej bázy AF VŠP Nitra-Dolná Malanta. Stanovište patrí do teplej a mierne suchej klimatickej oblasti s ročným úhrnom atmosférických zrážok 561 mm, za vegetačné obdobie 327 mm. Priemerné ročné teploty sú 9,7 °C, za vegetačné obdobie 16,2 °C. Prehľad poveternostných podmienok v rokoch uvádzame v tab. I.

Pôda pokusného stanovišťa je hlinitá, v podorníči ílovito-hlinitá hnedozem so stredným obsahom humusu (2,16 %), s pomerom HK : FK = 1,12 : 1, s pH v ornici 5,36, v podorníči 6,73 a vysokým obsahom živín (P = 104 mg.kg⁻¹ pôdy, K = 270 mg.kg⁻¹ pôdy, Mg = 220 mg.kg⁻¹ pôdy).

A. *mantegazzianus* odrodu Elbrus sme vysievali po zbere ozimnej medziplodiny tritikale, odrode Dagro v dňoch 5. 6. 1992, 24. 5. 1993 a 16. 5. 1994. Pôda po zbere ozimnej medziplodiny sa pripravila podmiacacím náradím a kmitavými bránami. Láskavec sme vysievali ručne na medziriadkovú vzdialenosť 0,37 m. Porast sa po vzídení vyjednotil na 400 000 jedincov na 1 ha.

Počas rastu sme porasty dvakrát okopali. Zber sa robil na začiatku kvitnutia.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Rozdielne poveternostné podmienky počas jarnej vegetácie ozimnej medziplodiny a po zasiatí láskavca v rokoch ovplyvňovali rýchlosť klíčenia a vzhádzania tejto plodiny. Láskavec ako rastlina s C₄-typom fotosyntézy je vysoko odolná proti suchu. Na klíčenie a vzhádzanie však potrebuje dostatok vlhky (Putnam, 1990) a minimálnu teplotu pôdy 12 až 14 °C (Černov, 1992a). Za týchto podmienok vzhádza za osem až desať dní. Deficit pôdnej vlhky a nízke teploty oddiaľujú vzhádzanie, spomaľujú rast a v konečnom zapríčiňujú znížovanie úrody (Černov, 1992b). Keď sa láskavec pestuje ako druhá plodina, príčinou deficitu pôdnej vlhky môže byť jej vyčerpanie úrodou predplodiny. V našom pokuse v priemere troch pokusných rokov 1992 až 1994 vzišiel láskavec za 20 dní, v rokoch priaznivých vlhkov a teplotne v čase sejby láskavca a po nej za deväť a desať dní (1992, 1994). V období jarnej vegetácie tritikale v mesiacoch marec až máj roku 1993 napršalo len 43,2 mm atmosférických zrážok (33 % normálu) a pôdnu vlhku silne vyčerpala už medziplodina. Pretože deficit vlhky pokračoval, láskavec vzišiel až po výdatnejších zrážkach, t.j. za 42 dní, čo bolo na začiatku júla. Požiadavka na minimálnu teplotu na klíčenie pri sejbe v druhej polovici mája (1993, 1994) a na začiatku júna (1992) bola splnená rovnako ako požiadavka na dostatočné prevzdušnenie pôdy pre intenzívnu prácu koreňového systému a početnú pôdnu mikroflóru dvojnásobným okopáním porastu (Bajtulín, 1987).

Láskavec je teplomilná plodina. Optimálna teplota pre rast a vývoj je 35 až 45 °C, minimálna 10 až 15 °C. Pri nižších teplotách fotosyntetická asimilácia prestáva. Láskavec má anatomicko-morfologické a biochemické mechanizmy adaptability na stres sucha a vysoké teploty prostredia. To mu umožňuje i počas najteplejších letných mesiacov produkovať vysoké úrody biomasy. Regresnou analýzou sme zistili silnú pozitívnu závislosť tvorby nadzemnej biomasy na denných teplotách vzduchu ($r = 0,963456$) a veľmi slabú závislosť na zrážkach ($r = -0,0708596$). V priemere troch pokusných rokov poskytol úrodu 38,3 t.ha⁻¹ zelenej biomasy a 6,77 t.ha⁻¹ sušiny. Maximálna úroda sa dosiahla v roku 1994, a to 8,79 t.ha⁻¹ sušiny, najnižšia v roku 1993, a to 3,79 t.ha⁻¹ sušiny (tab. II). Rozdiely v úrodách sušiny boli preukazné, medzi rokmi 1992 a 1994 nepreukazné. Z tab. II je zrejme morfologické zloženie úrody, ktoré nepriamo poukazuje na príjem krmiva a stráviteľnosť. Cervantes (1990) považuje za ideálny pomer listov k byliam, ak je širší ako 1. Takémuto pomeru sa láskavec najviac približoval v roku 1993. V priemere troch pokusných rokov tvorili listy 34 %, byle 60 % a súkvetia 6 % na úrode.

Láskavec je svetlomilná rastlina krátkého dňa. Ak sa pestuje po vyšších zemepisných šírkach, spomaľuje sa

I. Poveternostné podmienky v pokusných rokoch – Weather conditions in experimental years

Rok ¹	Mesiac ²	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	III.–V.	V.–VIII.
Dlhodobý priemer ³	teploty ⁴	-1,7	0,5	4,7	10,1	14,8	18,3	19,7	19,2	15,4	10,1	4,9	0,5	9,9	18,0
	zrážky ⁵	31	32	33	43	55	70	64	58	37	41	54	43	131,0	247,0
1992	teploty	0,1	2,9	5,0	10,9	16,2	19,5	22,2	24,5	15,8	8,6	4,4	-0,2	10,7	20,6
	zrážky	11,1	9,9	49,2	31,6	19,9	43,9	60,5	1,4	40,0	72,6	31,9	87,3	100,7	125,7
1993	teploty	-3,4	-2,3	4,0	10,7	17,9	18,1	18,5	20,0	14,8	11,3	-1,6	1,8	10,8	18,6
	zrážky	23,4	14,2	12,0	15,8	15,4	41,4	75,3	52,0	41,2	106,8	48,6	82,6	43,2	184,1
1994	teploty	3,1	1,4	7,3	10,6	15,2	18,7	23,1	21,4	16,6	-	-	-	11,0	19,6
	zrážky	37,3	9,9	23,9	93,7	109,9	29,4	33,1	59,8	110,0	-	-	-	227,5	232,2

¹year, ²month, ³long-term average, ⁴temperatures, ⁵precipitation

II. Dynamika tvorby nadzemnej biomasy ľáskavca (*Amaranthus mantegazzianus*) po ozimnej medziplodine – Formation of above-ground biomass of amaranth (*Amaranthus mantegazzianus*) after winter catch-crop

Rok ¹	Dátum ²	Počet dní vegetácie ³	Zelená hmota ⁴ (t.ha ⁻¹)	Sušina ⁵ (t.ha ⁻¹)	Sušina (%)	RGR (g.g ⁻¹ .d ⁻¹)	CGR (g.m ⁻² .d ⁻¹)	Výška ⁶ (mm)	Denný prírastok výšky ⁷ (mm)	Podiel listov ⁸ (%)
1992	25. 6.	15	-	-	-	-	-	55,05	3,67	-
	3. 7.	23	-	-	-	-	-	155,05	12,50	-
	21. 7.	41	25,8	2,43	9,42	-	5,92	591,10	24,22	53,94
	7. 8.	58	38,0	5,81	15,28	0,022	19,88	1 091,00	29,40	38,43
	3. 9.	82	41,5	7,74	18,65	0,0051	8,04	1 150,50	2,47	25,78
1993	30. 7.	25	1,84	0,28	14,21	-	1,12	138,00	5,52	69,20
	20. 8.	45	8,69	1,52	17,40	0,037	6,2	269,70	6,58	61,71
	8. 9.	65	21,73	3,23	14,86	0,016	8,55	579,40	16,30	55,00
	21. 9.	78	21,04	3,79	15,76	0,005	4,30	772,30	14,80	43,88
1994	30. 6.	35	4,78	0,61	12,32	-	1,73	243,30	6,90	81,82
	12. 7.	45	17,32	2,43	14,03	0,060	18,12	578,70	33,50	65,00
	27. 7.	60	32,78	4,97	15,18	0,020	16,94	867,00	19,22	48,77
	12. 8.	76	41,70	7,24	17,35	0,010	14,17	1 115,00	15,50	37,17
	31. 8.	95	49,50	8,79	17,77	0,004	8,18	1 358,00	12,76	32,48

Hd p-0,05 = 1,047 (pre konečnú úrodu sušiny)⁹

¹year, ²date, ³number of vegetative days, ⁴green mass, ⁵dry matter, ⁶height, ⁷daily increase of height, ⁸leaves portion in percentage, ⁹S.D. (for final yield of dry matter)

jeho prechod do generatívnej fázy, čo vedie až ku tzv. gigantizmu rastlín (Černov, 1992a). Rýchlosť prechodu do generatívnej fázy v rokoch pestovania súvisí so svetelnými podmienkami počas rastu ľáskavca. V rokoch 1992 a 1994, keď ľáskavec vzhádzal koncom mája až na začiatku júna, dĺžka vegetatívnej fázy trvala 75 dní. V roku 1993, keď sa vzhádzanie oneskorilo a začalo až na začiatku júla, obdobie vegetatívneho rastu sa skrátilo o 15 dní, t.j. trvalo len 60 dní. Príčinu vidíme v zmenených svetelných podmienkach. Podobné výsledky publikovali Johnson et al. (1990), keď rastliny ľáskavca vysiate 16. júna mali v priemere druhov a odrôd o 15 dní rýchlejší prechod do generatívnej fázy v porovnaní s rastlinami vysiatymi na začiatku mája. Dĺžka trvania rastových fáz v rode *Amaranthus* je i druhovou záležitosťou. V priemere druhov (*A. caudatus*, *A. cruentus*, *A. lividus*, *A. sp.* K 388 a *A. spinach*)

trvala vegetatívna fáza rastu 48 dní, u *A. hybridus* 93 dní, a u *A. mantegazzianus* 71 dní (Černov, 1992a). Naše výsledky s *A. mantegazzianus* korešpondujú s výsledkami uvedenými v citovanej literatúre.

Počiatkový rast ľáskavca je pomalý. Po troch týždňoch vegetácie (od vzrástania) dosahoval výšku okolo 150 mm, po šiestich týždňoch vegetácie okolo 600 mm a v čase zberu na začiatku kvitnutia v priemere rokov 1992 a 1994 1 254 mm. Výnimkou bol rok 1993, keď ľáskavec rástol v odlišných svetelných a teplotných podmienkach a rastliny mali v čase zberu priemernú výšku 772 mm, čo bolo len 60 % priemernej výšky z rokov 1992 a 1994 (tab. II). Aj údaje o denných prírastkoch na výške a biomase (CGR) poukazujú na zvýšené hodnoty počas rastu v druhom mesiaci vegetácie. Maximálny denný prírastok na výške 33,5 mm sa dosiahol v roku 1994 medzi 35. a 45. dňom vegetácie,

maximálna hodnota CGR $19,88 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ v roku 1992 medzi 40. a 60. dňom vegetácie. Vysoké priemerné denné prírastky sušiny v druhom mesiaci vegetácie boli aj v roku 1994 ($CGR = 16,9$ a $18,1 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$). V roku 1993 dosahovali maximálne prírastky na jednotku plochy necelých 50 % maximálnych hodnôt rokov 1992 a 1994. Aj v tomto roku však evidujeme najvyššie prírastky hmoty počas rastu v druhom mesiaci vegetácie.

S postupujúcou rastovou fázou narastala úroda biomasy (zelenej i sušiny), obsah sušiny v rastlinách a znižoval sa podiel listov na celkovej produkcii nadzemnej biomasy. Údaje o dynamike tvorby biomasy láskavca počas vegetačného obdobia sú v súlade s tými, ktoré publikovali Safarov et al. (1993), Jamriška (1994) ai.

Introdukcia nových rastlín do pestovania môže byť úspešná len vtedy, ak sa dôkladne poznajú biologické vlastnosti zavádzaného druhu ako dôležitý predpoklad vypracovania technológie pestovania. Príspevok môže prispieť k objasneniu biológie *A. mantegazzianus*, pestovaného v slede po neskorej ozimnej medziplodine tritikale v bezzávlahových podmienkach južného Slovenska.

LITERATÚRA

BABICH, A. – BUGAJEV, V.: Breeding and production prospects of amaranth in Ukraine. 2nd Int. Conf. on amaranth, Olomouc, 1994: 3.

BAJTULIN, I. O.: Strojenje i rabota kornevoj sistemy rastenij. Alma-Ata, Nauka 1987. 309 s.

CERVANTES, S. I. M.: Amaranth (*Amaranthus* spp.) as a forage. In: Amaranth – perspectives on production, processing and marketing. Minnessota, 1990: 47–54.

ČERNOV, I. A.: Amaranth-fiziologo-biochimičeskije osnovy introdukcii. Izd. Kaz. Univer. 1992a. 89 s.

ČERNOV, I. A.: Amaranth-perspektivnyj istočnik kormovogo belka. Vest. sel.-choz. Nauki, 2, 1992b: 82–86.

FLORES, H. E.: Biotechnology and amaranth. In: Amaranth-perspectives on production, processing and marketing. Minnessota, 1990: 143–149.

GREGOROVÁ, H.: Pestovanie amarantha na zelené kŕmenie po ozimných medziplodinách. In: Zbor. VŠP Nitra, Biol. rastl. Výr., IV, 1993: 24–28.

JAMRIŠKA, P.: Úroda krmu vybraných odrôd láskavca po zbere na začiatku kvitnutia. Rostl. Výr., 40, 1994 (11): 985–995.

JOHNSON, B. L. – SCHNEITER, A. A. – HENDERSON, T. L.: Amaranth date of planting studies in eastern north Dakota. In: Amaranth-perspectives on production, processing and marketing, Minnesota, 1990: 199–200.

LUKASHOV, V. – SAGITOV, A. – SANTYKOV, K.: Amaranth in Kazakhstane. In: Amaranth as a food, forage and medical culture. Olomouc, 1993: 3–8.

MACUS, D. J.: Composition and nutritive value of vegetable amaranth as affected by stage of growth, environment and method of preparation. In: Amaranth-perspectives on production, processing and marketing, Minnesota, 1990: 35–43.

MAGOMEDOV, I.: Amaranth as a component of organic agriculture. In: Amaranth as a food, forage and medical culture. Olomouc, Nitra, 1992: 2 s.

PUTNAM, D. H.: Agronomic practices for grain amaranth. In: Amaranth-perspectives on production, processing and marketing, Minnesota, 1990: 151–161.

SAFAROV, K. S. – RUZIBAYEV, A. – RAKHIMOVA, S. T.: Physiological and biochemical peculiarities of amaranth in the crop. In: Amaranth, biology, agrotechnics and utilisation. Taškent, 1993.

ŠKULTÉTY, M. et al.: Akosť a výživná hodnota konzervovaných potenciálnych druhov objemových krmív. [Záverečná správa.] Nitra, VÚŽV 1988.

Došlo 16. 10. 1995

Kontaktná adresa:

Doc. Ing. Helena Gregorová, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 087/601, fax: 087/41 14 51

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 úhůzů 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 úhůzů. 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 nedostatcích 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, telephone and fax number or e-mail.

OBSAH - CONTENTS

Urminská D., Michalík I.: Analýza štartovacích enzýmov klíčenia zrna pšenice – Analysis of starter enzymes of wheat grain germination	97
Hudeová M., Psota V., Vítková H.: Changes in the activity of gibberellins and α -amylase during post-harvest maturation of grains of spring barley – Změny aktivity giberelinů a α -amylázy v průběhu posklizňového dozrávání obilí jarního ječmene	101
Manev M., Škaloud V., Stehno Z.: Vztah gluten indexu k ukazatelům technologické jakosti zrna pšenice – Relationship of gluten index to indicators of technological quality of wheat grain	105
Jamříška P.: Vplyv odrôd na úrodu semena láskavca (<i>Amaranthus</i> sp.) – The influence of the variety on seed yield of amaranth (<i>Amaranthus</i> sp.)	109
Krejčová J., Králová M., Růžek P., Ziková I.: Stanovení půdního uhlíku titračně a potenciometricky – Titration and potentiometric determination of soil organic matter carbon	115
Podlešáková E., Němeček J., Hálová G.: Návrh limitů kontaminace půd potenciálně rizikovými stopovými prvky pro ČR – Proposal of soil contamination limits for potentially hazardous trace elements in the Czech Republic	119
Rimár J., Balla P., Princík L.: Porovnanie efektívnosti aplikácie kvapalných a pevných hnojív u obilnín v podmienkach Východoslovenskej nížiny – The comparison of application of effectiveness of liquid fertilizers with those in solid state in conditions of the East Slovak Lowland region	127
Římovský K., Bauer F.: Influence of pig slurry application on physical properties and soil ploughing – Působnost hnojení kejdou prasat na fyzikální stav a orbu půdy	133
Vlčková M., Hocková M.: Hodnotenie záťaže krajiny v regióne Žiarskej kotliny – Evaluation of load of landscape in the region of Žiarska kotlina	137
INFORMACE – STUDIE – SDĚLENÍ – INFORMATION – STUDY – REPORT	
Gregorová H.: Tvorba nadzemnej biomasy láskavca (<i>Amaranthus mantegazzianus</i>) po ozimnej medzplodine tritikale – Formation of above-ground biomass of amaranth (<i>Amaranthus mantegazzianus</i>) after winter catch-crop triticale	141