

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

ROSTLINNÁ VÝROBA

Plant Production

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

11

VOLUME 41 (LXVIII)
PRAHA
LISTOPAD 1995
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 Cigľar, 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 travných porostů a horského poľnohospodárstva, Banská Bystrica, SR)

Ing. Alois Chalupa, CSc. (AGRITEC, výzkum, šlechtění a služby, Šumperk, ČR)

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 výzkumný ústav agroekológie, Michalovce, SR)

Prof. ing. Lubomír Minx, DrSc. (Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, ČR)

Ing. Timotej Miština, CSc. (Výzkumný ústav rastlinnej výroby, Piešťany, SR)

Dr. Peter Newbould (The Macaulay Land Use Research Institute, Aberdeen, Scotland, UK)

Ir. Cees van Ouwwerker (Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren Gn, Nederland)

Ing. Jaromír Procházka, CSc. (Výzkumný ústav pícninářský, Troubsko u Brna, ČR)

Prof. ing. Stanislav Procházka, DrSc. (Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, ČR)

Doc. ing. Vlastislav Rasocha, CSc. (Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod, ČR)

Prof. Dr. Heinrich W. Scherer (Agrikulturchemisches Institut der Rheinischen Friedrich Wilhelms-Universität, Bonn, BRD)

Doc. ing. Ladislav Slavík, DrSc. (Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, ČR)

Doc. ing. Miron Suškevič, DrSc. (Výzkumný ústav výživy zvířat, Odbor základní agrotechniky, Hrušovany 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 výzkumu a studie z oborů rostlinná výroba, půdoznalství, meliorace a z navazujících disciplín.

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

Periodicita: Časopis vychází měsíčně (12x ročně), ročník 41 vychází v roce 1995.

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 zasílány na adresu: Ústav zemědělských a potravinářských informací, vydavatelské oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Cena předplatného pro rok 1995 je 468 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 41 appearing in 1995.

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 1995 is 118 USD (Europe), 123 USD (overseas).

PRODUKCIA BIOMASY V DVOCH OSEVNÝCH POSTUPOCH PRI RÔZNOM HNOJENÍ A OBRÁBANÍ PÔDY

BIOMASS PRODUCTION IN TWO CROP ROTATION AT DIFFERENT FERTILIZATION AND SOIL TILLAGE

K. Kováč

Research Institute of Plant Production, Piešťany, Slovak Republic

ABSTRACT: In the years 1991 to 1994 a multifactor field trial was conducted on fertile chernozem soils (maize region) with dry biomass production with two types of crop rotation (A1 biological and A2 small cereals one) at different fertilization (B1 organic – farmyard manure, B2 straw incorporation + reduced industry fertilization, B3 organic farmyard manure + industry fertilization) and soil tillage (C1 conventional and C2 conservation one). In the biological crop rotation (A1) the total output of dry biomass was $13.18 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ what is more by $2.77 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (highly significantly) comparing to small cereals crop rotation (A2 – $10.41 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Variability of dry biomass production was influenced by plants, years and fertilization (highly significantly). The dry biomass production in the small cereals crop rotation at the treatment of straw incorporation with undersown white clover as a form of green manure + reduced industry fertilization (variant A2B2) was the same as at the conventional fertilization treatment (A2B3 farmyard manure + industry fertilization). As for the total output of dry biomass, lucerne was the most productive crop and pea was the least productive one. The dry biomass production of undersown white clover was 0.69 and undersown lucerne $1.76 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. The studied factors influenced crop output in the following descending order: species structure of the crop rotation, plants and fertilization (highly significantly). Interaction effect of soil tillage x plants was in the biological crop rotation stronger comparing to small cereals crop rotation (significantly). On the other side, interaction effect of fertilization x plants dominated in the small cereals crop rotation (significantly too).

biomass production; crop rotation; fertilization; soil tillage; plant

ABSTRAKT: V poľnom stacionárnom pokuse v rokoch 1991 až 1994 na úrodných černoziemných pôdach v kukuričnej výrobní oblasti bola sledovaná produkcia sušiny biomasy v dvoch osevných postupoch (biologický a zrnovinársky) pri rôznom hnojení (organické – maštalný hnoj, slama + redukované hnojenie PK, organicko-minerálne hnojenie) a obrábaní pôdy (konvenčné a šetriace). V biologickom osevnom postupe sa v priemere vyprodukovalo $13,18 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ sušiny biomasy, t.j. o $2,77 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ viac (vysokopreukazne) ako v zrnovinárskom osevnom postupe ($10,41 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Variabilitu produkcie biomasy v oboch osevných postupoch najviac ovplyvnili plodiny, roky a hnojenie (vysokopreukazne). Obrábanie pôdy produkciu sušiny biomasy prakticky neovplyvnilo ($11,71$, resp. $11,86 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Produkcia biomasy v zrnovinárskom osevnom postupe bola pri variante hnojenia slamou s doplnkom zeleného hnojenia a redukovaného hnojenia priemernými hnojivami rovnaká ako pri konvenčnom variante (maštalný hnoj + priemerné hnojivá). Najvyššiu produkciu sušiny biomasy poskytla lucerna siata ($16,78 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), najnižšiu hrach siaty ($6,92 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Medziplodina ďateliny plazivej poskytla $0,69 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ a podsev lucerny $1,76 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ sušiny biomasy. Produkciu sušiny biomasy najviac ovplyvnil osevný postup, plodiny, roky a hnojenie (vysokopreukazne). V biologickom osevnom postupe bol silnejší interakčný vplyv (preukazný) obrábania pôdy x plodiny. V zrnovinárskom osevnom postupe dominoval vplyv hnojenia x plodiny (preukazne).

produkcia biomasy; osevný postup; hnojenie; obrábanie pôdy; plodina

ÚVOD

Rastlinná produkcia agroekosystémov je významne závislá na prirodzenom kolobehu živín (mineralizácia pozberových zvyškov, hospodárske hnojivá) a na úrovni vkladov živín z priemyselných hnojív (Krejčíř, 1992). O produkcii biomasy poľných plodín v agroekosystémoch a o podiele jednotlivých faktorov na produkčnom procese existuje u nás celý rad poznatkov (Vrkoč, 1977; Strnad, Valeš, 1986; Šimon,

1992 a i.). Absentujú však literárne pramene z výskumu trvalo udržateľných systémov, ktoré sú šetriace k životnému prostrediu a znižujú externé vstupy (Kováč, 1994). Takéto poznatky uvádzajú Vereijken (1989), Viaux et al. (1989), Jordan (1992), Kováč (1994) a i.

Otázky produkcie biomasy v agroekosystémoch so zníženými vstupmi vystupujú do popredia nielen v dôsledku ekologizácie poľnohospodárskej výroby, ale i v dôsledku požiadaviek na vyššiu efektívnosť

vstupov, kvalitu produkcie a využívanie nových poznatkov (Edwards, 1987; El Titi, 1990; Mištin et al., 1993 a i.).

MATERIÁL A METÓDA

Stacionárny, polyfaktoriálny poľný pokus bol založený v roku 1990. Použila sa metóda kolmo delených dielcov s náhodným rozmiestnením a v štyroch opakovaníach. V pokuse boli sledované dva oševné (šesťhonové) postupy, tri spôsoby hnojenia a výživy i s využitím medziplodín (v oševnom postupe A2) a dva spôsoby obrábania pôdy. Plodiny rotovali v oševných postupoch na troch honoch. Počet parciel bol 144. Veľkosť jednej parcely činila 72 m² (6 m šírka x 12 m dĺžka). Zberová plocha parcely obilnín a lucerny bola 72 m², pri cukrovej repe boli dva riadky (zber ručne). Predkladané výsledky sú z rokov 1991 až 1994.

Variety pokusu

Rôznu štruktúru oševu v pokuse predstavujú dva šesťhonové oševné postupy: A1 – biologický oševný postup (1. ozimná pšenica, 2. cukrová repa⁺⁺, 3. jarný jačmeň, 4. kukurica na siláž s podsevom lucerny⁺⁺, 5. lucerna siata, 6. lucerna siata) a A2 – zrnovinársky oševný postup (1. ozimná pšenica⁺⁺, 2. jarný jačmeň + medziplodina formou podsevu na zelené hnojenie, 3. hrach, 4. ozimná pšenica, 5. kukurica na siláž⁺⁺ + medziplodina formou podsevu na zelené hnojenie, 6. jarný jačmeň)

Variety hnojenia a výživy

B1 – organické hnojenie (maštalný hnoj + medziplodina v oševnom postupe A2). Robil sa dvojročný cyklus hnojenia maštalným hnojom za rotáciu oševného postupu. Jednorazovou dávkou maštalného hnoja sa dodalo približne 6 000 kg.ha⁻¹ organických látok (2 x 6 000 = 12 000 : 6 = 2 000 kg.ha⁻¹ ročne v oševnom postupe). Podľa obsahu organických látok (15 až 17 %) to predstavovalo 35 až 40 t.ha⁻¹ maštalného hnoja (v trojročnom cykle). Organické hnojenie ďalej spočívalo v zaradení medziplodín na zelené hnojenie. V oševnom postupe A2 sa použila komonica biela a ďatelina plazivá.

B2 – redukované minerálne hnojenie doplnené hnojením pšeničnou slamou (50 % PK z B3), v oševnom postupe A2 doplnené zaorávkou zeleného hnojenia (od roku 1994 zaorávkou všetkých vedľajších produktov). Dávky živín z priemyselných hnojív boli stanovené na základe plánovaných úrod a zásoby živín v pôde. Všetade sa použili rovnaké hnojivá. Hnojenie dusíkom pri obilninách a cukrovej repe sa robilo na základe obsahu N_{an}. Na 1 t slamy sa použil prídavok 8 kg dusíka.

B3 – konvenčné hnojenie (organicko-minerálne). Organické hnojenie bolo ako vo variante B1. Dávky živín z priemyselných hnojív sa stanovili na základe plánovaných úrod a zásoby živín v pôde.

Obrábanie pôdy

C1 – konvenčné (tradičné) obrábanie pôdy. Pod obilniny boli realizované dve orby, pod cukrovú repu tri orby, predsejbová príprava pôdy sa robila kombinátorom.

C2 – šetriace (úsporné – ochranné) obrábanie pôdy. Orba sa nahradila kyprením pôdy bez obracania ornice (Lemken Smaragd). Predsejbová príprava pôdy sa uskutočnila kombinovaným kypričom s utlačiacim valcom (Amazona).

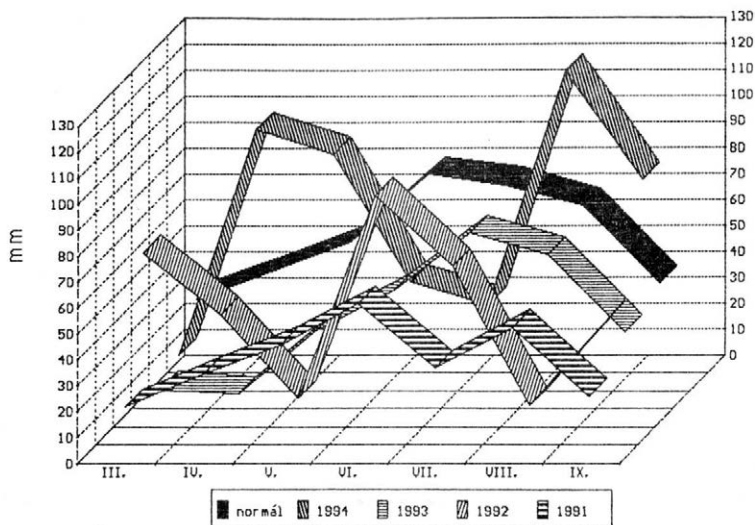
Každý spôsob obrábania pôdy sa vykonával pri každom variante hnojenia a v každom oševnom postupe. Kombináciou všetkých variantov vzniklo 12 variantov.

Charakteristika stanovišťa

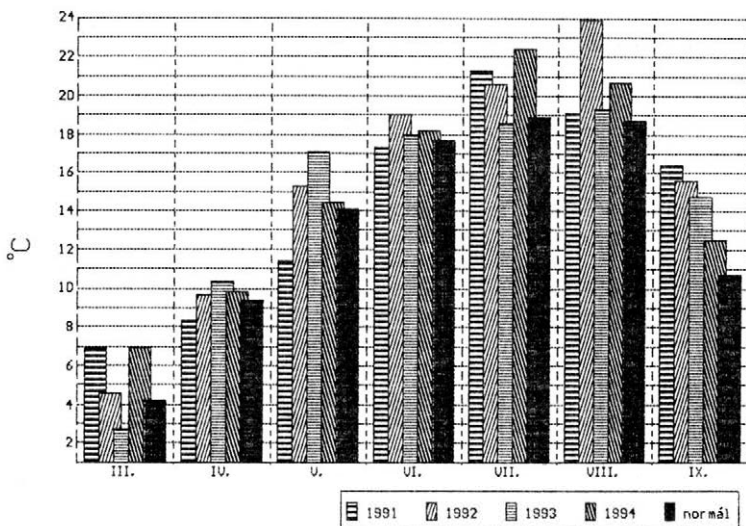
Priemerná ročná teplota stanovišťa bola 9,2 °C, priemerná suma zrážok za rok 625 mm, za vegetačné obdobie 352 mm. Pôda, na ktorej bol pokus realizovaný, je černoziemná na spraši, stredne ťažká až ťažšia, obsah humusu od 1,97 do 2,34 % so strednou zásobou fosforu, vysokou zásobou draslíka a slabou kyslou reakciou (pH od 5,7 do 5,9). Podrobnejší popis stanovišťa, pôdnych podmienok a variantov obrábania pôdy uvádza Kováč (1995). Zo sledovaných ukazovateľov v príspevku hodnotíme produkciu sušiny biomasy pri obilninách a hrachu, ďalej sušinu zrna a slamy, pri cukrovej repe sušinu koreňa a skrojkov, pri kukurici na siláž sušinu biomasy vrátane podsevu medziplodiny, resp. podsevu hlavnej plodiny lucerny.

VÝSLEDKY

Z hľadiska vlhových pomerov (rozdelenie, ako aj celkové zrážky) boli pokusné roky (s výnimkou roku 1994) pre produkciu biomasy menej priaznivé (obr. 1, 2). V prvom pokusnom roku za prvé štyri mesiace napršalo iba 56,7 mm (36 % dlhoročného priemeru). Druhý pokusný rok (i keď v celkových množstvách zrážok sa nevyrovnal dlhodobému priemeru) bol v porovnaní s rokom 1991 o niečo priaznivejší. Tretí rok bol z poveternostného hľadiska pre produkciu biomasy najmenej priaznivý. Nepriaznivo bola ovplyvnená produkcia biomasy hlavne hrachu sateho a jarného jačmeňa a poľná vzhádzavosť podsevom (komonica biela v kukurici vôbec nevzišla a lucerna siata mala veľmi nízku poľnú vzhádzavosť). Lucernu sme opakovane založili letným výsevom. V poslednom roku (1994) boli zrážkové pomery dobré, čo sa pozitívne odrazilo na produkcii biomasy pestovaných plodín. Pre silné zaburinenie kuku-



1. Priebeh zrážok (mm) – Course of rainfall (mm)



2. Priebeh teplôt (°C) – Course of temperature (°C)

rice na siláž s podsevom (v A1 lucerna a v A2 ďatelina biela) sme museli kukuricu v roku 1994 zberať predčasne, čo znížilo úrodu sušiny biomasy.

Priemerná produkcia sušiny nadzemnej biomasy v biologickom oševnom postupe (za všetky roky a varianty) bola $13,18 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. I). Analýzou variancie sme zistili, že produkciu biomasy signifikantne ovplyvnila pestovaná plodina (F), roky (E) a hnojenie (B), všetky faktory vysokopreukazne. Signifikantný vplyv sme zaznamenali pri interakciách $F \times E$, $C \times F \times E$ (vysokopreukazne) a $B \times C \times F \times E$ (preukazne).

Z hľadiska skúšaných variantov bola zaznamenaná tendencia vyššej produkcie biomasy pri šetriacom obrábaní pôdy (tab. II). Variabilita produkcie biomasy bola viac ovplyvnená hnojením a výživou, z toho pri

variante zapravenia slamy v porovnaní s kontrolou (B1) preukazne. Zapravenie slamy znížilo produkciu biomasy o $0,66 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ v porovnaní s kontrolou. Rozdiel medzi variantmi B1 a B2 bol $0,96 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (vysokopreukazný).

Produkcia sušiny v zrnovinárskom oševnom postupe v porovnaní s biologickým oševným postupom bola o $2,77 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ vyššia (vysokopreukazne). Z analýzy variancie vyplynulo, že produkciu biomasy ovplyvnila plodina, roky a hnojenie (vysokopreukazne). Zaznamenali sme i signifikantný vplyv interakcií $B \times F$, $B \times C \times F$ (preukazný), a $B \times E$, $B \times C \times E$, $F \times E$ a $B \times F \times E$ (vysokopreukazný). I v tomto oševnom postupe sa ukázala tendencia vyššej produkcie sušiny pri šetriacom obrábaní pôdy. Produkcia biomasy pri variantoch redukovaného hnojenia priemyselnými hnojivami a hnoje-

I. Priemerná produkcia sušiny biomasy v rokoch 1991 až 1994 (t.ha⁻¹) – Average dry biomass production in the years 1991 to 1994 (t.ha⁻¹)

	A1			A2			$\bar{x}$		
	t.ha ⁻¹	±	%	t.ha ⁻¹	±	%	t.ha ⁻¹	±	%
C1B1	13,04		100	10,20		100,00	11,62		100,00
C1B2	12,73	-0,31	97,6	10,56	+0,36	103,52	11,64	+0,02	100,17
C1B3	13,41	+0,37	102,82	10,33	+0,13	101,27	11,87	+0,25	102,15
C2B1	13,56	+0,52	103,98	9,98	-0,22	97,84	11,77	+0,15	101,29
C2B2	12,55	-0,49	96,26	10,55	+0,35	103,43	11,55	-0,07	99,39
C2B3	13,77	+0,73	105,59	10,75	+0,55	105,39	12,26	+0,64	105,50
$\bar{x}$	13,18			10,41			11,79		
E	A1	A2	±	$\bar{x}$					
1991	11,46	9,58	1,88	10,52					
1992	14,58	9,28	5,30	11,93					
1993	13,16 ⁺⁺	11,17 ⁺⁺	1,99	12,17					
1994	13,53 ⁺⁺	11,55 ⁺⁺	1,98	12,54					
$\bar{x}$	13,18	10,40 ⁺⁺	2,78	-					

II. Priemerná produkcia sušiny biomasy v rokoch 1991 až 1994 (t.ha⁻¹); skupinové priemery variantov – Average dry biomass production in the years 1991 to 1994 (t.ha⁻¹); group average of treatments

	A1			A2			$\bar{x}$		
	t.ha ⁻¹	±	%	t.ha ⁻¹	±	%	t.ha ⁻¹	±	%
C1	13,06		100	10,36		100,00	11,71		100,00
C2	13,29	+0,23	101,76	10,45	+0,09	100,86	11,86	+0,15	101,28
B1	13,30		100,00	10,13		100,00	11,69		100,00
B2	12,64	-0,66 ⁺	0,95	10,55 ⁺⁺	+0,42	104,14	11,59	-0,10	99,14
B3	13,59	+0,29	102,18	10,54 ⁺⁺	+0,41	104,04	12,06	-0,37	103,16
$\bar{x}$	13,17			10,41			11,78		
H.D.	A1	A2	$\bar{x}$						
B 0,05	0,58	0,34	0,34						
0,01	0,72	0,42	0,42						
C 0,05	0,40	0,23	0,23						
0,01	0,52	0,30	0,30						
E 0,05	0,74	0,43	0,42						
0,01	0,90	0,52	0,51						
F 0,05	0,58	0,34	0,34						
0,01	0,72	0,42	0,42						
C x F	1,00	-	0,58						
	1,19		0,68						
B x F	-	0,77	-						
		0,90							
B x A	-	-	0,58						
			0,68						
B x E	-	-	0,94						
			1,08						
C x F x E	2,57	-	-						
	2,88								
B x F x E	-	1,92	-						
		2,14							

nia slamou s doplnkom zeleného hnojenia medziplotinami bola prakticky rovnaká ako pri variante konvenčného hnojenia (maštalný hnoj + priemyselné hnojivá), ako uvádza tab. II.

Pri štatistickom hodnotení výsledkov za celý pokus sme zistili, že produkciu biomasy najviac ovplyvnil osevný postup, potom pestované plodiny, roky a hnojenie (vysokopreukazne) a interakcie C x F, B x E (preukazne) a F x A, F x E, B x A a E x A (vysokopreukazne). Podľa rokov (1991, 1992, 1993, 1994, 1991 až 1994) sme dosiahli v priemere 10,52; 11,93; 12,17; 12,54 a 11,79 t.ha⁻¹ sušiny. Z hľadiska výšky produkcie sušiny nadzemnej biomasy pri pestovaných plodinách sme najvyššiu produkciu dosiahli pri lucerne sietej (18,54 t.ha⁻¹), v druhom úžitkovom roku pri piatich kosbách (1994) až 21,94 t.ha⁻¹. Vcelku dobrú úrodu biomasy poskytla cukrová repa (14,66 t.ha⁻¹). Úroda kukurice na siláž varírovala podľa ročníkov a použitia medziplotiny. Najnižšia produkcia bola pri hrachu sietom (6,92 t.ha⁻¹). Podsev medziplotiny ďateliny bielej poskytol v priemere 0,69 t.ha⁻¹, podsev lucerny 1,76 t.ha⁻¹ sušiny biomasy.

DISKUSIA

Produkcia nadzemnej biomasy pestovaných plodín je závislá od produkčných schopností pestovaných druhov a odrôd, poveternostných podmienok v danom období, stanovišťa a od hospodárenia. Dosiahnuté výsledky ukazujú na pozitívny vplyv vhodnej skladby a striedania plodín, ako aj stanovišťa na produkciu biomasy. Zaradenie cukrovej repy a lucerny sietej v biologickom osevnom postupe pozitívne ovplyvnilo produkciu biomasy. Signifikantná interakcia obrábanie pôdy x plodina však súčasne ukazuje na závislosť produkcie biomasy od obrábania pôdy. Signifikantná interakcia hnojenie x plodina v zrnovinárskom osevnom postupe ukazuje na vyššiu závislosť obilnín od hnojenia a výživy. Hnojenie slamou doplnené zeleným hnojením medziplotinou a redukovaným hnojením priemyselnými hnojivami ukázalo na možnosti úspor vkladov a zvýšenia efektívnosti vstupov do výroby. Potvrdili sa výsledky niektorých autorov (Edwards, 1987; Jordan, 1992 a i.) o čiastočnej substitúcii energeticko-materiálových vkladov využitím nových biologických a technických poznatkov.

Optimalizácia rozhodujúcich produkčných faktorov (osevný postup, hnojenie a výživa, biologické zdroje dusíka), ako aj redukcia dusíkatých hnojív, resp. ich použitie na báze diagnostiky, aplikácia šetriaceho ob-

rábania pôdy a vhodná štruktúra výroby predstavujú významný podiel pri vedeckom riadení agroekosystémov. Takéto systémy v porovnaní so systémami intenzívnymi konvenčnými zabezpečujú zvýšenú ochranu životného prostredia, úsporu energeticko-materiálových vstupov a trvalo udržateľný rozvoj poľnohospodárskej výroby (Häni, 1989; El Titi, 1990 a i.).

LITERATÚRA

- EDWARDS, C. A.: The concept of integrated systems in lower input (sustainable agriculture). Amer. J. Agr. Sci., 1987 (4): 148–152.
- EL TITI, A.: Farming system research at Lautenbach, Germany. Schweiz. Landwirtsch. Forsch., 29, 1990 (4): 237–247.
- HÄNI, F.: Third way, a research project in ecologically orientated farming systems in Switzerland. WPRS Bull. IAFS, 12, 1989 (5): 51–66.
- JORDAN, V. L.: Opportunities and constraints for integrated farming systems. Proc. 2nd Congr. Europ. Soc. Agron. Warwick, 1992: 318–325.
- KOVÁČ, K.: Trvalo udržateľné poľnohospodárstvo. In: Integrované a ekologické systémy rastlinnej výroby. Piešťany, VÚRV 1994: 7–15.
- KOVÁČ, K.: Vplyv konvenčného a ochranného obrábania pôdy pri obmedzených vstupoch hnojív na produkciu biomasy ozimnej pšenice. Rostl. Výr., 41, 1995 (2): 49–54.
- KREJČÍŘ, J.: Produkce norfolkského osevného postupu a monokultúry jarného ječmene ve vztahu k hnojení a kultivaci půdy. Rostl. Výr., 38, 1992 (7): 531–535.
- MIŠTINA, T. – KOVÁČ, K. a kol.: Ochranné obrábanie pôdy. Piešťany, VÚRV 1933. 165 s.
- STRNAD, P. – VALEŠ, J.: Produkce chemizovaných a biologických agroekosystémů na degradované černozemi řepařské výrobní oblasti. [Závěrečná zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1986.
- ŠIMON, J.: Různé systémy zpracování půdy v rámci osevného postupu ve vztahu k výnosům obilnin a cukrovky. Rostl. Výr., 38, 1992 (7): 579–588.
- VEREIJKEN, P.: From integrated control to integrated farming, an experimental approach. Agric. Ecosyst. Envir., 26, 1989: 37–43.
- VIAUX, A. et al.: Planning of integrated farming systems experiments in France. WPRS Bull. IAFS, 12, 1989 (5): 16–20.
- VRKOČ, F.: K dynamice růstu a produktivity hlavních polních plodin. In: Sbor. ČVTS-SZ Produkce biomasy a tvorba výnosů polních plodin, Praha, 1977: 13–23.

Došlo 18. I. 1995

Kontaktná adresa:

Doc. ing. Karol Kováč, CSc., Výskumný ústav rastlinnej výroby, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, Slovenská republika, tel.: 0838/223 11, fax: 0830/263 06

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

VPLYV ODRÔD, SPÔSOBOV SEJBY A ROČNÍKA NA FORMOVANIE ÚRODY OZIMNEJ PŠENICE

THE EFFECT OF VARIETIES, WAYS OF SEEDING AND YEAR ON WINTER WHEAT YIELD FORMATION

M. Karabínová, M. Procházková

University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT: Results of two-year trials (1991 to 1993) conducted with five winter wheat varieties in which we investigated the effect of different ways of seeding (muldboard, band and disc) and weather conditions of the year on formation and reduction of tillers and final grain yield showed statistically insignificant effect of ways of seeding and statistically highly significant effect of varieties and conditions of the year on maximum number of tillers, number of productive tillers and resulting grain yield. Most significant positive increase of maximum number of set up tillers on an average for the experimental period and variety was due to disc seeding in which increase amounted to 1.29 tillers per plant, i.e. increase of 25.9% compared with the lowest number of set up tillers – in muldboard seeding. Regarding productive tillering, the band seeding seemed to be an optimum way of seeding in which increment was 0.40 tillers per plant, i.e. 18.7% (in which limitation of reduction in the number of tillers by 7.1% was recorded) compared with the lowest number of productive tillers. Investigated varieties gave maximum grain yields in band seeding with average yield of $6.72 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, differences in grain yields between different ways of seeding were insignificant (statistically insignificant). Livia was the variety with highest intensity of tillering in trials conducted (6.28 tillers per plant) but at the same time it had highest reduction of number of tillers (68.19%), in which maximum grain yield of $7.00 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ was recorded, what is higher by 9.7% compared with minimum grain yield ($6.38 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$).

winter wheat; varieties; way of seeding; year; yield

ABSTRAKT: Výsledky dvojročných (1991 až 1993) poľných pokusov s piatimi odrodami ozimnej pšenice, u ktorých sme sledovali vplyv rôznych spôsobov sejby (radličkovej, pásovej a kotúčovej) a poveternostných podmienok ročníka na tvorbu a redukciu odnoží a výslednú úrodu zrna, poukázali na štatisticky nepreukazný vplyv spôsobov sejby a štatisticky vysoko-preukazný vplyv odrôd a podmienok ročníka na maximálny počet odnoží, počet produktívnych odnoží a výslednú úrodu zrna. Sledované odrody vytvorili maximálne úrody zrna pri pásovom spôsobe sejby s priemernou úrodou $6,72 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, rozdiely v úrodách zrna medzi jednotlivými spôsobmi sejby boli nevýrazné (štatisticky nepreukazné). Ako odroda s najvyššou intenzitou odnožovania (6,28 odnoží na rastlinu) a zároveň s najvyššou redukciou počtu odnoží (68,19 %) sa v pokusoch prejavila Livia, pri ktorej sme zaznamenali maximálnu úrodu zrna $7,00 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, zvýšenú v porovnaní s minimálnou úrodou zrna ($6,38 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) o 9,7 %.

ozimná pšenica; odrody; spôsob sejby; ročník; úroda

ÚVOD

Formovanie úrody ozimnej pšenice závisí nielen od biologických zvláštností odrody, ale do značnej miery od podmienok zložitého komplexu prostredia.

Za významný prvok autoregulácie porastu obilnín, a tým i určitej eliminácie vplyvu nepriaznivých podmienok prostredia na úrodovotný proces, je pokladaná tvorba odnoží (Savickij, 1949; Vrkoč, 1973; Petr, Brychtová, 1985). Na výrazný vplyv počasie na tvorbu odnoží poukázali Vlach, Křen (1983), Balšán et al. (1983), Petr, Brychtová (1985) a ďalší. Podľa uvedených autorov je dôležité sledovanie faktorov, ktoré obmedzujú redukciu odnoží, ktorá pri ozimnej pšenici v našich podmienkach dosa-

huje hodnotu 80 %. Redukcia odnoží je rozdielna podľa odrôd a okrem vplyvu počasia sa na nej podieľa medzi-rastlinná a medzisteblová konkurencia, ktorá súvisí s optimálnym rozmiestnením rastlín na jednotke plochy tak, aby sa priestorom približovali ideálnemu štvorcu, kruhu alebo trojuholníku (Křen, 1985; Špaldon, 1991). Od techniky sejby obilnín sa v súčasnosti viac než predtým žiada, aby splnila uvedené požiadavky optimálneho rozmiestnenia rastlín na jednotke plochy, čo umožňuje najmä úzkoriadkovú alebo pásovú seju, na ktorej výhody poukazujú výsledky viacerých domácich i zahraničných autorov (Heege, 1982; Křen, 1985; Marko et al., 1992; Gromová et al., 1994).

Cieľom našej práce je posúdiť vplyv rôznych spôsobov sejby a poveternostných podmienok ročníka na

tvorbu a redukciu odnoží, resp. výslednú úrodu zrna u piatich odrôd ozimnej pšenice.

MATERIÁL A METÓDA

Problematika bola riešená v rokoch 1991 až 1993 na Katedre rastlinnej výroby VŠP v Nitre v rámci polyfaktoriálnych pokusov v kukuričnej výrobní oblasti, ktorá patrí do veľmi teplej agroklimatickej oblasti a veľmi suchej podoblasti (nadmorská výška 201 m, priemerná ročná teplota 9,6 °C). Poveternostnú charakteristiku pokusného obdobia uvádza tab. I.

Pokusná lokalita sa nachádza na stredne ťažkej hneдозemi so slabou kyslou pôdnou reakciou, strednou zásobou fosforu a dobrou zásobou draslíka. Do pokusu boli zaradené odrody Barbara, Blava, Livia, Torysa a Vlada a tri spôsoby sejby (radličková, pásová a kotúčová). Šírka riadkov pri použitých výsevných pátkách bola 90 mm.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Z hľadiska úrodnotvorného procesu a výslednej úrody zrna je dôležitou zložkou sledovanie tvorby a redukcie odnoží vo vzťahu k vybraným agrotechnickým opatreniam, v našich pokusoch vo vzťahu k rôznym spôsobom sejby.

Z analýzy výsledkov vplyvu rôznych spôsobov sejby (radličkovej, pásovej a kotúčovej) vyplývajú významné rozdiely v maximálnom počte založených odnoží, keď pri všetkých odrodách v oboch sledovaných ročníkoch sme zaznamenali vyšší počet odnoží vplyvom pásového a kotúčového spôsobu sejby s tým, že poradie vplyvu podľa odrôd a ročníkov sa menilo. V ročníku 1991/1992 (tab. II) založili odrody Barbara a Vlada maximálny počet odnoží pri pásovom spôsobe sejby, prírastok v porovnaní s najnižším počtom odnoží pri uvedenom spôsobe sejby činil 43,19 %, resp. 4,69 %. Odrody Blava, Livia a Torysa založili maximálne počty odnoží v uvedenom ročníku pri kotúčovom spôsobe sejby s tým, že zvýšenie počtu odnoží bolo v rozpätí od 25,6 % (Torysa) do 70,69 % (Livia).

V ročníku 1992/1993 (tab. III) reagovala na pásový spôsob z hľadiska maximálneho odnožovania najväčším zvýšením počtu odnoží odroda Barbara a Torysa (prírastok odnoží bol 19,55 %, resp. 27,40 %) a ostatné odrody zaznamenali v období maximálnej tvorby odnoží najväčšie zvýšenie počtu odnoží pri kotúčovom spôsobe sejby, v rozpätí od 7,76 % (Vlada) do 40,4 % (Blava). Podobná tendencia vplyvu jednotlivých spôsobov sejby v rámci sledovaného biologického materiálu bola zistená i v priemere za dva pokusné ročníky (tab. IV). Pre konečnú úrodu však nie je rozhodujúci dosiahnutý maximálny počet založených odnoží na rastline, ale stupeň ich redukcie na konečný stav, teda počet produktívnych odnoží pred zberom (Petr, Brychtová, 1985). V ročníku 1991/1992 sme najnižšiu re-

dukciu odnoží (v rozpätí od 30,93 % do 45,35 %) pri všetkých odrodách (okrem odrody Vlada) zaznamenali pri radličkovom spôsobe sejby a v ročníku 1992/1993 reagovali na radličkový spôsob sejby najnižšou redukciami počtu odnoží odrody Blava (40,23 %) a Livia (73,32 %), pri ostatných odrodách sme najnižšiu redukciu zaznamenali pri pásovom spôsobe sejby, čo je výsledkom kompenzačných vzťahov v poraste a poveternostných podmienok v jednotlivých ročníkoch (Vrkoč, 1973; Vlach, Křen, 1983). S uvedeným zistením súvisí i počet produktívnych odnoží pred zberom, pri ktorom sme zaznamenali menej výrazné rozdiely (štatisticky nepreukazné) vplyvom sledovaných spôsobov sejby a rozdielnu reakciu v rámci sledovaných odrôd i ročníkov (tab. II, III).

V prvom sledovanom ročníku (1991/1992) reagovali sledované odrody zvýšeným počtom produktívnych odnoží na pásový, resp. kotúčový spôsob sejby, ale s rôznou tendenciou podľa odrôd. Pri odrodách Barbara a Blava sme maximálny počet produktívnych odnoží zistili pri pásovom spôsobe sejby a pri odrodách Livia a Vlada pri kotúčovom spôsobe sejby, odroda Torysa mala maximálny počet produktívnych odnoží pri radličkovom spôsobe sejby.

V druhom sledovanom ročníku (1992/1993) bol najvyšší počet produktívnych odnoží pri všetkých odrodách zistený pri pásovom spôsobe sejby (tab. III).

Z priemerných výsledkov za pokusné obdobie (tab. IV) je taktiež zrejmy pozitívny vplyv pásovej sejby na produktívne odnožovanie takmer pri všetkých odrodách; prírastok počtu produktívnych odnoží v porovnaní s najnižším počtom odnoží bol v rozpätí od 17,2 % (Barbara) do 42,21 % (Vlada) okrem odrody Blava, ktorá vytvorila najvyšší počet produktívnych odnoží pri radličkovej sejbe.

Z výsledkov sme stanovili podiel počtu produktívnych odnoží na úrode zrna (tab. II, III), z ktorých vyplýva, že sa úroda zrna vo všetkých prípadoch vytvárala odnožovými klasmami s tým, že najväčší podiel počtu produktívnych odnoží na úrode zrna sme zaznamenali pri pásovej sejbe, a to v rozpätí podľa odrôd od 67,01 % (Barbara) do 73,2 % (Vlada).

Rozdiely v dosiahnutých úrodách zrna vplyvom spôsobov sejby boli štatisticky nepreukazné, maximálne úrody v ročníku 1991/1992 poskytli takmer všetky odrody pri pásovom spôsobe sejby, prírastok úrod v porovnaní s najnižšou úrodou bol v rozpätí od 3,78 % (Livia) do 5,83 % (Torysa), okrem odrody Vlada, ktorá vytvorila maximálnu úrodu pri radličkovej sejbe. V ročníku 1992/1993 reagovali na radličkovú sejbu pozitívne odrody Livia a Vlada s prírastkom úrody 9,09 %, resp. 1,62 %, odrody Torysa a Blava vytvorili maximálne úrody pri kotúčovej sejbe a Barbara pri pásovej sejbe.

Z hodnotenia reaktívnosti odrôd (bez ohľadu na spôsob sejby) v sledovaných ročníkoch i v priemere za pokusné obdobie vyplýva, že maximálny počet odnoží založila odroda Livia (6,28 odnoží na rastlinu) a ako odroda s najnižším počtom založených odnoží sa pre-

I. Poveternostná charakteristika pokusného obdobia – Weather characteristics of experimental period

Mesiac ¹	Normál ² 1951–1980		1991–1992		1992–1993	
	teplota ³ (°C)	zrážky ⁴ (mm)	teplota (°C)	zrážky (mm)	teplota (°C)	zrážky (mm)
10.	10,1	41	9,0	15,0	9,0	60,0
11.	4,9	54	5,2	110,9	4,3	29,2
12.	0,5	43	-1,9	49,8	-0,4	82,2
1.	1,7	31	0,1	11,1	-1,2	25,0
2.	0,5	32	2,9	9,9	-3,0	13,8
3.	4,7	33	5,0	49,2	3,5	11,0
4.	10,1	43	10,9	31,6	10,8	17,8
5.	14,8	55	16,2	19,9	18,2	19,4
6.	18,3	70	19,5	43,9	18,5	72,9
7.	19,7	64	21,2	60,5	19,0	75,8
8.	19,2	58	24,5	1,4	20,0	44,4
9.	15,4	37	15,8	40,0	15,2	34,5
Rok ⁵	9,7	561	10,7	443,2	9,5	486,1

¹ month, ² normal, ³ temperature, ⁴ precipitation, ⁵ year

II. Tvorba a redukcia odnoží ozimnej pšenice v závislosti od spôsobov sejby (1991 až 1992) – Formation and reduction of winter wheat tillers in dependence on ways of seeding (1991 to 1992)

Odroda ¹	Spôsob sejb ²	Maximálny počet založených odnoží na rastlinu ³	Počet odnoží pred zberom ⁴		Redukcia počtu produktívnych odnoží k maximálnemu počtu založených odnoží ⁷ (%)	Podiel počtu produktívnych odnoží na úrode zrna ⁸ (%)	Úroda zrna ⁹ (t.ha ⁻¹)
			celkový ⁵	produktívne ⁶			
Barbara	I	2,91	2,26	2,01	30,93	66,71	7,88
	II	4,17	2,99	1,82	56,35	64,52	7,89
	III	3,88	3,44	2,07	46,29	67,29	7,57
	$\bar{x}$	3,65	2,90	1,97	44,64	66,17	7,78
Blava	I	3,92	4,48	2,23	43,11	69,00	7,72
	II	4,33	5,08	2,21	48,96	70,06	8,11
	III	4,63	2,28	2,27	50,97	69,39	8,01
	$\bar{x}$	4,29	3,95	2,24	47,68	69,48	7,95
Livia	I	3,72	4,04	2,07	44,35	67,36	7,93
	II	4,34	4,74	2,15	50,46	68,11	8,23
	III	6,35	2,66	1,98	68,82	67,40	8,16
	$\bar{x}$	4,80	3,81	2,07	54,54	67,62	8,11
Torysa	I	3,16	2,77	2,16	31,65	68,35	7,20
	II	3,82	2,48	1,97	48,43	66,37	7,62
	III	3,97	4,73	2,09	47,36	67,59	7,49
	$\bar{x}$	3,65	3,33	2,07	42,48	67,44	7,44
Vlada	I	4,00	4,11	2,30	42,50	69,58	7,69
	II	4,02	2,54	2,44	39,30	71,09	7,60
	III	3,84	2,38	2,30	40,10	69,68	7,65
	$\bar{x}$	3,95	3,01	2,35	40,63	70,12	7,65

Vysvětlivky k tab. II až IV – Explanations to Tabs II to IV:

I – radličkový – muldboard

II – pásový – band

III – kotúčový – disc

¹ variety, ² way of seeding, ³ maximum number of set up tillers per plant, ⁴ number of tillers before harvesting, ⁵ total, ⁶ productive, ⁷ reduction of number of productive tillers to maximum number of set up tillers, ⁸ percentage of number of productive tillers in grain yield, ⁹ grain yield

III. Tvorba a redukcia odnoží ozimnej pšenice v závislosti od spôsobov sejby (1992 až 1993) – Formation and reduction of winter wheat tillers in dependence on ways of seeding (1992 to 1993)

Odroda ¹	Spôsob sejby ²	Maximálny počet založených odnoží na rastlinu ³	Počet odnoží pred zberom ⁴		Redukcia počtu produktívnych odnoží k maximálnemu počtu založených odnoží (%)	Podiel počtu produktívnych odnoží na úrode zrna ⁸ (%)	Úroda zrna ⁹ (t.ha ⁻¹)
			celkový ⁵	produktívne ⁶			
Barbara	I	4,45	2,76	1,46	67,19	59,37	5,94
	II	5,32	3,42	2,27	57,33	69,50	5,96
	III	4,38	3,04	1,39	68,26	58,11	5,94
	$\bar{x}$	4,72	3,07	1,71	64,26	62,33	5,95
Blava	I	5,32	4,27	3,18	40,23	76,12	4,86
	II	6,45	4,09	2,42	62,48	70,80	4,98
	III	7,47	4,93	2,23	70,15	69,10	5,23
	$\bar{x}$	6,41	4,43	2,61	57,62	72,01	5,02
Livia	I	6,28	2,40	1,72	72,61	63,18	6,12
	II	7,57	2,85	2,02	73,32	66,91	5,91
	III	9,40	2,90	1,64	82,55	62,18	5,61
	$\bar{x}$	7,75	2,72	1,79	76,16	64,09	5,88
Torysa	I	4,78	3,85	1,49	68,83	59,93	5,28
	II	6,09	3,94	2,27	62,73	69,39	5,28
	III	5,59	4,06	1,53	72,63	60,52	5,39
	$\bar{x}$	5,49	3,95	1,76	68,06	63,28	5,32
Vlada	I	5,02	3,08	1,80	64,14	64,25	5,65
	II	4,59	3,50	3,23	29,63	76,36	5,61
	III	5,41	3,22	1,69	68,76	62,83	5,56
	$\bar{x}$	5,01	3,27	2,27	54,18	67,81	5,61

For 1–9 see Tab. II

IV. Tvorba a redukcia odnoží ozimnej pšenice v závislosti od spôsobov sejby (priemer za roky 1991 až 1993) – Formation and reduction of winter wheat tillers in dependence on ways of seeding (average for the years 1991 to 1993)

Odroda ¹	Spôsob sejby ²	Maximálny počet založených odnoží na rastlinu ³	Počet odnoží pred zberom ⁴		Redukcia počtu produktívnych odnoží k maximálnemu počtu založených odnoží (%)	Podiel počtu produktívnych odnoží na úrode zrna ⁸ (%)	Úroda zrna ⁹ (t.ha ⁻¹)
			celkový ⁵	produktívne ⁶			
Barbara	I	3,68	2,51	1,74	52,72	63,14	6,91
	II	4,74	3,21	2,04	56,96	67,01	6,93
	III	4,13	3,24	1,73	58,11	62,70	6,76
	$\bar{x}$	4,18	2,99	1,84	55,93	64,28	6,87
Blava	I	4,62	4,38	2,71	41,34	72,56	6,29
	II	5,39	4,59	2,31	57,14	70,43	6,54
	III	6,05	3,61	2,25	62,81	69,24	6,62
	$\bar{x}$	5,35	4,19	2,42	53,76	70,74	6,49
Livia	I	5,00	3,22	1,89	62,20	65,27	7,03
	II	5,96	3,80	2,08	65,10	67,51	7,07
	III	7,88	2,78	1,81	77,03	64,79	6,89
	$\bar{x}$	6,28	3,27	1,93	68,11	65,86	7,00
Torysa	I	3,97	3,31	1,83	53,90	64,14	6,24
	II	4,96	3,21	2,12	57,26	67,88	6,45
	III	4,78	4,40	1,81	62,14	64,05	6,44
	$\bar{x}$	4,57	3,64	1,92	57,77	65,36	6,38
Vlada	I	4,51	3,60	2,05	54,55	66,91	6,67
	II	4,31	3,02	2,83	34,34	73,72	6,61
	III	4,63	2,80	1,99	57,02	66,25	6,61
	$\bar{x}$	4,48	3,14	2,29	48,64	68,96	6,63

For 1–9 see Tab. II

Rok ¹	Spôsob sejby ²	Maximálny počet založených odnoží na rastlinu ³	Počet odnoží pred zberom ⁴		Redukcia počtu produktívnych odnoží k maximálnemu počtu založených odnoží ⁷ (%)	Podiel počtu produktívnych odnoží na úrode zrna ⁸ (%)	Úroda zrna ⁹ (t.ha ⁻¹)
			celkový ⁵	produktívne ⁶			
1992	I	3,54	3,53	2,15	38,51	68,20	7,68
	II	4,14	3,57	2,12	48,70	68,03	7,89
	III	4,53	3,10	2,14	50,78	68,27	7,78
	$\bar{x}$	4,07	3,40	2,14	45,99	68,17	7,78
1993	I	5,17	3,27	1,93	62,60	64,57	5,57
	II	6,00	3,56	2,44	57,10	70,59	5,55
	III	6,45	3,63	1,70	72,47	62,55	5,55
	$\bar{x}$	5,87	3,49	2,02	64,06	65,90	5,56

¹year, for 2–9 see Tab. II

VI. Analýza variancie tvorby odnoží a úrody zrna ozimnej pšenice za roky 1991 až 1993 – Analysis of variance of tiller formation and winter wheat grain yield for the years 1991 to 1993

Ročník ¹	Zdroj premenlivosti ²	Preukaznosť rozdielov ⁶		
		maximálny počet založených odnoží na rastlinu ⁷	podiel produktívnych odnoží na rastlinu ⁸	úroda zrna ⁹ (t.ha ⁻¹)
1991–1992	odroda ³	++	++	++
	spôsob sejby ⁴	–	+	–
	odroda x spôsob sejby	+	+	–
1992–1993	odroda	++	++	++
	spôsob sejby	+	–	–
	odroda x spôsob sejby	+	–	+
1991–1993	odroda	++	++	++
	spôsob sejby	–	–	–
	roky ⁵	++	++	++
	odroda x spôsob sejby	+	–	–
	spôsob sejby x roky	+	++	–
	odroda x roky	++	++	++

¹year, ²source of variability, ³variety, ⁴way of seeding, ⁵years, ⁶significance of differences, ⁷maximum number of set up tillers per plant, ⁸percentage of productive tillers per plant, ⁹grain yield

javila Barbara (4,18 odnoží na rastlinu). Najvyšší počet produktívnych odnoží pred zberom vytvorili odrody Blava (2,42 odnoží na rastlinu) a Vlada (2,29 odnoží na rastlinu), pri ktorých sme zaznamenali i najnižšiu redukciu počtu odnoží 53,76, resp. 50,69 %. Ako odroda s nízkou intenzitou odnožovania i s najnižším počtom produktívnych odnoží v daných pestovateľských podmienkach sa prejavila Barbara (1,84 odnoží na rastlinu), pri ktorej sme zaznamenali maximálnu úrodu zrna 6,87 t.ha⁻¹. Tvorba a redukcia odnoží i úroda zrna bola okrem uvedených faktorov ovplyvnená i poveternostnými podmienkami ročníka (tab. V). Celkove bol z hľadiska počtu produktívnych odnoží a redukcie počtu odnoží i výslednej úrody priaznivejší ročník 1991/1992 (tab. III), nakoľko boli v tomto ročníku v kritickom období pre tvorbu a redukciu odnoží priaznivejšie vlhkostné podmienky (marec – úhrn zrážok

49,2 mm, apríl – úhrn zrážok 31,6 mm), zatiaľ čo v ročníku 1992/1993 sme v kritickom období pre tvorbu a redukciu odnoží zaznamenali nedostatok vlhky (marec, apríl – veľmi suchý), čo sa prejavilo v nižšom počte produktívnych odnoží (o 7,21 %), vo výrazne vyššej redukcii počtu odnoží (o 39,26 %) a v nižšej úrode zrna (o 28,54 %).

LITERATÚRA

BALŠAN, J. a kol.: Ročníkový priebeh úrod a analýza potenciálnych rezerv pri hlavných poľnohospodárskych plodinách. [Záverečná správa.] Piešťany, VÚRV 1983. 51 s.
GROMOVÁ, Z. a kol.: Optimálna technológia pestovania poľných plodín s ohľadom na kvalitu produkcie a čistotu prostredia. [Záverečná správa.] Nitra, VŠP AF 1994.

HEEGE, H. J.: Säverfahren für Getreide. Kali-Briefe, 1982 (2): 13–25.

KARABÍNOVÁ, M.: Vplyv poveternostných podmienok ročníka a hnojenia na tvorbu odnoží ozimnej pšenice. Acta fytotechn. (Nitra), 18, 1991: 29–37.

KŘEN, J.: Možnosti hodnocení vývoje struktury porostů drobnozrnných obilnin. Rostl. Výr., 31, 1985 (10): 1045–1054.

MARKO, F. a kol.: Agrotechnické opatrenia pri pestovaní ozimnej pšenice. Met. Zavád. Výsl. Výzk. Praxe, 1992 (11): 1–27.

PETR, J. – BRYCHTOVÁ, H.: Vliv počasí na tvorbu výnosů obilnin In: Sbor. Konf. Plzeň, DT 1985: 47–53.

SAVICKIJ, M. S.: Biologické a agrotechnické faktory vysokých sklizní u obilnin. Brno, VŠZ 1949.

ŠPALDON, E.: Agrobiologická racionalizácia pestovania obilnín. In: Zbor. Predn. Nitra, VŠP 1991: 1–9.

VLACH, M. – KŘEN, J.: Vyrovnanost produktivních odnoží. Úroda, 1983 (2): 56–57.

VRKOČ, F.: Autoregulace a kompenzace hustoty porostů polních plodin. Rostl. Výr., 19, 1973 (9): 963–973.

Došlo 18. 1. 1995

Kontaktná adresa:

Doc. ing. Mária Karabínová, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 087/60 11 11, fax: 087/41 14 51

REAKCE ODRŮD OZIMÉ PŠENICE NA APLIKACI CHLORTOLURONU

DIFFERENT RESPONSES OF WINTER WHEAT CULTIVARS TO CHLORTOLURON

M. Váňová, T. Spitzer

Agricultural Research Institute, Kroměříž, Czech Republic

ABSTRACT: Effects of three formulations of the chlortoluron active ingredient and several combined products also containing this agent on the growth and development of winter wheat were studied in small-plot field experiments. Effects on a number of tillers and dry matter production per unit area and grain yield in sets of eight and nine winter wheat varieties were investigated in 1991/1992, 1992/1993 and 1993/1994. The results obtained in 1991/1992 showed that pre-emergent and post-emergent application of herbicides which contained chlortoluron as one of effective agents to the Hana variety caused reduction of plant weight in all cases studied. Significant reduction was recorded after the pre-emergent application of Syntop, Assert + chlortoluron and a combination of Dicuran 80 WP + Aminex. In 1992/1993, the pre-emergent autumn application of Pendiron and post-emergent spring one of three formulations of chlortoluron were investigated in a set of nine winter wheat varieties. Pendiron showed phytotoxicity expressed in considerable growth hindering. A number of tillers was lower in all varieties when compared to a check variety, and significantly lower in Vega and Torsya varieties in which grain yield was also significantly reduced. Significant yield reduction was determined in Livia too. At three chlortoluron formulations in spring post-emergent application significant yield loss was assessed in Vega and Torsya. In 1993/1994, responses of nine winter wheat varieties to the post-emergent autumn application with chlortoluron contained in three commercial products were studied. The varieties Vega, Bruta and Sida showed significant reduction of a tiller number after all of the products applied. Dry matter yield per unit area was reduced in all varieties studied, and significantly reduced in Vega, Bruta and Sida after all products. In the varieties Asta, Siria, Danita and Simona – after the products which are marked with asterisks (Fig. 4). Grain yield was significantly lower in Vega. Based on statistical evaluation, the application of chlortoluron can be considered as a measure which could cause the reduction of production ability, including yield loss in sensitive varieties. That can be increased in fields which do not enable higher compensation of a lower tiller number and biomass dry matter at early growth and developmental stages. Despite high yield potential, the varieties Vega, Bruta, Torsya and Sida were sensitive.

wheat cultivars; chlortoluron; injury; symptoms

ABSTRAKT: V maloparcelkových polních pokusech byl sledován vliv tří formulací účinné látky chlortoluron a několika kombinovaných přípravků, které rovněž obsahují chlortoluron, na růst a vývoj ozimé pšenice. Byl sledován vliv na počet odnoží a produkci sušiny z jednotky plochy a výnos zrna v souboru osmi a devíti odrůd ozimé pšenice v letech 1992/1993 a 1993/1994. Na základě statistického hodnocení lze označit použití chlortoluronu v ozimé pšenici za opatření, které může u citlivých odrůd způsobit snížení produkční schopnosti včetně poklesu výnosu zrna. Výnosová deprese může být prohloubena na pozemcích neumožňujících vyšší kompenzaci sníženého počtu odnoží a sušiny biomasy v raných fázích růstu a vývoje. Citlivými odrůdami i při vysokém výnosovém potenciálu byla Vega, Bruta, Torsya a Sida.

ozimá pšenice; chlortoluron; odrůdová citlivost; fytotoxicita

ÚVOD

Chlortoluron je herbicidně vysoce účinná látka, povolena k použití proti chundelce metlici a některým dvouděložným plevelům v ozimé pšenici a ozimém ječmeni. Při použití v dávce 1 600 g úč. l./ha by měla být zaručena dostatečná selektivita mezi plevelem a ozimou pšenicí. Přesto však je často pozorováno u nás i v zahraničí (Rola, Nowick, 1989; Kees, Lutz, 1992) poškození některých odrůd ozimé pšeni-

ce, což vede k doporučení o omezeném použití u některých odrůd.

Na základě potřeby objasnit pozorované projevy fytotoxicity byly založeny polní pokusy na sledování růstu a vývoje vybraných odrůd ozimé pšenice při odlišných dobách aplikace chlortoluronu ve třech obchodních přípravcích. Chlortoluron je často používán i v kombinaci s jinými herbicidně účinnými látkami, a proto bylo studium zaměřeno i na některé kombinace. Informace o rozdílné reakci odrůd na herbicidy

jsou známy z minulých let ve vztahu k účinné látce difenzoquat (Pallet, 1984) a metoxuron (Kees, 1985), ze současné doby k účinné látce chlorsulfuron (Dastgheib et al., 1993) a mají značný praktický význam. Problémem zůstává, jak fytotoxicitu hodnotit, neboť bývá v konečné podobě (tj. výnosu) ovlivněna řadou kompenzačních faktorů, které jsou silně zvláště u ozimých obilnin. Proto se důsledky projevují nepravidelně a v rozdílné intenzitě.

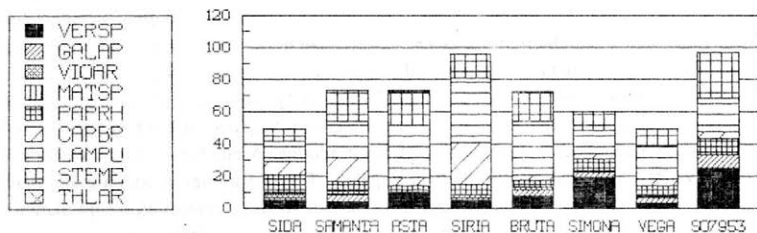
MATERIÁL A METODA

Fytotoxicita a odrůdová citlivost byla sledována v polních maloparcelkových pokusech v Kroměříži, v letech 1991/1992, 1992/1993 a 1993/1994. Charak-

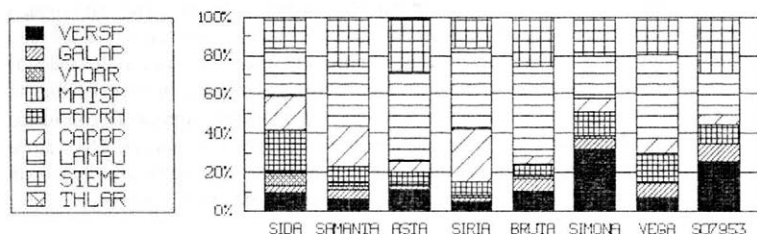
teristiku pokusného místa, danou teplotou, srážkami a půdními podmínkami, uvádějí V áň o v á et al. (1995).

Pokusy byly založeny po předplodině vojtěšce, aby bylo zabezpečeno co nejmenší přirozené zaplevelení pokusů. Druhové a početní zastoupení plevelů je uvedeno na obr. 1 a 2. Celková dávka dusíku byla $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Termín ošetření je uveden na obr. 3 a 4. Použité herbicidy, jejich účinná látka a dávka na 1 ha jsou uvedeny v tab. 1.

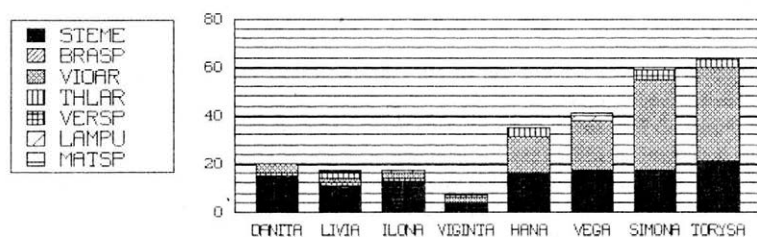
V pokusech byly sledovány: vizuální projevy fytotoxicity, hmotnost rostlin ve fázi 25 až 29 DS, počet odnoží ve fázi 25 až 29 DS, produkce sušiny z jednotky plochy ve fázi 25 až 29 DS, počet klasů a výnos zrna. Výsledky byly statisticky hodnoceny metodou analýzy variance.



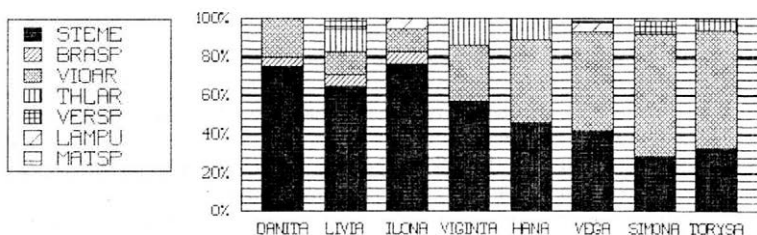
1a. Výskyt plevelů v jednotlivých odrůdách v pokusu v sezoně 1993/1994 (předplodina vojtěška) – Incidence of weeds in different varieties in the experiment conducted in the season 1993/1994 (forecrop lucerne)



1b. Procentuální zastoupení plevelů v plevelné populaci – Percentage of weeds in weed population



2a. Výskyt plevelů v jednotlivých odrůdách v pokusu v sezoně 1992/1993 (předplodina vojtěška) – Incidence of weeds in different varieties in the experiment conducted in the season 1992/1993 (forecrop lucerne)

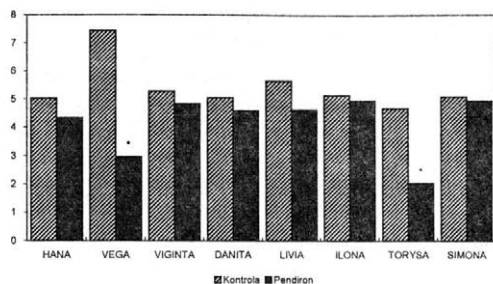


2b. Procentuální zastoupení plevelů v plevelné populaci – Percentage of weeds in weed population

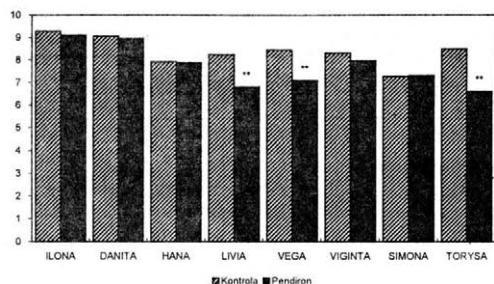
Vysvětlivky k obr. 1 a 2 – Explanations to Figs 1 and 2:
VERSP – *Veronica* sp.
GALAP – *Galium aparine*

VIOAR – *Viola arvensis*
MATSP – *Matricaria* sp.
PAPRH – *Papaver rhoeas*
CAPBP – *Capsela bursa pastoris*

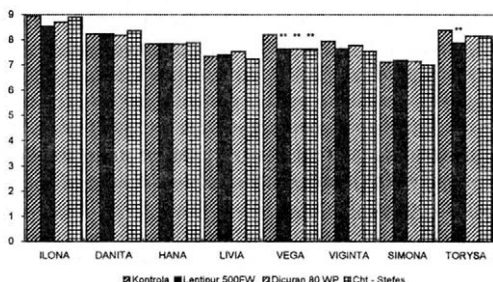
LAMPU – *Lamium purpureum*
STEME – *Stellaria media*
THLAR – *Thlaspi arvense*
BRASP – *Brasica* sp.



3a. Vliv Pendironu (5 l.ha^{-1}) v preemergentní aplikaci (2. 11. 1992) u ozimé pšenice po předplodině vojtěšce na počet odnoží – The effect of Pendiron (5 l.ha^{-1}) in pre-emergent application (November 2, 1992) in winter wheat after lucerne forecrop on number of tillers



3b. Vliv Pendironu (5 l.ha^{-1}) v preemergentní aplikaci (2. 11. 1992) u ozimé pšenice po předplodině vojtěšce na výnos zrna – The effect of Pendiron (5 l.ha^{-1}) in pre-emergent application (November 2, 1992) in winter wheat after lucerne forecrop on grain yield



4. Vliv přípravků na bázi chlortoluronu (1.5 kg účinné látky na 1 ha) na výnos zrna u ozimé pšenice při postemergentní aplikaci (5. 4. 1993) – The effect of preparations on the basis of chlortoluron (1.5 kg of active ingredient per 1 ha) on winter wheat grain yield in post-emergent application (April 5, 1993)

VÝSLEDKY

V tab. II jsou uvedeny výsledky z roku 1991/1992, kdy byl sledován nárůst hmotnosti biomasy ozimé pšenice odrůdy Hana po preemergentním a postemergentním použití herbicidů, kde jednou z účinných látek byl chlortoluron.

Ve srovnání s nešetřenou kontrolou došlo k poklesu hmotnosti rostlin ve všech sledovaných případech. Statisticky průkazné snížení bylo po preemergentní

* statisticky průkazné – statistically significant

aplikaci Syntopu, Assertu s chlortoluronem a kombinací Dicuranu 80 WP s Aminexem.

Na obr. 3 a 4 jsou uvedeny výsledky z roku 1992/1993, kdy byl sledován soubor devíti odrůd ozimé pšenice po preemergentní aplikaci Pendironu a postemergentní jarní aplikaci tří formulací chlortoluronu.

U Pendironu byla pozorována fytotoxicita v podobě výrazného zbrzdění růstu. Počet odnoží ve srovnání s kontrolou byl nižší u všech odrůd a statisticky průkazné snížení bylo zaznamenáno u odrůd Vega a Torysa, u nichž byl následně průkazně snížen i výnos zrna. Průkazné snížení výnosu bylo i u odrůdy Livia.

Dále byl hodnocen vliv tří formulací chlortoluronu při jarní postemergentní aplikaci. Výnos zrna byl průkazně snížen u odrůd Vega a Torysa.

V roce 1993/1994 byla sledována reakce devíti odrůd ozimé pšenice na postemergentní podzimní aplikaci chlortoluronu ve formulaci tří obchodních přípravků. Bylo zjištěno, že u odrůd Vega, Bruta a Sida byl průkazně snížen počet odnoží po všech použitých přípravcích. Produkce sušiny z jednotky plochy byla snížena u všech sledovaných odrůd, průkazně pak u odrůd Vega, Bruta a Sida po všech přípravcích, u odrůd Asta, Sirie, Danita a Simona po těch, které jsou na obr. 5 označeny hvězdičkou. Výnos zrna byl statisticky průkazně snížen u odrůdy Vega.

I. Použité herbicidy, obsah účinné látky a dávka na 1 ha – Herbicides applied, content of active ingredient and rate per 1 ha

Přípravek ¹	Účinná látka ²	Obsah účinné látky ³	Dávka na 1 ha ⁴
Pendiron	pendimethalin + chlortoluron	$200 \text{ g/l} + 300 \text{ g/l}$	5 l
Dicuran 80 WP	chlortoluron	$80 \text{ \%}/\text{kg}$	1.5 kg
Lentipur 500 SC	chlortoluron	500 g/l	3 l
Chlortoluron-Stefes	chlortoluron	500 g/l	3 l
Syntop	chlortoluron + triasulfuron	$79.5 \text{ \%} + 0.75 \text{ \%}/\text{kg}$	1.5 kg
Supersyncuran	chlortoluron + chloresulfuron	$75 \text{ \%} + 0.75 \text{ \%}/\text{kg}$	1.5 kg
Aminex Pur	MCPA	$28 \text{ \%}/\text{l}$	2 l
Assert + chlortoluron	imazamethabenz + chlortoluron	$83 \text{ g/l} + 400 \text{ g/l}$	3 l

¹preparation, ²active ingredient, ³content of active ingredient, ⁴rate per 1 ha

Přípravek ¹	Datum aplikace ²	Dávka na 1 ha ³	Průměrná hmotnost čerstvé biomasy 1 rostliny ⁴	
			g	% ke kontrole ⁵
Syntop	26. 9.	1,5 kg	1,16	74,3*
Supersyncuran	26. 9.	1,5 kg	1,53	98,0
Assert (chlortoluron)	13. 10.	3 l	0,72	43,2*
Dicuran 80 WP + Aminex	13. 10.	1,2 kg + 2 l	0,96	61,5*

* statisticky průkazné – statistically significant

¹preparation, ²date of application, ³rate per 1 ha, ⁴average weight of fresh biomass of 1 plant, ⁵% to control

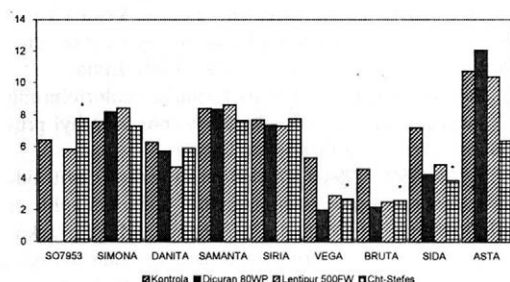
Výskyt plevelů byl v obou letech v průměru kolem 50 ks.m⁻², což je nad hranici považovanou za kritický práh škodlivosti při výnosu nad 6 t.ha⁻¹.

DISKUSE

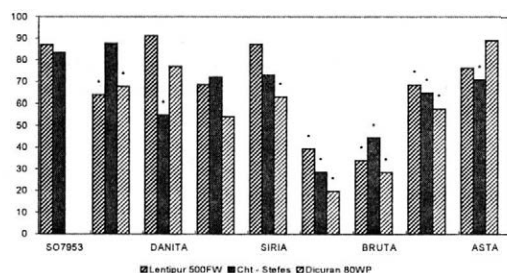
Aplikace pesticidů je důležitou součástí pěstebních technologií a je od ní očekáváno zvýšení výnosu (Hubbard, 1985). Toto zvýšení by mělo být vyšší než procento snížení škodlivosti příslušného patogenu nebo plevele (Wilson, 1986).

Pesticidy jsou před zavedením pečlivě zkoušeny na účinnost a z menší části na fytotoxicitu a ty, které nevyhovují, jsou vyřazeny, čímž by měl být uživatel ubezpečen o tom, že používaný přípravek nezpůsobí výnosovou ztrátu. Přesto však mnohdy k požadovaným kladným výsledkům použití pesticidů nevede, což může být způsobeno řadou příčin. Jednou z nich může být i fytotoxicita, která se projevuje jen za určitých okolností, při určitých technologiích pěstování nebo při neodborném použití přípravku (Tottman et al., 1988).

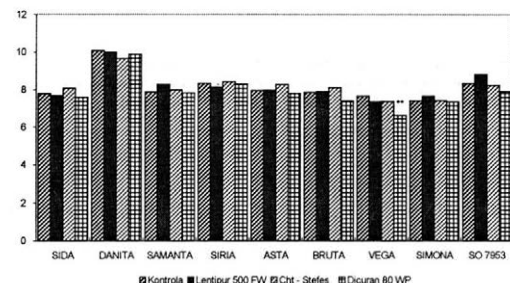
V našich pokusech bylo prokázáno, že po aplikaci chlortoluronu v dávce 1,5 kg.ha⁻¹ se projevíly fytoto-



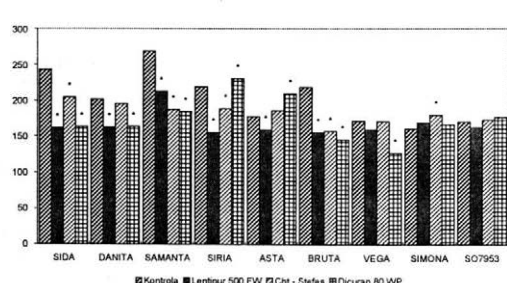
5a. Vliv chlortoluronu (1,5 kg účinné látky na 1 ha) při postemergentní aplikaci na podzim (26. 10. 1993) na počet odnoží ve srovnání s kontrolou; odběr 16. 3. 1994 – The effect of chlortoluron (1.5 kg of active ingredient per 1 ha) in post-emergent autumn application (October 26, 1993) on number of tillers compared with the control; sampling on March 16, 1994



5b. Vliv chlortoluronu (1,5 kg účinné látky na 1 ha) při postemergentní aplikaci na podzim (26. 10. 1993) na sušinu z jednotky plochy (K = 100 %); hodnocení 16. 3. 1994 – The effect of chlortoluron (1.5 kg pf active ingredient per 1 ha) in post-emergent autumn application (October 26, 1993) on dry matter per area unit (K = 100%); assessment on March 16, 1994



5c. Vliv chlortoluronu (1,5 kg účinné látky na 1 ha) při postemergentní aplikaci na podzim (26. 10. 1993) na výnos zrna – The effect of chlortoluron (1.5 kg of active ingredient per 1 ha) in post-emergent autumn application (October 26, 1993) on grain yield



5d. Vliv chlortoluronu (1,5 kg účinné látky na 1 ha) při postemergentní aplikaci na podzim (26. 10. 1993) na počet klasů – The effect of chlortoluron (1.5 kg of active ingredient per 1 ha) in post-emergent autumn application (October 26, 1993) on number of spikes

xické účinky na základní výnosotvorné prvky, jako je počet odnoží, produkce sušiny, počet klasů i výnos zrna.

Z podrobného rozboru řešení je patrné, že poškození má částečně skrytý charakter a že je pěstitel nedokáže sám zjistit. Nejmarkantnější poškození bylo patrné po skončení zimy, což může být zaměněno s poškozením mrazem, chorobami apod., pak už se výchozí situace zlepšovala až do poloviny sloupkávání.

Zjistili jsme stejně jako Royuela et al. (1990), že fytotoxický efekt chlortoluronu byl méně evidentní v pozdějších fázích růstu než v období odnožování ozimé pšenice, což je přičítáno vyšší koncentraci herbicidně účinné látky v rostlině v raných fázích růstu. Obilniny mají silné kompenzační schopnosti a mohou překonat časné poškození v průměrně příznivých podmínkách. V pokusech bylo ovlivněno u citlivých odrůd především odnožování (počet odnoží byl snížen), hmotnost sušiny z jednotky plochy a počet klasů, výnos pak už jen u malého počtu odrůd. Někteří autoři (Bowran et al., 1984; Tanaka, Anderson, 1985; Royuela et al., 1990) uvádějí i snížený počet zrn v klase.

Fytotoxicita zjištěná po aplikaci chlortoluronu vedla v řadě západoevropských zemích, především ve Francii (Anonym 1992, 1994) a v SRN (Kees, Lutz, 1992), k diferenciaci použití hlavně ve vztahu k pěstovaným odrůdám.

Rozdíly v citlivosti odrůd u různých přípravků včetně chlortoluronu jsou připisovány především snížené selektivitě, která je daná způsobem a rychlostí metabolisme herbicidně účinných látek v rostlině (Niemann, Pestemer, 1984; Müller, 1986). Tolerantní odrůdy odbourávají účinnou látku rychle, zatímco jiné toho nejsou schopny, a proto jsou poškozovány. Odbourávání je řízeno enzymaticky, přičemž za rozhodující je považována aktivita monoxygenázy (Kees, Lutz, 1992). Vysoká citlivost spočívá v tom, že v rostlině zůstává účinná látka v původní formě dlouhou dobu. Má se za to, že významnou roli hrají i jiné specifické enzymy.

Na obnovu z počátečního poškození mají značný vliv podmínky vnějšího prostředí, a proto by byl žádoucí další výzkum v tomto směru. Jde především o faktory, jako je teplota půdy, úroveň duskatého hnojení, průběh zimy po podzimní aplikaci nebo naopak stav porostů po zimě pro jarní ošetření. Studie tohoto typu jsou důležité, neboť chlortoluron je účinná látka, která má už více než 20 let svůj tržní význam, takže zahrnutí citlivých odrůd je oprávněné. Mnohé odrůdy mohou mít mnohem kratší tržní prezentaci, ale vzhledem k tomu, že z genetických studií vyplývá dědičnost citlivosti k chlortoluronu (Kees, Lutz, 1992), nelze vyloučit zvýšenou citlivost i u nových odrůd.

LITERATURA

- ANONYM: Les variétés de Céréales. Pers. Agric., 1992 (May): 98–135.
- ANONYM: Variétés de Céréales. Pers. Agric., 1992 (Juli): 53–66.
- BOWRAN, D. G. – BLACKLOW, W. M. – BOYD, W. J. R.: Genetic and environmental factors affected the responses of wheat cultivars to chlorsulfuron. Proc. 7th Austral. Weeds Conf. Perth, Australia, Weed Soc. NSW, 1984. 269 s.
- DASTGHEIB, F. – FIELD, R. J. – NAMJOU, S.: The mechanism of differential response of wheat cultivars to chlorsulfuron. Weed Res., 33, 1993: 299–308.
- HUBBARD, K. R.: Cereal prospects for 1985 and after technical implications cereal production. Asp. Appl. Biol., 9, 1985: 1–8.
- KEES, H.: Zur sortenspezifischen Herbizidempfindlichkeit des Sommerweizens. Gesunde Pfl., 85, 1985 (3): 119–122.
- KEES, H. – LUTZ, A.: Sortenspezifischen Herbizidempfindlichkeit bei Kulturpflanzen unter besonderer Berücksichtigung der Chlortoluron – Anwendung in Winterweizen – eine Bilanz zwanzigjähriger Untersuchungen. Gesunde Pfl., 44, 1992 (11): 382–387.
- MÜLLER, F.: Phytopharmakologie, Verhalten und Wirkungsweise von Pflanzenschutzmitteln. Verlag Eugen Ulmer, 1986.
- NIEMANN, P. – PESTEMER, R.: Resistenz verschiedener Herkünfte von Ackerfuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides*) gegen Herbizidbehandlung. Nachr.-Bl. Dtsch. Pfl.-Schutzdienst., 36, 1984: 113–118.
- PALLET, K. E.: Response of three winter wheat cultivars to difenozquat. Weed Res., 24, 1984: 163–172.
- ROLA, J. – NOWICK, R.: The reaction of winter wheat varieties to herbicides. Proc. Brighton Crop Prot. Conf. Weeds, 1, 1989: 389–392.
- ROYUELA, M. – MUNOZ-RUEDA, A. – GONZALEZ-MURUA, C.: Performance and soil persistence of chlorsulfuron when used for wheat production in Spain. Weed Sci., 38, 1990: 546–552.
- TANAKA, D. L. – ANDERSON, R. L.: Chlorsulfuron herbicide mixture effect on nutrient uptake by durum wheat. Res. Progr. Rep. USA, West. Soc. Weed Sci., 1985: 354–355.
- TOTTMAN, D. R. – STEER, P. M. – MARTIN, T. D.: The tolerance of cereals to several foliage – applied broad-leaved weed herbicides at different growth stages. Asp. Appl. Biol., 18, 1988: 145–156.
- VÁŇOVÁ, M. – SPITZER, T. – KLEM, K.: Regulace výskytu dvouděložných plevelů v jarním ječmeni. Rostl. Výr., 41, 1995 (2): 83–89.
- WILSON, B. J.: Yield responses of winter cereals to the control of broad-leaved weeds. Proc. Conf. EWRC, 1986: 75–82.

Došlo 19. 5. 1995

Kontaktní adresa:

Ing. Marie Váňová, CSc., Zemědělský výzkumný ústav, s. r. o., Havlíčkova 2787, 767 41 Kroměříž, Česká republika, tel.: 0634/42 61 30, fax: 0634/227 25

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

POROVNÁNÍ HMOTNOSTI NADZEMNÍCH ČÁSTÍ A KOŘENŮ STARÝCH A SOUČASNÝCH ODRŮD OZIMÝCH OBILNIN

THE COMPARISON OF SHOOT AND ROOT PRODUCTION IN OLD AND NEW CULTIVARS OF WINTER CEREALS

J. Haberle, P. Svoboda, L. Bláha

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

ABSTRACT: The root and shoot mass of twelve winter wheat cultivars, one of rye and one of triticale cultivars were compared in the three-year outside pot trial. The year of selection of wheat genotypes ranged from the start of the 20th century to the temporary varieties (the year of selection in brackets): rye – Rapid (1993) and triticale – Dagro (1985); new wheat cultivars – Viginta (1984), Vlada (1990), Hana (1985), Blava (1992), Pagode (1987), Charkovskaja 90 (1991); older and local cultivars – Bučianska červenoklasá (1940), Slovenská 200 (1942), Bělá od Dukovan (the start of 20th century), Slovenská intenzivná (1949), Kaštická osinatka (1951), Chlumecká 12 (1907). Plants were grown on two levels of nitrogen fertilization: high rate = 1.7 g N per pot (N2) a low rate = 0.28 g N per pot (N1), divided and applied in eight substrates from tillering to heading. Both treatments had two (1992) or three (1993, 1994) replications. Plants were harvested at the end of anthesis. The results showed significant intervarietal differences in shoot, root and total dry mass and root/shoot ratio of wheat (Fig. 1). The maximum differences in shoot and root mass between wheat varieties were on an average of three years 32% and 39% (treatment N2), resp., and 37% and 59% (N1), resp. When averaged according to origin, the group of older and local varieties showed higher shoot production by 13.3% (N2) and 15.6% (N1), lower root mass by 8.7% (N2) and 1.3% (N1) and lower root/shoot ratio than the group of new varieties (Tab. I, Fig. 2). Intra-variety variability of wheat cultivars, expressed as coefficient of variability, was 8.9% (N2) and 12.3% (N1) in shoot mass, and 16.7% (N2) and 16.1% (N1) in root mass (Tab. II). A good relation of shoot and total plant mass of respective wheat cultivars was observed when compared data from pairs of experimental years. The relation of root production and values of root/shoot ratio among years were in poor correlation in the pairs of years. Increasing the dose of nitrogen fertilization from 0.28 g N per pot to 1.7 g N per pot resulted in the enhancement of both shoot and root growth of winter cereals. The ratio of plant weight under high and low nitrogen fertilization (N2/N1) were in wheats on average in the range of 1.61 to 2.03 (shoots), 1.38 to 2.08 (roots) and 1.62 to 2.03 (total plant biomass) (Fig. 3). Modern wheat cultivars showed higher values of the ratio N2/N1 for shoots and roots than older and local ones (Fig. 4). The results obtained are discussed in the context of the project carried out at Research Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně, aimed at screening of cereal cultivars with efficient utilization of lower nutrient supply in soil environment.

wheat; cultivars; shoot; root; nitrogen

ABSTRAKT: V tříletém nádobovém pokusu byla porovnána produkce sušiny nadzemních částí a kořenů 12 odrůd ozimých pšenic, vyšlechtěných v různých obdobích 20. století, jedné odrůdy žita a tritikale. Rostliny byly pěstovány na dvou úrovních hnojení dusíkem: 0,28 g N na nádobu (N1) a 1,7 g N na nádobu (N2). Byly zjištěny průkazné odrůdové rozdíly v produkci nadzemních částí, kořenů, celkové biomasy rostlin a v hodnotě poměru hmoty kořenů ke hmotě nadzemních částí (R/S). Skupina starších odrůd vykazovala v průměru vyšší produkci nadzemních částí o 13,3 % (N2) a 15,6 % (N1), nižší hmotnost kořenů o 8,7 % (N2) a 1,3 % (N1) a nižší poměr R/S než skupina současných odrůd. Odrůdová variabilita ozimých pšenic, vyjádřená jako koeficient variability, činila u hmotnosti nadzemních částí v průměru let 8,9 % (N2) a 12,3 % (N1), u kořenů 16,7 % (N2) a 16,1 % (N1). Na zvýšení dávky dusíku z 0,28 g na nádobu na 1,7 g na nádobu reagovaly odrůdy v různé míře, zvýšením nadzemní i kořenové hmoty rostlin. Výrazněji reagovala na zvýšení dávky dusíku skupina současných odrůd pšenice.

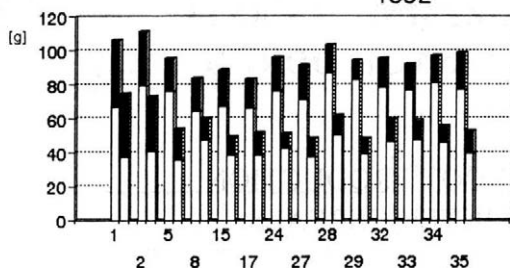
pšenice; odrůdy; nadzemní části; kořeny; dusík

ÚVOD

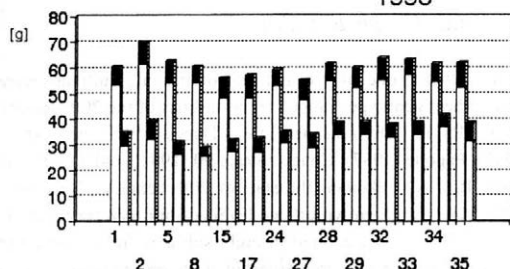
Bylo prokázáno, že mezi odrůdami obilnin existují rozdíly v příjmu živin a v jejich využití pro růst a hos-

podářský výnos (Clark, 1983 aj.). Souvislost mezi různými dědičně založenými znaky nadzemních částí a kořenů a rozdílnou schopností odrůd efektivně využít zásobu živin v půdě však není zatím plně objasněna.

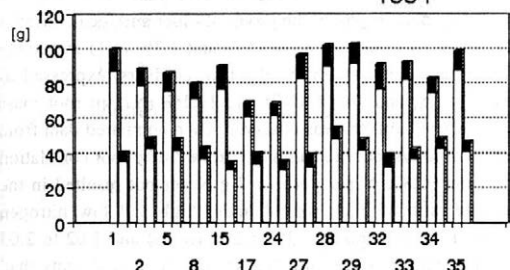
1992



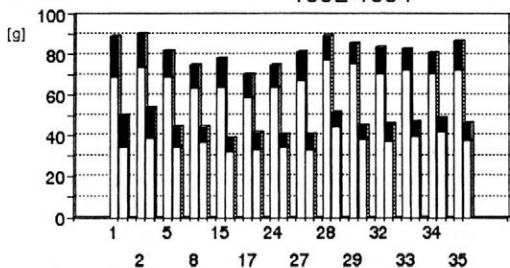
1993



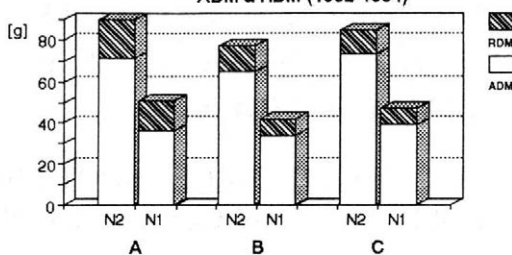
1994



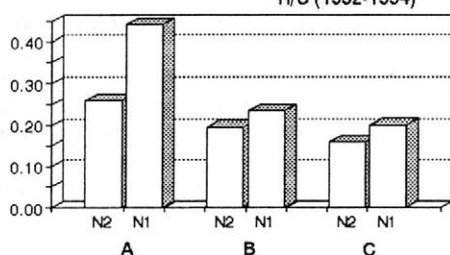
1992-1994



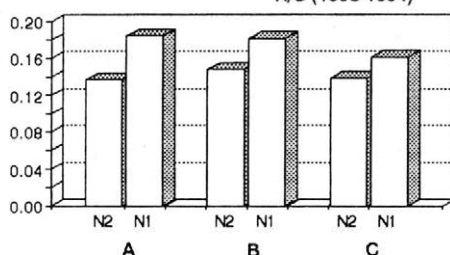
ADM a RDM (1992-1994)



R/S (1992-1994)



R/S (1993-1994)



2. Porovnání průměrných hodnot nadzemní (ADM) a kořenové (RDM) hmoty a poměru R/S skupiny A (žito a tritikale), B (současné odrůdy pšenice), C (starší odrůdy pšenice); průměr let 1992 až 1994 (ADM, RDM, R/S) a průměr let 1993 až 1994 (pouze R/S) – The comparison of average values of shoot (ADM) and root mass (RDM) and ratio R/S of group A (rye and triticale), B (new wheat varieties), C (old varieties); average of the years 1992 to 1994 (ADM, RDM, R/S) and average of the years 1993 to 1994 (only R/S)

1. Produkce nadzemních částí (ADM) a kořenů (RDM) odrůd ozimých obilnin při vysoké dávce (N2 – první sloupec) a nízké dávce (N1 – druhý sloupec) dusku; hodnoty minimálního průkazného rozdílu ($P < 0.05$) v pořadí ADM – N2, RDM – N2, ADM – N1 a RDM – N1 v g na nádobu: 11,2 – 7,3 – 5,3 – 2,7 (1992); 8,4 – 2,8 – 0,8 – 0,75 (1993); 9,9 – 6,52 – 3,2 – 1,57 (1994); označení odrůd: Rapid (1), Dagro (2), Viginta (5), Charkovskaja 90 (8), Vlada (15), Hana (17), Blava (24), Pagode (27), Bučianska červenoklasá (28), Slovenská 200 (29), Bílá od Dukovan (32), Slovenská intenzivna (33), Kaštická osinatka (34), Chlumecká 12 (35) – Production of shoots (ADM) and roots (RDM) of winter wheat cereals at high nitrogen rate (N2 – first column) and low nitrogen rate (N1 – second column); values of minimum significant difference ($P < 0.05$) in the sequence: ADM – N2, RDM – N2, ADM – N1 and RDM – N1 in g per pot: 11.2 – 7.3 – 5.3 – 2.7 (1992); 8.4 – 2.8 – 0.8 – 0.75 (1993); 9.9 – 6.52 – 3.2 – 1.57 (1994); marking of varieties: Rapid (1), Dagro (2), Viginta (5), Charkovskaja 90 (8), Vlada (15), Hana (17), Blava (24), Pagode (27), Bučianska červenoklasá (28), Slovenská 200 (29), Bílá od Dukovan (32), Slovenská intenzivna (33), Kaštická osinatka (34), Chlumecká 12 (35)

I. Porovnání hodnot sušiny nadzemní (ADM), kořenové (RDM), celkové (TDM) hmoty rostlin a poměru R/S skupiny A (žito a tritikale), B (současných), C (starých) odrůd ozimé pšenice; N2 – vysoká dávka N, N1 – nízká dávka N – The comparison of the values of dry matter of shoot (ADM), root (RDM), total (TDM) mass of plants and ratio R/S of group A (rye and tritikale), B (new wheat varieties), C (old wheat varieties); N2 – high N rate, N1 – low N rate

			A	B	C	C/B
			(g)	(g)	(g)	(%)
1992	ADM	N2	72,9	71,1	81,1	114,1
		N1	38,9	39,9	43,6	109,3
	RDM	N2	36,1	20,1	15,6	77,6
		N1	35,2	12,6	11,6	92,1
	TDM	N2	109,0	91,2	96,7	106,0
		N1	74,1	52,5	55,2	105,1
	R/S	N2	50,3	28,3	19,2	67,8
		N1	90,7	31,6	26,6	84,2
1993	ADM	N2	57,5	51,0	54,5	106,9
		N1	30,9	27,7	33,9	122,4
	RDM	N2	8,0	7,6	7,6	100,0
		N1	6,5	4,9	5,4	110,2
	TDM	N2	65,5	58,6	62,1	106,0
		N1	37,4	32,6	39,3	120,6
	R/S	N2	13,9	14,9	13,9	93,3
		N1	20,8	17,7	15,9	89,8
1994	ADM	N2	83,5	71,9	84,2	117,1
		N1	39,0	34,3	40,4	117,8
	RDM	N2	11,4	10,5	11,6	110,5
		N1	6,3	6,4	6,6	103,1
	TDM	N2	94,7	82,4	95,8	116,3
		N1	45,3	40,7	47,0	115,5
	R/S	N2	13,5	14,6	13,8	94,5
		N1	16,0	18,7	16,3	87,2

Z ekonomických i ekologických důvodů se prosazuje požadavek výběru odrůd vhodných i pro podmínky sníženého obsahu živin v půdě (Graham, 1988; Bláha, Haberle, 1990; Clark, Duncan, 1991). Pozornost se zaměřuje mimo jiné na znaky kořenového systému, protože s poklesem obsahu přístupných živin v půdě se zvyšuje jejich význam pro maximální využití půdní zásoby (např. Römer et al., 1988). Předpokládá se, že existují geneticky založené znaky, které indikují vysokou efektivnost příjmu a využití živin a které lze využít ve šlechtění.

Cílem práce bylo zjistit meziodrůdové rozdíly v tvorbě nadzemních částí a kořenů na dvou úrovních hnojení dusíkem.

MATERIÁL A METODA

Rostliny byly pěstovány v nádobách naplněných 13 kg směsí (1 : 1) písku a zeminy z pokusného pozemku VÚRV Praha-Ruzyně (hnědozem, pH = 6,5, P = 33, K = 140, Ca = 1 634, Mg = 110 mg/1 000 g zeminy). Předklíčená semena byla vyseta na podzim v roce 1992 a 1993. Nádoby byly přes zimní období umístěny v nevytápěném skleníku. V roce 1994 bylo jarovizováno,

naklíčené osivo vyseto do nádob začátkem března. Ve všech letech byly nádoby v průběhu dubna přemístěny mimo skleník. Bylo vyséváno 40 semen, po vzejití byl počet upraven na 15 rostlin na nádobu.

Rostliny byly od odnožování do počátku metání přihnojovány v intervalech 5 až 10 dní 200 mg NH_4NO_3 (varianta N2) a 40 mg NH_4NO_3 (varianta N1) na nádobu. Na počátku jarní vegetace byla u varianty N2 aplikována startovní dávka 2 l úplného živného roztoku s mikroelementy na nádobu. Celková dávka hnojení dusíkem 0,28 g (N1) a 1,7 g (N2) na nádobu byla zvolena tak, aby se produkce nadzemní hmoty na variantě N1 pohybovala okolo 50 až 60 % produkce varianty N2. Rostliny byly podle potřeby zavlažovány na plnou vodní kapacitu převážně deionizovanou vodou.

Rostliny byly sklizeny ve fázi konec kvetení. Jednotlivé odrůdy byly sklizeny v rozmezí 10 dnů s ohledem na odlišnou rychlost vývoje. Kořeny rostlin byly vyplaveny na sadě sít a dočištěny v laboratoři. Údaje o hmotnosti nadzemních částí a kořenů představují průměr ze dvou nebo tří opakování a jsou vždy vyjádřeny v sušině (75 °C). V roce 1992 bylo ve třech případech (Charkovskaja 90 – N2, Bučianska červenoklasá – N1 a Chlumecká 12 – N2) k dispozici pouze po jedné nádobě.

			AVG	STD	CV
			(g)	(g)	(%)
1992	ADM	N2	75,2	6,7	8,9
		N1	42,3	4,7	11,0
	RDM	N2	18,4	2,8	15,4
		N1	12,1	2,4	20,2
	TDM	N2	93,6	5,7	6,1
		N1	54,8	5,4	9,9
	R/S	N2	24,8	5,2	21,1
		N1	29,2	8,1	27,8
1993	ADM	N2	52,8	3,0	5,6
		N1	30,8	3,6	11,6
	RDM	N2	7,6	1,1	14,6
		N1	5,2	0,8	15,7
	TDM	N2	60,4	2,7	4,4
		N1	36,0	3,7	10,4
	R/S	N2	14,5	2,6	17,8
		N1	17,0	3,0	17,7
1994	ADM	N2	78,0	9,5	12,2
		N1	37,4	5,4	14,4
	RDM	N2	11,1	2,2	20,2
		N1	6,5	0,8	12,4
	TDM	N2	89,1	11,1	12,5
		N1	43,8	5,7	12,9
	R/S	N2	14,2	2,3	16,0
		N1	17,6	3,0	17,1

Byly pěstovány tyto odrůdy ozimých obilnin (v zá-
vorce rok vyšlechtění): současné odrůdy pšenice: Vi-
ginta (1984), Vlada (1990), Hana (1985), Blava (1992),
Pagode (1987), Charkovskaja 90 (1991); starší a krajo-
vé odrůdy pšenice: Bučianska červenoklasá (1940),
Slovenská 200 (1942), Bílá od Dukovan (začátek 20.
století), Slovenská intenzívna (1949), Kaštická osinatka
(1951), Chlumecká 12 (1907); žito: Rapid (1989); tri-
tikale: Dagro (1985).

VÝSLEDKY

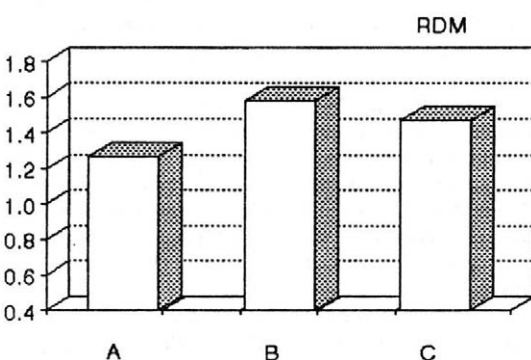
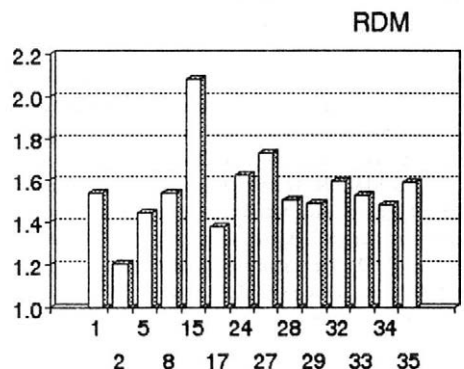
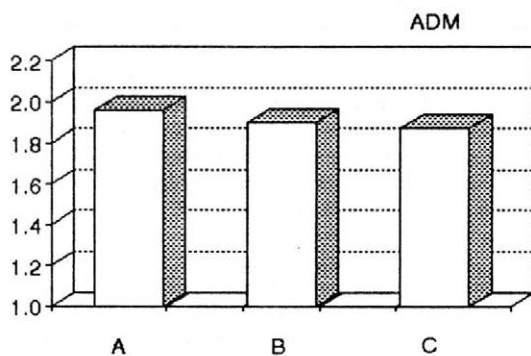
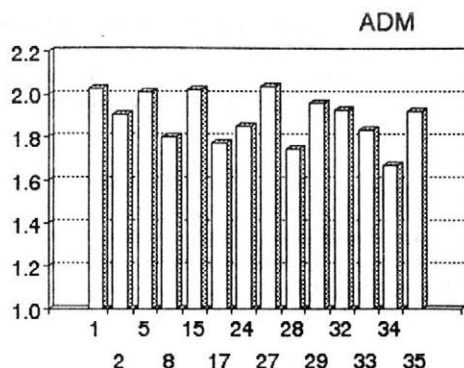
V jednotlivých letech pokusu 1992, 1993 a 1994 se
sušina nadzemních částí (ADM) rostlin ozimé pšenice
hnojených vyšší dávkou (N2) pohybovala v rozmezí
64–87 g, 47,5–57,1 g a 61,5–92,2 g na nádobu, u va-
rianty hnojené nízkou dávkou N (N1) v rozmezí 35,5–
47,4 g, 25,4–36,9 g a 30,3–42,6 g na nádobu (obr. 1).

Hmotnost sušiny kořenů (RDM) na nádobu činila
u odrůd pšenice v letech pokusu na variantě N2 15,8–
21,8 g, 6,1–8,7 g a 5,3–7,8 g, na variantě N1 9,0–
18,5 g, 4,0–7,5 g a 5,3–7,8 g (obr. 1). Meziodrůdové
rozdíly v hmotnosti rostlin ozimé pšenice dosáhly
v průměru let u nadzemních částí až 32 % (N2) a 37 %
(N1), u kořenů až 39 % (N2) a 59 % (N1). Celková
hmotnost rostlin na nádobu se u odrůd pšenice pohy-

bovala v průměru let v rozmezí 70,1–89,4 g (N2)
a 39,0–56,5 g (N1) (obr. 1). Poměr hmotnosti kořenů
ku hmotnosti nadzemních částí (R/S) odrůd pšenice či-
nil 0,14–0,23 (N2) a 0,17–0,29 (N1).

Skupina starších a krajových odrůd vykazovala ve
všech letech pokusu vyšší produkci ADM, v průměru
let o 13,3 % (N2) a 15,6 % (N1), vyšší produkci cel-
kové hmoty a nižší hodnotu poměru R/S než skupina
současných odrůd. RDM byla u starších odrůd nižší
v roce 1992 a vyšší v roce 1993 a 1994 (tab. I a obr. 2).
Žito a tritikale měly při vysoké dávce dusku (N2) vyšší
ADM i RDM, než činila průměrná hodnota odrůd pše-
nic. U varianty N1 to platilo jen pro kořeny, produkce
nadzemních částí byla blízká průměrným hodnotám
pšenice (tab. I a obr. 2).

Odrůdová variabilita sledovaných znaků souboru
ozimých pšenic byla vyšší u kořenů než u nadzemní
hmoty a při nižší dávce hnojení (tab. II). Analýza roz-
ptylu prokázala ve všech letech pokusu statisticky prů-
kazný ($P < 0,05$) vliv genotypu na produkci nadzemní
hmoty a kořenů u souboru pšenic; neprůkazný vliv byl
pouze v roce 1993 u nadzemní hmoty (varianta N2).
Korelační analýza vztahu produkce hmoty odrůd mezi
jednotlivými lety (tabulkově neuváděno) ukázala do-
brou shodu u ADM a celkové biomasy, nižší u RDM
a poměru R/S.



3. Reakce odrůd ozimých obilnin na rozdílnou dávku dusíku; průměr let 1992 až 1994 – Response of winter cereal varieties to different nitrogen rate; average of the years 1992 to 1994

4. Reakce skupiny A (žito a triticele), B (současné odrůdy pšenice), C (starší odrůdy pšenice) na rozdílnou dávku dusíku; průměr let 1992 až 1994 – Response of group A (rye and triticales), B (current wheat varieties), C (old wheat varieties) to different nitrogen rate; average of the years 1992 to 1994

osa y: poměr hmotnosti nadzemních částí nebo kořenů na variantě hnojené vysokou dávkou dusíku ke hmotnosti při nízké dávce dusíku ($N1/N2$) – y axis: ratio of weight of shoots or roots in the treatment fertilized by high nitrogen rate to the weight at low nitrogen rate ($N1/N2$)

Zvýšení produkce nadzemních částí při vysoké dávce dusíku $N2$ oproti variantě $N1$ u odrůd pšenice v pořadí let 1992, 1993 a 1994 představovalo 35–114 %, 49–113 % a 76–156 %; v průměru let 67–103 %. Hmotnost kořenů se v jednotlivých letech zvýšila o 9–123 %, 27–72 % a 26–93 %; v průměru let o 38–108 % (obr. 3). Žito a triticele vykazovaly zvýšení ADM o 78–148 % a RDM o 0–128 %. Skupina současných odrůd pšenice reagovala na zvýšení dávky dusíku relativně větším zvýšením tvorby nadzemní hmoty a kořenů než skupina starších a krajových odrůd (obr. 4).

DISKUSE

V tříletém nádobovém pokusu byla porovnána produkce sušiny nadzemních částí a kořenů 12 odrůd ozimých pšenic, vyšlechtěných v různých obdobích 20. století, jedné současné odrůdy žito a triticele.

Zjistili jsme průkazné rozdíly v tvorbě nadzemních částí a kořenů mezi odrůdami ozimé pšenice. Vzhledem k dobré korelaci hmotnosti kořenů s dalšími zna-

ky, jako je délka kořenů aj. (Sharma, Lafever, 1992; Mian et al., 1993), lze předpokládat, že u sledovaných ozimých pšenic existují značné rozdíly i v těchto znacích. Odrůdové rozdíly v hmotnosti kořenů a v dalších znacích kořenového systému pšenic pozorovala řada autorů. Více literárních údajů na větších souborech odrůd existuje z pokusů v kontrolovaných podmínkách na mladých rostlinách. V těchto pokusech byly zaznamenány meziodrůdové rozdíly ve znacích kořenů 100 % i více (Mian et al., 1993), zatímco v nádobových a polních pokusech jsou pozorované rozdíly daleko menší (např. Siddique et al., 1990). V našem pokusu činil největší rozdíl mezi dvěma odrůdami 37 % (ADM) a 59 % (RDM). Porovnání se zahraničními výsledky u konkrétních odrůd nelze provést vzhledem k odlišnosti studovaných odrůd. U nás dosud nebyla míra meziodrůdové variability v hmotnosti kořenů a poměru hmoty kořenů k nadzemním částem u širšího souboru ozimých pšenic zjišťována.

Větší kořenový systém u skupiny starších odrůd pšenice, který jsme zaznamenali ve dvou ze tří let po-

kusu, je ve shodě s některými výsledky z literatury (Siddique et al., 1990 aj.), ale existují i práce prokazující větší nebo obdobný kořenový systém u moderních odrůd (Feil, Geisler, 1988). Haberle (1993) zaznamenal v tříletém polním pokusu větší hmotnost kořenů v orniční vrstvě u moderní odrůdy Vala ve srovnání se starou odrůdou Chlumecká 12, zatímco v našich nádobových pokusech měla odrůda Chlumecká 12 vyšší hmotnost kořenů než současné odrůdy. Produkce nadzemní hmoty starších odrůd byla v prezentovaném pokusu většinou vyšší ve srovnání se současnými odrůdami. Tuto tendenci pozorovali též Feil, Geisler (1989), Siddique et al. (1990), Haberle (1993) aj.

Za důležitý ukazatel efektivity rozdělování látek v rostlině je považován poměr hmotnosti kořenů a nadzemních částí. I u tohoto znaku jsme zjistili průkazné odrůdové rozdíly. Shodně s výsledky, ke kterým dospěli Mc Caig, Morgan (1993), se v našich pokusech projevila tendence k nižšímu poměru kořenů a nadzemních částí u odrůd s delším stéblem (starší odrůdy) ve srovnání s odrůdami krátkostébelnými (současné odrůdy). Vyšší hodnota R/S také podle některých autorů indikuje lepší odolnost genotypu k nedostatku vody a dalším půdním stresům (Haberle, Bláha, 1990).

Výsledky pokusu ukazují na rozdílnou reakci nadzemních částí i kořenů jednotlivých odrůd ozimé pšenice na nízkou a vysokou zásobu dusíku v půdě. Vyšší hmotnost nadzemních částí při nedostatku dusíku a dobrou reakci na dodání dusíku vykazovaly většinou starší a krajové odrůdy (Slovenská intenzivna a Slovenská 200, Bučianska červenoklasá, Kaštická osinatka a Bílá od Dukovan). Žito a tritcale měly silnou pozitivní reakci na zvýšenou dodávku dusíku, ale s největšími rozdíly mezi pokusnými ročníky: jako typ přechodný se v tomto nádobovém pokusu projevily současné odrůdy pšenice (Pagode, Hana, Charkovskaja 90, Viginta). Je třeba připomenout, že toto rozdělení je pouze relativní v rámci sledovaného souboru odrůd a je odvozené z produkce sušiny nadzemních částí, měřené na konci kvetení. Je známo, že současné odrůdy mají výrazně lepší schopnost remobilizovat a přesouvat zásobní látky do zrna (výsledkem je vyšší sklizňový index než odrůdy starší).

Prezentované výsledky jsou součástí rozsáhlejšího projektu porovnání reakce nadzemních částí a kořenů odrůd pšenice na sníženou úroveň živin v prostředí od kontrolovaných podmínek (klimabox, hydroponie) přes nádobové pokusy až k polním pokusům, které probíhají ve VÚRV Praha-Ruzyně od roku 1991.

Z našich a dalších publikovaných výsledků lze vyvodit, že míra vnitrodruhové variability hmotnosti

a dalších znaků kořenů pšenice je dostatečná pro využití ve šlechtění.

Projekt byl financován z grantu MZe ČR: Metody výběru genotypů obilnin na efektivní využití snížené hladiny živin.

LITERATURA

- BLÁHA, L. – HABERLE, J.: Význam zvětvování kořenové soustavy pro výnos a ostatní vlastnosti u obilnin. *Genet. a Šlecht.*, 26, 1990 (1): 1–12.
- CLARK, R. B.: Plant genotype differences in the uptake, translocation, accumulation, and use of mineral elements. *Pl. and Soil*, 72, 1983: 175–196.
- CLARK, R. B. – DUNCAN, R. R.: Improvement of plant mineral nutrition through breeding. *Field Crop Res.*, 27, 1991 (3): 219–240.
- FEIL, B. – GEISLER, G.: Untersuchungen zum Wurzelwachstum von Jungpflanzen alter und neuer Winterweizensorten sowie eines Spelzweizens bei variiertem N-Versorgung. *J. Agron. Crop Sci.*, 161, 1988: 264–272.
- FEIL, B. – GEISLER, G.: Untersuchungen zur Aufnahme und Verteilung von Stickstoff bei alten und neuen deutschen Sommerweizensorten. *J. Agron. Crop Sci.*, 162, 1989: 49–56.
- GRAHAM, R. D.: Development of wheats with enhanced nutrient efficiency: Progress and potential. In: *Wheat production constraints in tropical environments*. Mexico, CIMMYT 1988: 305–320.
- HABERLE, J. – BLÁHA, L.: Kořenový systém zemědělských plodin – šlechtitelské a agrotechnické cíle. *Stud. Inform. ÚVTJZ*, 1990 (4): 70 s.
- HABERLE, J.: Porovnání kořenového systému, příjmu živin a vody u staré a současné odrůdy ozimé pšenice při různém hnojení dusíkem. *Rostl. Výr.*, 39, 1993 (9): 851–863.
- MCCAIG, T. N. – MORGAN, J. A.: Root and shoot dry matter partitioning in near-isogenic wheat lines differing in height. *Can. J. Pl. Sci.*, 73, 1993: 679–689.
- MIAN, M. A. R. – NAFZIGER, E. D. – KOLB, F. L. – TEYKER, R. H.: Root growth of wheat genotypes in hydroponic culture and in the greenhouse under different soil moisture regimes. *Crop Sci.*, 33, 1993: 283–286.
- RÖMER, W. – AUGUSTIN, J. – SCHILLING, G.: The relationship between phosphate absorption and root length in nine wheat cultivars. *Pl. and Soil*, 111, 1988: 199–201.
- SHARMA, R. C. – LAFEVER, H. N.: Variation for root traits and their genetic control in spring wheat. *Euphytica*, 59, 1992: 1–8.
- SIDDIQUE, K. H. M. – BELFORD, R. K. – TENNANT, D.: Root : shoot ratios of old and modern, tall and semi-dwarf wheats in a mediterranean environment. *Pl. and Soil*, 121, 1990 (1): 89–98.

Došlo 18. 1. 1995

Kontaktní adresa:

Ing. Jan Haberle, Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6-Ruzyně, Česká republika, tel.: 02/36 08 51, fax: 02/36 52 98

VPLYV DUSÍKATEJ VÝŽIVY NA ÚRODU OZIMNEJ PŠENICE

THE EFFECT OF NITROGEN NUTRITION ON WINTER WHEAT YIELD

E. Vnuk, O. Ložek

University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT: In the years 1990 to 1993 in conditions of small-plot field trial was carried out on luvisol at Nitra-Horná Malanta to solve the problems of optimization of nitrogen rates on production and qualitative dressing of winter wheat (the Vlada variety) growing after pea based upon information on N_{an} content in soil and nitrogen taken by plant (Ivanič et al., 1990) on the basis of nitrogen concentration in plant referred to created quantity of above-ground biomass (Michalík, Ložek, 1989) and on the basis of ratio of nutrients in above-ground mass (Baier et al., 1988). During the growing season the uptake of nutrients by winter wheat stand was investigated and the need of different nutrients of the yield of 1 t grain and respective quantity of straw (30.0 kg N, 4.2 kg P, 16.5 kg K, 4.5 kg Ca, 1.7 kg Mg, 5.1 kg S, 0.69 kg Na, 0.11 kg Mn, 0.07 kg Zn and 0.02 kg Cu). Differentiated nitrogen nutrition influenced the grain yield, crude protein and starch contents statistically significantly. Changes in wet gluten content were insignificant. Higher nitrogen rates raised crude protein content and reduced the starch content. In the given soil-climatic conditions positive economic effect from applied nitrogen nutrition was obtained only with the lowest nitrogen rates (32 or 38.4 kg.ha⁻¹, resp.). In these cases coefficient of economic effectiveness (K_{ee}) was 1.69 or 1.32, coefficient of natural effectiveness (K_{ne}) was 7.50 and 5.47, coefficient of energy effectiveness (K_{energy}) was 8.6 and 5.41, profitability of nitrogen fertilization (R) was 68.7 % or 32.2 %, resp., and profit per 1 ha (Z) was 342 Sk or 179 Sk, resp. Phosphorus nutrition applied on average of three years (4.4 or 3.3 kg P.ha⁻¹, resp.) together with nitrogen nutrition on analogous treatments reduced economic result by 177 or 676 Sk.ha⁻¹, resp. Nitrogen rates of 98 and 130 kg.ha⁻¹ from the point of view of economic effectiveness, profitability of fertilization and profit per area unit were inefficient. The results obtained confirm that optimization of nitrogen rates based on diagnostic methods and information on N_{an} in soil and nutritive conditions of plant make possible to achieve positive financial effect per area unit and not to load the environment by nitrogen.

winter wheat; nitrogen rates; yield; grain quality

ABSTRAKT: V trojročnom poľnom výživárskom pokuse sa sledovala optimalizácia dávky dusíka na produkčné a kvalitatívne prihnojenie ozimnej pšenice (pestovanej po hrachu) na základe informácie o anorganickom rozpore rastlín a obsahu N_{an} v pôde a zisťoval sa ich vplyv na úrodu a kvalitu zrna. Ekonomicky najlepšie výsledky sa dosiahli pri dávkach dusíka 32 a 38,4 kg.ha⁻¹, kedy rentabilita hnojenia dusíkom predstavovala 68,7 %, resp. 32,2 %. Dávky dusíka na úrovni 98 a 130 kg.ha⁻¹ boli už z hľadiska ekonomickej efektívnosti a rentability hnojenia v daných pôdno-klimatických podmienkach príliš vysoké.

ozimná pšenica; dávky dusíka; úroda; kvalita zrna

ÚVOD

V súčasných podmienkach zníženej spotreby hnojív vystupuje do popredia racionalizácia dávok živín so zreteľom na ich maximálnu efektívnosť. Hnojenie dusíkom najvýraznejšie ovplyvňuje nielen výšku a kvalitu úrodu poľnohospodárskych plodín, ale aj ekonomickú a energetickú efektívnosť hnojenia. V súvislosti s tým vystupuje do popredia vplyv dusíka na pôdnu úrodnosť a na životné prostredie.

Z poľnohospodárskych plodín sú najviac prepracované metódy racionalizácie dávok dusíka pre ozimnú pšenicu (Baier a kol., 1988; Bízik, 1989; Michalík, Ložek, 1989; Ivanič a kol., 1990 a ďalší). Každá z metód, či už vychádza z analýzy pôdy, resp. z analýzy rastlín, alebo je ich kombináciou, vyznačuje sa snahou optimalizovať hnojenie dusíkom

a zlepšiť ekonomické parametre výroby zrna ozimnej pšenice.

V predložennom príspevku sme sa zamerali na optimalizáciu dávky dusíka na produkčné a kvalitatívne prihnojenie ozimnej pšenice na základe informácií o obsahu N_{an} do hĺbky 0 až 0,6 m a obsahu živín v nadzemnej hmote rastlín.

MATERIÁL A METÓDA

Danú problematiku sme riešili v rokoch 1990 až 1993 v podmienkach maloparcelových poľných výživárskych pokusov v osevnom postupe: 1. kukurica na siláž, 2. hrach, 3. ozimná pšenica, 4. polovica cukrová repa, polovica hrach, 5. polovica jarný jačmeň, polovica ozimná pšenica, 6. lucerna siata. Predplodinou pre

ozimnú pšenicu bol vždy hrach. Pokus bol založený na hneďozemi v Nitre-Horná Malanta na experimentálnej báze Agronomickej fakulty VŠP Nitra. Lokalita sa nachádza na rozhraní sprašových sedimentov Žitavskej pahorkatiny a svahových sedimentov pohoria Tribeč. Agrochemické vlastnosti pokusného pozemku sú uvedené v tab. I.

Pokus bol založený s odrodou Vlada, s ôsmimi variantami výživy v štyroch opakovaníach. Dávky živín sú uvedené v tab. II. Plocha pokusnej parcelky bola 49,5 m² a pokus bol usporiadaný šachovnicovou metódou. Dávky fosforu a draslíka boli v každom pokuse roku vypočítané na základe obsahu prístupného fosforu a draslíka v pôde a požiadaviek pšenice na tieto živiny pri úrode zrna 8 t.ha⁻¹.

Fosfor bol aplikovaný vo forme superfosfátu, draslík vo forme draselnej soli. Dve tretiny dávky fosforu a draslíka boli zapracované do pôdy orbou a jedna tretina pri predsejbovej príprave pôdy. Dusík na základné hnojenie bol použitý vo forme síranu amónneho, na regeneračné prihnojovanie vo forme liadku amónneho s vápencom, na produkčné prihnojovanie vo forme DAM a na kvalitatívne prihnojovanie vo forme močoviny a Fostimu. Variant 3 bol každoročne hnojený rov-

nakou, tradične delenou dávkou 130 kg N.ha⁻¹. Na variantoch 4 až 8 boli pri základnom a regeneračnom hnojení dávky dusíka rovnaké, avšak diferenčne sa hnojilo pri produkčnom a kvalitatívnom prihnojovaní podľa výpočtov, a to na variantoch 4 a 5 (Ivanič a kol., 1990), na variantoch 6 až 7 (Michalík, Ložek, 1989) a na variante 8 (Baier a kol., 1989).

Zber pokusu sa uskutočnil maloparcelkovým kombajnom. Rozbory pôdy a rastlinného materiálu sa robili bežnými metódami. Výsledky boli štatisticky vyhodnotené analýzou rozptylu a preukaznosť rozdielov medzi variantami Tukeyovým testom. Poveternostné podmienky pokusných rokov sa odlišovali najmä v zrážkovom deficite v rozhodujúcom období pre formovanie zrna pšenice (t.j. marec až jún) oproti 30ročnému normálu. Tento deficit zrážok predstavoval 56,4 mm v roku 1991, 31,3 mm v roku 1992 a 84,9 mm v roku 1993.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výsledky odberu konkrétnych živín v kg.ha⁻¹, stanovené pri jednotlivých odberoch nadzemnej hmoty počas vegetácie (tab. III), ukazujú, že porast ozimnej

I. Agrochemické vlastnosti pôdy pred založením pokusu v jednotlivých rokoch – Agrochemical soil properties before stand establishment in different years

Rozbory ¹	1990/1991		1991/1992		1992/1993	
	0-0,3	0,3-0,6	0-0,3	0,3-0,6	0-0,3	0,3-0,6
pH/KCl	6,87	6,76	5,62	5,60	5,52	5,61
P-Egner	158,00	32,00	48,00	7,00	42,00	4,00
K-Schachtschabel	530,00	260,00	212,00	112,00	250,00	145,00
Mg-Schachtschabel	202,00	190,00	196,00	204,00	197,50	190,00
NH ₄ -N	33,50	30,50	19,00	19,00	23,00	14,25
NO ₃ -N	9,20	10,10	8,00	4,40	11,50	3,00
N _{an}	42,70	40,60	27,00	23,40	34,50	17,25
N _{LH} (fahkohydrolyzovateľný ²)	157,50	69,30	74,20	48,30	117,60	56,00
N _{tot}	1 943,10	1 148,20	1 057,80	462,80	1 295,00	927,50

¹analyses, ²easily hydrolyzeable

II. Dávky živín na jednotlivých variantoch hnojenia v kg.ha⁻¹ (priemer rokov 1990 až 1993) – Nutrient rates in different treatments of fertilization in kg.ha⁻¹ (average of the years 1990 to 1993)

Variant ¹	Základné hnojenie ²			Prihnojovanie počas vegetácie ³				Celková dávka N ⁷
	N	P	K	regeneračné ⁴	produkčné ⁵	kvalitatívne ⁶		
				N	N	N	P	
1	–	–	–	–	–	–	–	–
2	–	5,76	26,36	–	–	–	–	–
3	30	5,76	26,36	40	40,0	20,0	–	130,0
4	–	5,76	26,36	5	20,3	6,7	4,40	32,0
5	–	5,76	26,36	5	20,3	6,7	–	32,0
6	–	5,76	26,36	5	26,7	6,7	–	38,4
7	–	5,76	26,36	5	26,7	6,7	3,33	38,4
8	–	5,76	26,36	5	70,0	23,3	–	98,3

¹treatment, ²basic fertilization, ³dressing during the growing season, ⁴regeneration, ⁵production, ⁶qualitative, ⁷total N rate

pšenice do fázy 6. listu prijal 31,9 % N, 28,8 % P, 26,6 % K, 24,5 % Ca, 17,1 % Mg a 18,1 % S z celkového maximálneho množstva prijatých živín. Tieto hodnoty poukazujú na významnosť následného produkčného hnojenia, na stimulovanie príjmu živín. Do fázy kvitnutia ozimná pšenica prijala 75,8 % N, 81,4 % P, 77,3 % Mg a 73,0 % S z celkového odberu živín úrodou zrna a slamy. V prípade príjmu draslíka a vápnika maximálny odber bol vždy vo fáze klásenia a postupne do konca vegetácie sa ich obsah znižoval. V plnej zrelosti sme zistili, že z celkového odberu živín úrodou zrna 70,5 % N, 77,8 % P, 21,1 % K, 16,2 % Ca, 56,9 % Mg, 49,5 % S, 28,9 % Na, 47,2 % Mn, 62,0 % Zn a 50,5 % Cu. Zo zistených skutočností sme vypočítali potrebu jednotlivých živín na úrodu 1 t zrna a príslušného množstva slamy ozimnej pšenice, a to 30,0 kg N, 4,2 kg P, 16,5 kg K, 4,5 kg Ca, 1,7 kg Mg, 5,1 kg S, 0,69 kg Na, 0,11 kg Mn, 0,07 kg Zn a 0,02 kg Cu. Uvedené hodnoty upresňujú doterajšie literárne poznatky (Špaldon a kol., 1982; Petr a kol., 1983; Prugar, Hraška, 1986; Baier a kol., 1988; Ivanič a kol., 1990 a ďalší).

Diferencovaná dusíkatá výživa štatisticky preukazne ovplyvnila úrodu zrna, obsah hrubého proteínu a obsah škrobu. Zmeny v obsahu lepku boli nevýznamné (tab. V). Vyššie dávky dusíka najmä na variante 3 zvyšovali obsah hrubého proteínu a súčasne znižovali obsah škrobu v zrne pšenice, čím sa potvrdila negatívna korelácia medzi obsahom bielkovinovej a sacharidovej zložky

v zrne obilnín (Petr a kol., 1983; Prugar, Hraška, 1986; Bízík, 1989).

Pozitívny ekonomický efekt z aplikovanej dusíkatej výživy sa dosiahol len na variantoch 5 a 6, kde sa dávky dusíka na produkčné a kvalitatívne prihnojovanie určili na základe informácií o obsahu N_{an} v pôde a odobraného dusíka rastlinou a na základe koncentrácie dusíka v rastline vzťahovanej k vytvorenému množstvu nadzemnej biomasy. Celková dávka dusíka bola 32 kg.ha⁻¹ na variante 5 a 38,4 kg.ha⁻¹ na variante 6. V týchto dvoch prípadoch bol koeficient ekonomickej efektívnosti (K_{ee}) 1,69, resp. 1,32, koeficient naturálnej efektívnosti (K_{ne}) 7,50 a 5,47 a koeficient energetickej efektívnosti ($K_{energie}$) 8,60 a 5,41, rentabilita hnojenia dusíkom (R) činila 68,7 %, resp. 32,2 % a zisk z 1 ha (Z) predstavoval 342, resp. 179 Sk (tab. VI).

Keď sme k uvedeným dávkam dusíka na variantoch 5 a 6 ešte na kvalitatívne prihnojovanie použili aj fosforečnú výživu, čo zodpovedá variantom 4 a 7, tak sa v prípade variantu 7 ekonomický efekt znížil prakticky na nulu ($K_{ee} = 1,00$, $R = 0,3$ %, $Z = 2$ Sk) a na variante 4 vznikla ekonomická strata -337 Sk.ha⁻¹, pričom $R = -49,1$ %, $K_{ee} = 0,51$, $K_{energie} = 0,52$. Z uvedeného vyplýva, že aplikovaná fosforečná výživa na kvalitatívne prihnojovanie v obidvoch prípadoch znížila hospodársky výsledok o 177, resp. 679 Sk.ha⁻¹ v porovnaní s analogickými variantami, ale bez fosforečnej výživy.

Na variante 8, kde sme dávky dusíka na produkčné a kvalitatívne prihnojovanie určovali na základe pomeru živín v nadzemnej hmote, sme síce dosiahli najvyššiu

III. Odber živín nadzemnou hmotou ozimnej pšenice počas vegetácie v kg.ha⁻¹ (priemer variantov a rokov 1991 až 1993) – Nutrient uptake by above-ground mass of winter wheat during the growing season in kg.ha⁻¹ (average of treatments and years 1991 to 1993)

Rastová fáza ¹	N	P	K	Ca	Mg	S
6. listok ²	62,21	7,94	57,25	8,23	1,86	6,05
Klaseenie ³	156,15	21,97	214,86	33,64	7,90	27,40
Kvitnutie ⁴	147,76	22,41	173,52	31,24	8,42	24,33
Plná zrelosť ⁵	195,01	27,53	106,76	29,11	10,89	33,34

¹growth phase, ²sixth leaflet, ³heading, ⁴anthesis, ⁵full ripeness

IV. Odber živín úrodou zrna a slamy v kg.ha⁻¹ (priemer variantov a rokov 1991 až 1993) – Nutrient uptake by the yield of grain and straw in kg.ha⁻¹ (average of treatments and years 1991 to 1993)

Živina ¹	Odber zrnou ²		Odber slamou ³		Odber biomasou ⁴	
	kg.ha ⁻¹	rel. %	kg.ha ⁻¹	rel. %	kg.ha ⁻¹	rel. %
N	137,5	70,5	57,5	29,5	195,0	100,0
P	21,4	77,8	6,1	22,2	27,5	100,0
K	22,5	21,1	84,3	78,9	106,8	100,0
Ca	4,7	16,2	24,4	83,8	29,1	100,0
Mg	6,2	56,9	4,7	43,1	10,9	100,0
S	16,5	49,5	16,8	50,5	33,3	100,0
Na	1,3	28,9	3,2	71,1	4,5	100,0
Mn	0,32	47,2	0,360	52,8	0,682	100,0
Zn	0,292	62,0	0,179	38,0	0,471	100,0
Cu	0,055	50,5	0,053	49,5	0,108	100,0

¹nutrient, ²uptake by grain, ³uptake by straw, ⁴uptake by biomass

Variant výživy ¹	Úroda zrna ²		Hrubý proteín ³		Lepok ⁴		Škrob ⁵	
	t.ha ⁻¹	rel. %	%	rel. %	%	rel. %	%	rel. %
1	5,94	100,0	13,88	100,0	28,37	100,0	60,23	100,0
2	6,60	107,7	13,53	97,5	27,93	98,5	60,28	100,1
3	6,51	109,6	14,86	107,1	28,47	104,4	58,82	97,7
4	6,50	109,4	14,59	105,1	27,97	98,6	61,04	101,3
5	6,64	111,8	14,32	103,2	28,87	101,8	60,66	100,7
6	6,61	111,3	13,81	99,5	27,85	98,2	60,85	101,0
7	6,60	111,1	14,11	101,7	28,18	99,3	58,80	97,6
8	6,69	112,6	14,64	105,5	28,38	100,0	60,61	100,6
d*	0,49		0,436		2,260		1,409	
d**	0,65		0,579		2,998		1,870	

¹treatment of nutrition, ²grain yield, ³crude protein, ⁴gluten, ⁵starch

VI. Ekonomické zhodnotenie efektívnosti dusíkovej výživy ozimnej pšenice (priemer rokov 1991 až 1993) – Economic evaluation of effectiveness of nitrogen nutrition of winter wheat (average of the years 1991 to 1993)

Variant ¹	K_{ee}	K_{ne}	$K_{energie}$	R	Z
3	0,27	0,85	0,83	-73,4	-1 065
4*	0,51	2,75	0,52	-49,1	-337
5	1,69	7,50	8,60	68,7	+342
6	1,32	5,47	5,41	32,2	+179
7*	1,00	4,79	5,40	0,3	+2
8	0,93	2,95	3,00	-7,3	-80

* sú pripočítané náklady aj za aplikovaný fosfor na kvalitatívne prihnojovanie ozimnej pšenice – cost are calculated also for applied phosphorus of qualitative dressing of winter wheat

¹treatment

úrodu zrna (6,69 t.ha⁻¹), ale za príliš vysokých finančných vstupov, v dôsledku čoho je výsledná ekonomika tohto prihnojovania negatívna. $K_{energie} = 0,93$, $R = -7,3$ % a vyprodukovala sa finančná strata -80 Sk.ha⁻¹.

Najhoršie ekonomické parametre sme zistili na variante 3, kde sa dávka dusíka aplikovala štandardne, nezávisle od obsahu dusíka v pôde a v rastlinách. Na jednotlivé prihnojovania sme aplikovali tieto paušálne dávky dusíka: základné hnojenie 30 kg.ha⁻¹, regeneračné hnojenie 40 kg.ha⁻¹, produkčné hnojenie 40 kg.ha⁻¹ a kvalitatívne prihnojovanie 20 kg.ha⁻¹. Pri takejto delenej dusíkovej výžive boli koeficienty ekonomickej, naturálnej a energetickej efektívnosti veľmi nízke ($K_{ee} = 0,27$, $K_{ne} = 0,85$, $K_{energie} = 0,83$), rentabilita dusikátého hnojenia bola záporná ($R = -73,4$ %) a zisk z 1 ha bol tiež záporný a činil až -1 065 Sk.

LITERATÚRA

- BAIER, J. a kol.: Diagnostika výživy rastlín. Praha, Inst. Vých. Vzděl. MZVČ ČSR 1988. 275 s.
 BÍŽIK, J.: Podmienky optimalizácie výživy rastlín dusíkom. Bratislava, VEDA, SAV 1989. 189 s.
 IVANIČ, J. a kol.: Optimalizácia dusíkovej výživy ozimnej pšenice z hľadiska kvantity a kvality produkcie. [Záverečná správa.] Nitra, VŠP 1990. 52 s.
 MICHALÍK, I. – LOŽEK, O.: Metodika diagnostikácie potreby hnojenia ozimnej pšenice. Inform. MPVŽ SSR, 1989: 10–13.
 PETR, J. a kol.: Intenzivní obilninářství. Praha, SZM 1983. 359 s.
 PRUGAR, J. – HRAŠKA, Š.: Kvalita pšenice. Bratislava, Príroda 1986. 220 s.
 ŠPALDON, E. a kol.: Rostlinná výroba. Bratislava, Príroda 1982. 608 s.

Došlo 18. 1. 1995

Kontaktná adresa:

Doc. ing. Ľubomír VNUK, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 087/267 32, fax: 087/41 14 51

VLIV HNOJENÍ A ROČNÍKU NA JAKOST POTRAVINÁŘSKÉ PŠENICE

THE EFFECT OF FERTILIZATION AND YEAR ON THE BREAD WHEAT QUALITY

K. Hubík

Agricultural Research Institute, Kroměříž, Czech Republic

ABSTRACT: Wheat is the most widely growing cereal species all over the world. A major part of its production is assigned to human consumption. Therefore, a great attention has been paid to bread-making quality of grain for milling and baking processing in both monographs and world conferences. The main aim of the study was to evaluate bread-making quality parameters in a set of five Czech and Slovak model varieties under conditions favourable for bread wheat production of high quality during a five-year period. Bread wheat varieties Ilona, Viginta, Hana, Sparta and Samanta were grown in the sugar beet-growing region of Kroměříž in 1990 to 1994. Agronomic practices were applied according to the standard methodology; a course of split application of pure nutrients in different years is illustrated in Figs 1. Bread-making quality was analysed in the varieties investigated and data on individual parameters were processed using the STATGRAPHIC program. Average values of the quality parameters of tested varieties through five years are presented in Figs 2 to 11. An analysis of variance was used to determine effects of the variety and the year on individual quality parameters (Tab. I). A mean square ratio (Tab. I) suggests a dominant effect of the year on bulk density, protein content and grain hardness. A correlation analysis was used to find potential relationships among the parameters investigated (Tab. II). The analysis revealed a number of statistically highly significant correlations ($P = 0.01$ and 0.05) among bread-making quality parameters. A significant negative correlation was found between a falling number value and a degree of softening farinographs curve. This finding is very important and confirms the legitimacy of introducing this method into the practice and necessity of using only wheats with minimum falling number of 200 s for milling and baking purposes. In this set, a positive correlation between protein content and simultaneously wet gluten content and nitrogen rates was found (Tab. III). However, it is necessary to note that besides nitrogen applied as pure nutrients, nitrogen from soil reserves affected protein synthesis in grain. In that case, weather conditions, or rainfall, and potential water stress played an important role. Another factor affecting protein synthesis and accumulation in grain is a transport of nitrogen nutrients through a stem. This fact is supported by a very highly positive, highly significant correlation among rates of potassium nutrients and protein and wet gluten content in grain. The particular findings in this study show, that technological quality of wheat is not a simple matter. Therefore, proper studies are necessary to determine all the factors which affect it.

bread wheat; bread-making quality; quality parameters; variety; year; statistical analysis

ABSTRAKT: Na sledovaném souboru pěti potravinářských pšenice různé technologické jakosti v pětiletém opakování, pěstovaných v podmínkách řepařského výrobního typu střední Moravy, byly sledovány tyto parametry technologické jakosti: obsah bílkovin, obsah mokrého lepku a jeho bobtnání, SDS sedimentační test, objemová hmotnost, viskóznost, tvrdost zrna, vaznost vody moukou a reologie na farinografu. Naměřené hodnoty byly podrobeny statistickým analýzám. Byla provedena analýza variance, a korelační analýza za účelem studia vzájemných vztahů mezi parametry a jejich možného ovlivnění, popřípadě vytvoření modelu komplexně popisujícího technologickou jakost zrna pšenice.

potravinářská pšenice; technologická jakost; parametry jakosti; odrůda; ročník; statistická analýza

ÚVOD

Pšenice je v celosvětovém měřítku nejvíce rozšířeným druhem obilnin. Jelikož její převážná část je určena pro lidskou výživu, je také velká pozornost věnována technologické jakosti zrna, určeného pro mlýnské a pekárenské zpracování, a to jak formou monografií

(Prugar, Hraška, 1986; Pomeranz, 1988), tak formou pořádání celosvětových konferencí (Feillet, 1992; Hamer, 1994). Cílem této práce bylo proto vyhodnocení parametrů technologické jakosti na pětiletém souboru pěti českých a slovenských modelových odrůd v podmínkách vhodných pro výrobu potravinářské pšenice vysoké jakosti.

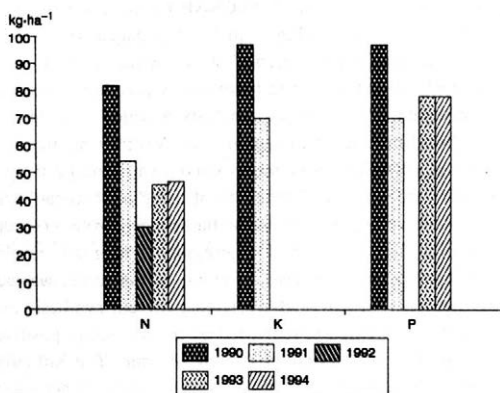
Odrůdy potravinářské pšenice Ilona, Viginta, Hana, Sparta a Samanta byly pěstovány v podmínkách řepářského výrobního typu Kroměříže v pětiletém období 1990 až 1994. Výzkum realizovalo oddělení genetických zdrojů ZVÚ Kroměříž v polních pokusech zkoušek výkonů ozimé pšenice. Agroekologická opatření při pěstování probíhala podle standardní metodiky, průběh dodávání čistých živin v jednotlivých ročnících je znázorněn na obr. 1. Meteorologické údaje zahrnující průměrné měsíční teploty a měsíční úhrny srážek v ročnících 1990 až 1994 jsou souhrnně zpracovány v tab. I.

U zrna sledovaných odrůd byla prováděna analýza na technologickou jakost. Bylo sledováno celkem deset parametrů jakosti. Obsah mokrého lepku byl získán na šestimístním automatickém vypírači lepku a u takto vypraného lepku bylo měřeno jeho bobtnání. Sedimentační test byl proveden v modifikaci, kterou popsal H ý ž a (1986), a hodnota viskozitního (číslo pádu) byla

měřena na přístroji Falling Number 1600. Obsah bílkovin jsme stanovili metodou podle Kjeldahla. Vzorek byl nejprve mineralizován a obsah vzniklého síranu amonného stanoven destilačně podle Parnase-Wagnera. Tvrdost zrna byla měřena na speciálním nástavci k Brabenderově farinografu. Na téže přístroji byly získány hodnoty vaznosti vody moukou, poklesu farinografické křivky a Kopetzova čísla, tedy veličiny reprezentující reologické chování pšeničného těsta. Veškeré analýzy byly doplněny o údaj objemové hmotnosti. Homogenizace vzorků byla prováděna na laboratorním šrotovníku Falling Number 3100 a na laboratorním mlýně Brabender Junior. Získané výsledky jednotlivých parametrů technologické jakosti byly statisticky zpracovány programovým vybavením STATGRAPHIC. Při tomto statistickém hodnocení nebyly uvažovány výnosové parametry pro jejich statistickou neprůkaznost, danou polním pokusem probíhajícím na malých parcelkách.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Průměrné hodnoty sledovaných parametrů technologické jakosti zrna analyzovaných odrůd pšenice v průběhu pěti ročníků jsou graficky znázorněny na obr. 2 až 11. Z grafického znázornění je zřejmý pokles průměrných obsahů bílkovin (obr. 2) a s tím související pokles obsahu mokrého lepku (obr. 3) u všech pěti pozorovaných odrůd. Tento pokles je statisticky dokázán. Po ročnících 1990 a 1991 následuje v roce 1993 statisticky velmi vysoce průkazný pokles průměrných obsahů bílkovin a mokrého lepku, a to v daných ročnících a u všech sledovaných odrůd. Nejvyššího obsahu mokrého lepku ve všech ročnících dosáhla odrůda Hana, taktéž u bílkovin, s výjimkou ročníku 1993. Nejnížšího obsahu mokrého lepku dosáhla odrůda Sparta, opět s výjimkou ročníku 1993.

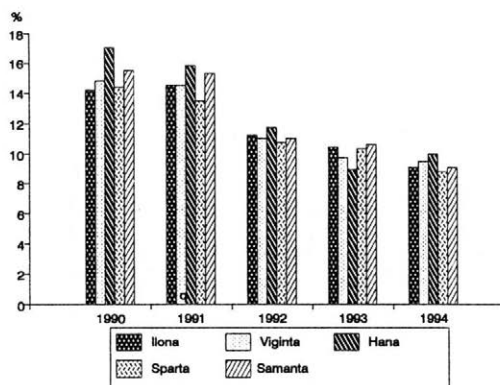


1. Hnojení NPK – NPK fertilization

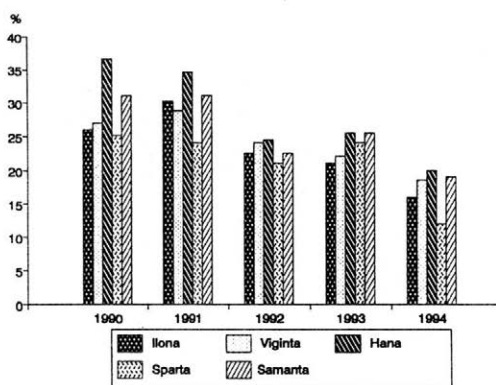
I. Průběh počasí v ročnících 1990 až 1994 – Weather conditions of the years 1990 to 1994

Měsíc ¹	Průměr ² 1901–1950		1990		1991		1992		1993		1994	
	teplota ³ (°C)	srážky ⁴ (mm)	teplota	srážky	teplota	srážky	teplota	srážky	teplota	srážky	teplota	srážky
1.	-2,2	27,0	0,2	4,2	0,2	6,3	0,1	8,0	-0,2	10,2	2,7	20,6
2.	-0,7	25,0	4,6	29,8	-4,2	22,8	2,2	8,5	-1,4	27,9	0,1	13,2
3.	3,7	31,0	7,8	10,8	5,9	15,0	4,4	64,2	2,4	32,5	6,8	20,2
4.	8,7	42,0	8,3	74,0	8,1	27,6	9,1	39,1	10,2	4,3	9,6	69,2
5.	14,2	65,0	14,7	122,9	10,6	91,1	14,6	22,0	16,5	36,2	14,1	111,7
6.	16,9	74,0	16,8	132,3	16,6	84,4	18,7	30,6	17,0	54,3	17,8	30,8
7.	18,8	78,0	18,0	66,3	20,1	74,3	21,1	23,1	18,2	81,4	22,2	44,6
8.	17,8	78,0	19,3	28,9	18,5	54,7	23,7	15,0	18,8	44,1	20,4	141,7
9.	14,2	52,0	12,3	80,9	15,8	60,6	15,2	41,5	14,0	32,9	16,1	86,8
10.	8,9	51,0	10,0	34,3	8,2	12,4	7,7	56,1	9,4	45,8	7,6	34,6
11.	3,7	43,0	4,9	51,8	4,2	98,1	4,2	15,6	0,3	40,2	5,0	16,0
12.	-0,1	33,0	0,1	28,7	-1,8	22,7	-0,6	52,6	1,9	59,0	1,3	28,5

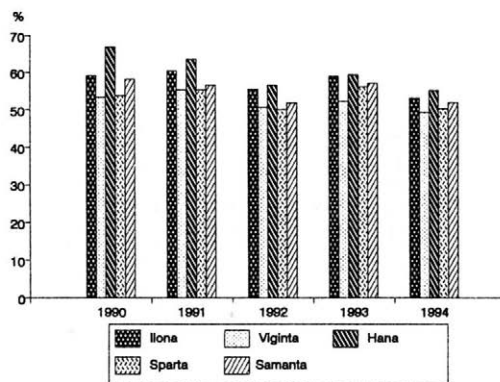
¹ month, ² average, ³ temperature, ⁴ rainfall



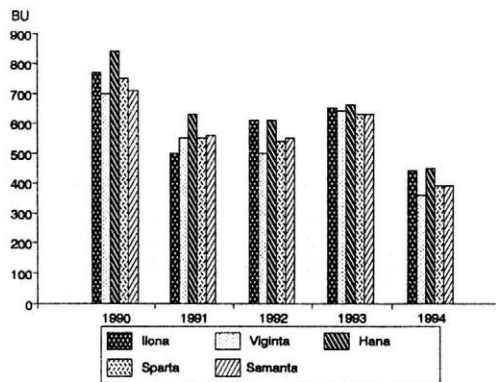
2. Obsah celkových bílkovin – Crude protein content



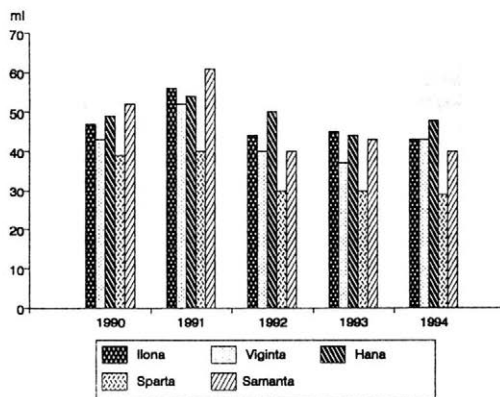
3. Obsah mokrého lepku – Wet gluten content



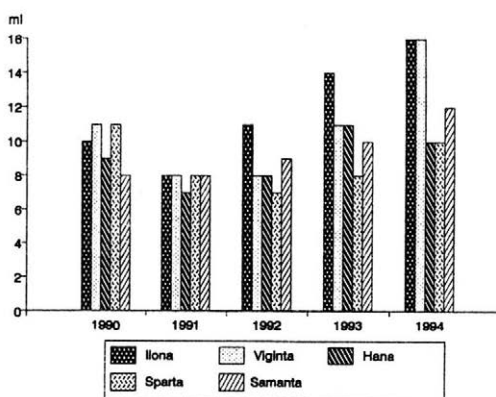
4. Vaznost vody moukou – Flour water absorption capacity



5. Tvrdost zrna – Kernel hardness



6. Sedimentační test – Sedimentation test

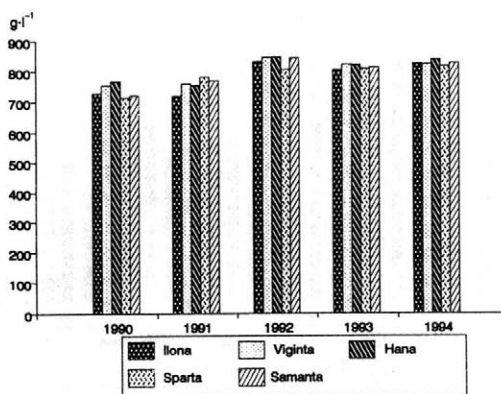


7. Bobtnání mokrého lepku – Wet gluten swelling

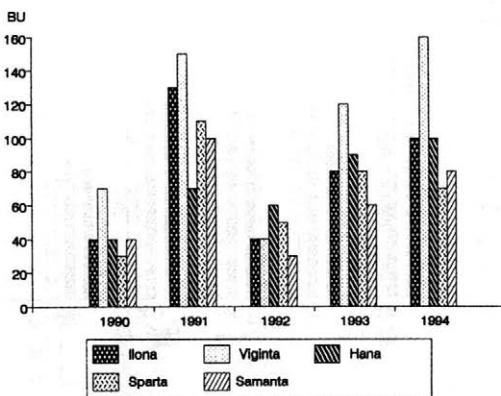
Pokles hodnot je také patrný pro ročníkový průběh parametru vaznosti vody moukou (obr. 4) a tvrdosti zrna (obr. 5), přičemž nejvyšší hodnoty v jednotlivých ročních dosáhla opět odrůda Hana. Nejvyšších průměrných hodnot těchto parametrů u všech pěti sledovaných odrůd bylo dosaženo v ročníku 1990 a nejnižších

statisticky velmi průkazně odlišných v roce 1994. V tomto ročníku bylo dosaženo také nejnižších hodnot sedimentačního testu (obr. 6), přičemž maximální hodnoty v tomto ročníku dosáhla odrůda Hana.

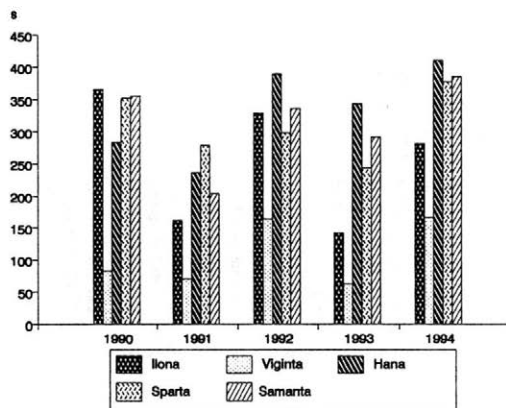
Vzestupný charakter ročníkových průběhů sledovaných parametrů jakosti byl zaznamenán u bobtnání



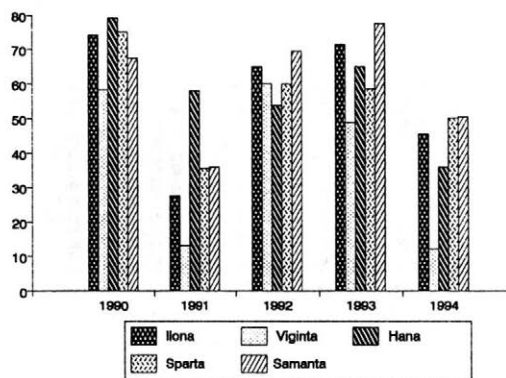
8. Objemová hmotnost – Bulk density



10. Pokles farinografické křivky – Degree of dough softening



9. Číslo poklesu (viskotest) – Falling number



11. Kopetzovo číslo – Kopetz number

(obr. 7), kdy po ročníkách 1990, 1991 a 1992, které vykazovaly statisticky stejné průměry hodnoty bobtnání, následuje vzestup v ročníku 1993 a 1994. Obdobně u objemové hmotnosti (obr. 8) po ročníkách 1990 a 1991 se projevilo statisticky významné zvýšení hodnot tohoto parametru v ročníkách 1993 až 1995.

Důležitý parametr hodnocení jakosti – viskotest (obr. 9), který charakterizuje vnitřní porůstání zrna, a tím poškození endospermu zrna hydrolytickými enzymy, s následkem změn pekařské jakosti (Kulp, Lorenz, 1982), vykazoval statisticky velmi průkazný pokles průměrných hodnot v ročníkách 1991 a 1993. Nejvyšší hodnotu během pěti ročníků měla odrůda Viginta, která se pohybovala v pásmu hodnot signalizujících poškození porůstáním.

Reologické vlastnosti těsta, reprezentované poklesem farinografické křivky (obr. 10) a Kopetzovým číslem (obr. 11), vykazují střídavý průběh velikosti hodnot během jednotlivých ročníků.

Hodnoty jednotlivých parametrů byly dále podrobeny analýze variance za účelem zjištění vlivu odrůdy a ročníku na jednotlivé parametry jakosti (tab. II). Vliv

ročníku byl statisticky velmi vysoce průkazný ($P = 0,01$) na všechny sledované parametry. Vliv genotypu byl velmi vysoce průkazný ($P = 0,01$) na sedimentační test, obsah mokrého lepku, viskotest, vaznost těsta a tvrdost zrna a vysoce průkazný ($P = 0,05$) na bobtnání lepku, pokles farinografické křivky a Kopetzovo číslo. Nevýznamný byl vliv genotypu na objemovou hmotnost a obsah bílkovin.

Poměr středních čtverců (tab. II) ukazuje na převažující vliv ročníku na hodnotu objemové hmotnosti a tvrdost zrna, což je také v souladu s poznatkami z literatury (Mc Guire, Blackwood, 1990; Peterson et al., 1992). Citovaní autoři uvádějí velmi vysoké ovlivnění těchto parametrů ročníkem u amerických pšenic tříd tvrdá červená jarní a tvrdá červená ozimá. Největší vliv ročníku je možné pozorovat u obsahu bílkovin. K tomuto poznatku dospěli také Mc Guire, Blackwood (1990). Naopak větší nebo vyvážený vliv genotypu s ročníkem se vyskytuje u parametrů sedimentační test, viskotest a vaznost těsta (tab. II). Obdobné hodnoty vlivu genotypu na tyto parametry byly nalezeny u amerických tvrdých červených jarních a ozi-

II. Výsledek analýzy variance pro faktor ročník a genotyp – Results of multifactor analysis of variance for year and genotype

Zdroj variance ¹	Objemová hmotnost ²	Obsah bílkovin ³	Sedimentační test ⁴	Mokrý lepek ⁵	Bobtnání lepku ⁶	Viskóznost ⁷	Vaznost ⁸	Pokles farinografické křivky ⁹	Kopetzovo číslo ¹⁰	Tvrdost zrna ¹¹
Ročník ¹²	9 534,2**	36,9**	146,8**	133,4**	19,2**	16 763,9**	44,6**	5 134,0**	1 350,2**	81 384,0**
Genotyp ¹³	537,4	0,9	191,8**	35,1**	8,4*	41 735,2**	54,3**	1 614,0*	386,8*	5 714,0**
Ročník/genotyp ¹⁴	17,7	38,2	0,8	3,8	2,3	0,4	0,8	3,2	3,5	14,23

** hladina významnosti 0,01 – significance level 0.01

* hladina významnosti 0,05 – significance level 0.05

¹source of variation, ²bulk density, ³protein content, ⁴sedimentation test, ⁵wet gluten, ⁶gluten swelling, ⁷falling number, ⁸water absorptive capacity, ⁹degree of dough softening, ¹⁰Kopetz number, ¹¹kernel hardness, ¹²year, ¹³genotype, ¹⁴year/genotype

III. Výsledek korelační analýzy mezi parametry jakosti – Results of correlations between technological quality parameters

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1,0000*								
2	-0,4171**	1,0000							
3	-0,6185***	0,6708***	1,0000						
4	0,2659	-0,1605	-0,5548***	1,0000					
5	0,1537	-0,1419	-0,2190	-0,0785	1,0000				
6	-0,4730**	0,6058***	0,7706***	-0,2836	0,0475	1,0000			
7	0,0405	0,2041	-0,1382	0,2809	-0,5279***	-0,1366	1,0000		
8	-0,0540	-0,2296	0,1709	-0,0955	0,3862*	0,3113	-0,8870***	1,0000	
9	-0,5127***	0,1949	0,6620***	-0,2717	-0,0175	0,6370***	-0,5104***	0,6741***	1,0000
10	-0,8049***	0,6199***	0,8694***	-0,5033**	-0,1839	0,6139**	-0,1719	0,0850	0,6028***

* hladina významnosti 0,1 – significance level 0.1

** hladina významnosti 0,05 – significance level 0.05

*** hladina významnosti 0,01 – significance level 0.01

1 – objemová hmotnost – bulk density, 2 – sedimentační test – sedimentation test, 3 – mokrý lepek – wet gluten, 4 – bobtnání lepku – gluten swelling, 5 – viskóznost – falling number, 6 – vaznost – water absorptive capacity, 7 – pokles farinografické křivky – degree of dough softening, 8 – Kopetzovo číslo – Kopetz number, 9 – tvrdost zrna – kernel hardness, 10 – obsah bílkovin – protein content

mých pšeníc a jarních pšeníc (Mc Guire, Blackwood, 1990; Lukow, Mc Vetty, 1991; Peterson et al., 1992).

Pro zjištění případných vztahů mezi jednotlivými sledovanými parametry byla provedena korelační analýza (tab. III), která ukázala na řadu významných, statisticky velmi průkazných ($P = 0,01$ a $0,05$) korelačních vztahů mezi jednotlivými parametry technologické jakosti. Některé z nich jsou v souladu se zjištěními zahraničních autorů, zabývajících se obdobnou tematikou.

Jsou to především kladné korelace mezi sedimentačním testem a obsahem mokrého lepku a bílkovin, které popsali Branlard et al. (1991) a Peltonen (1992) pro pšenice pěstované v podmínkách Francie a Finska. Vysoký kladný korelační koeficient jsme také obdobně jako Branlard et al. (1991) našli mezi sedimentačním testem a vazností vody těstem. Další kladné korelační koeficienty byly zjištěny mezi parametry mokrý lepek, vaznost a obsah bílkovin, což je opět v souladu se zjištěními z literatury (Branlard et al., 1991; Peltonen, 1992).

Významná negativní korelace se vyskytuje u sledovaného souboru mezi hodnotou viskóznosti a poklesem farinografické křivky. Tutéž korelaci popsali Branlard et al. (1991). Zjištění má silný význam a potvrzuje oprávněnost zavedení této metody do praxe a nutnost používat pro mlýnské a pekárenské účely pouze pšenice s číslem pádu minimálně 200 s.

Mezi další korelace, které byly v souladu s zahraničními citacemi, patří vysoká kladná korelace mezi vazností, sedimentačním testem a obsahem bílkovin a negativní korelace mezi vazností a objemovou hmotností, kterou našli také Branlard et al. (1991) a Ayoube et al. (1993). Jako Lesná (1989) jsme i my našli negativní korelační koeficient mezi parametry bobtnání a obsahem bílkovin. V námi sledovaném souboru jsme dále zjistili statisticky vysoce průkazné negativní korelace mezi objemovou hmotností a mokrým lepem, obsahem bílkovin, tvrdostí zrna, dále negativní korelaci mezi bobtnáním a obsahem bílkovin a mezi poklesem farinografické křivky a tvrdostí zrna.

Vysoké, statisticky velmi průkazné negativní korelace byly zjištěny u sledovaného souboru mezi objemo-

	N	K	P
1	-0,8276***	-0,9130***	-0,5656***
2	0,2918	0,4948**	0,1662
3	0,4960**	0,7155***	0,1865
4	-0,0013	-0,3269	0,2943
5	-0,0361	-0,1355	-0,1139
6	0,4403**	0,5034**	0,3449*
7	-0,1263	-0,1131	0,2829
8	0,1997	0,0635	-0,0398
9	0,5966***	0,5806***	0,2570
10	0,6875***	0,9258***	0,2645

* hladina významnosti 0,1 – significance level 0.1

** hladina významnosti 0,05 – significance level 0.05

*** hladina významnosti 0,01 – significance level 0.01

1 – objemová hmotnost – bulk density, 2 – sedimentační test – sedimentation test, 3 – mokřý lepek – wet gluten, 4 – bobtnání lepku – gluten swelling, 5 – viskóznost – falling number, 6 – vaznost – water absorptive capacity, 7 – pokles farinografické křivky – degree of dough softening, 8 – Kopetzovo číslo – Kopetz number, 9 – tvrdost zrna – kernel hardness, 10 – obsah bílkovin – protein content

vou hmotností a množstvím jednotlivých čistých živin (dusík, fosfor a draslík), dodávaných rostlinám během jejich vegetace (tab. IV). Tato negativní korelace byla nalezena také v pokusech zaměřených na ovlivnění kvality ozimé pšenice dusíkatým hnojením (Batey, Reinisch, 1976). V souladu s citovanými a s některými dalšími autory (Scherronm et al., 1992) byla nalezena pozitivní korelace mezi obsahem bílkovin a současně obsahem mokrého lepku a dávkami dusíkatých živin.

Pro syntézu bílkovin v zrně je ovšem kromě dusíku dodávaného ve formě čistých živin také využíván dusík z půdních rezerv a v tomto případě sehrává velký vliv průběh počasí, resp. vodních srážek, a tím případného vodního stresu.

Dalším faktorem ovlivňujícím syntézu a akumulaci bílkovin v zrně je transport dusíkatých živin stonkem. Tento fakt může podpořit velmi vysoká kladná, statisticky velmi vysoce průkazná korelace mezi dávkami draselných živin a obsahem bílkovin a mokrého lepku v zrně (tab. IV). Jelikož existují statisticky vysoce průkazné kladné korelační vztahy mezi obsahem bílkovin a vazností vody těstem a tvrdostí zrna, není překvapující zjištění průkazných korelačních kladných koeficientů mezi dávkami dusíkatých a draselných živin a vazností, resp. tvrdostí zrna. Totéž lze konstatovat u negativní korelace mezi dávkami živin a objemovou hmotností, kde se vyskytuje u sledovaného souboru negativní vysoce průkazná korelace mezi obsahem bílkovin a objemovou hmotností.

ZÁVĚR

Sledováním parametrů technologické jakosti v souboru obsahujícím pět odrůd potravinářské pšenice

s různou pekařskou jakostí v pětiletém opakování byly zjištěny některé významné závěry. Především byl zaznamenán ročníkový pokles obsahu bílkovin, mokrého lepku a tvrdosti u sledovaných odrůd. Tento z hlediska technologické jakosti negativní jev je možné vysvětlit jak sníženým množstvím živin aplikovaných rostlinám (obr. 1), tak také vláhovým deficitem a teplým průběhem počasí v období měsíců červen až červenec, zvláště v klimaticky abnormálním roce 1994 (tab. I). Sestupný charakter měl dále sedimentační test a vaznost vody. Naopak vzestupný charakter byl nalezen pro bobtnání a objemovou hmotnost. Veškeré parametry byly statisticky velmi průkazně ovlivněny ročníkem a kromě objemové hmotnosti a tvrdosti zrna též genotypem.

Korelační analýza ukázala na řadu statisticky velmi průkazných pozitivních i negativních vztahů mezi parametry jakosti. Významné je zjištění vysokého korelačního koeficientu mezi obsahem bílkovin a mokrého lepku a dávkami draselných živin, které mohou mít souvislost s transportem živin stonkem. Jednotlivá zjištění této práce naznačují, že technologická kvalita pšenice není jednoduchou záležitostí, kterou lze popsat pomocí několika parametrů, ale pro její kompletní zjištění je nutné vyčerpávající studium všech podmínek, které ji ovlivňují.

LITERATURA

- AYOUB, M. – FREGEAU, J. – REID, J. – SMITH, D. L.: Evaluation of the SDS – sedimentation test for the assessment of eastern Canadian bread wheat quality. Can. J. Pl. Sci., 73, 1993: 995–999.
- BATEY, T. – REYNISH, D. J.: The influence of nitrogen fertilizer on grain quality in winter wheat. J. Sci. Fd Agric., 27, 1976: 983–990.

- BRANLARD, G. – ROUSSET, M. – LOISEL, W. – AUT-RAN, J.-C.: Comparison of 46 technological parameters used in breeding for bread wheat quality evaluation. *J. Genet. and Breed.*, 45, 1991: 263–280.
- FEILET, P.: Cereal chemistry and technology: A long past and a bright future. 9th Int. Cereal and Bread Congr. Paris, 1992.
- HAMER, R. J.: Quality cereals in a changing world. 14th ICC Congr. Hague, 1994.
- HÝŽA, V.: A microsedimentation method for evaluation of the breeding materials of wheat. *Genet. a šlecht.*, 22, 1986: 117–122.
- KULP, K. – LORENZ, K.: Changes in baking potential of starch and gluten wheat flour components caused by preharvest sprouting damage. *Proc. 7th Wld Cereal and Bread Congr. Praha*, 1982: 847–851.
- LESNÁ, L.: Naše poznatky z testovania pekárenskej kvality ozimnej pšenice. In: *Sbor. III. ved. Semin. Kvalita zrna pšenice*, Nitra, 1989: 91–94.
- LUKOW, O. M. – McVETTY, P. B. E.: Effect of cultivar and environment on quality characteristics of spring wheat. *Cereal Chem.*, 68, 1991: 597–601.
- McGUIRE, C. F. – BLACKWOOD, L. G.: End – use quality of montana – grown hard red spring compared to hard red winter wheat. *Can. J. Pl. Sci.*, 70, 1990: 629–637.
- PELTONEN, J.: Influence of environment and genotype on spring wheat yield and bread – making quality under Finnish conditions. *Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil and Pl. Sci.*, 42, 1992: 111–117.
- PETERSON, C. J. – GRAYBOSH, R. A. – BAENZIGER, P. S. – GROMBACHER, A. W.: Genotype and environment effects on quality characteristics of hard red winter wheat. *Crop Sci.*, 32, 1992: 98–103.
- POMERANZ, Y.: *Wheat: Chemistry and Technology*. St. Paul, Minnesota, AACC 1988.
- PRUGAR, J. – HRAŠKA, Š.: *Kvalita pšenice*. Bratislava, Príroda 1986.
- SHEROMM, P. – MARTIN, G. – BERGOIN, A. – AUT-RAN, J.-C.: Influence of nitrogen fertilization on the potential bread – baking quality of two wheat cultivars differing in their responses to increasing nitrogen supplies. *Cereal Chem.*, 69, 1992: 664–670.

Došlo 19. 5. 1995

Kontaktní adresa:

RNDr. Květoslav Hubík, Zemědělský výzkumný ústav, s. r. o., Havlíčkova 2787, 767 41 Kroměříž, Česká republika, tel.: 0634/42 61 26, fax: 0634/227 25

INZERCE

Redakce časopisu nabízí tuzemským i zahraničním firmám možnost inzerce na stránkách časopisu ROSTLINNÁ VÝROBA. Prostřednictvím inzerátů uveřejňovaných v našem časopise budou o vašich výrobcích informováni pracovníci z výzkumu a provozu u nás i v zahraničí.

Bližší informace získáte na adrese:

Redakce časopisu ROSTLINNÁ VÝROBA
k rukám RNDr. E. Stříbrné
Ústav zemědělských a potravinářských informací
Slezská 7
120 56 P r a h a 2

ADVERTISEMENT

The Editors of the journal offer to the Czech as well as foreign firms the possibility of advertising on pages of the ROSTLINNÁ VÝROBA (Plant Production) journal. Through your adverts published in our journal, the specialists both from the field of research and production will be informed about your products.

For more detailed information, please contact:

ROSTLINNÁ VÝROBA
attn. RNDr. E. Stříbrná
Ústav zemědělských a potravinářských informací
Slezská 7
120 56 P r a h a 2

VLIV NĚKTERÝCH PŘÍRODNÍCH BIOLOGICKY AKTIVNÍCH PREPARÁTŮ NA TVORBU VÝNOSU OZIMÉ PŠENICE A AKTIVITU GLUTAMÁTKINÁZY

THE EFFECT OF SOME NATURAL BIOLOGICALLY ACTIVE PREPARATIONS ON WINTER WHEAT YIELD FORMATION AND ACTIVITY OF GLUTAMATE KINASE

L. Vašáková, D. Hradecká, M. Jankovský

Czech University of Agriculture, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: In investigating the effect of pressed spinach juice and alginate preparation manufactured by BIO-ALGEE (Hamburg, Germany), formulated from algae *Ascophyllum nodosum*, on the yield and yield components of winter wheat and activity of glutamate kinase [E.C.2.7.2.11] in their leaves, a positive action of both natural preparations was found. Trials were carried out on the school plot in three replications. The seed was activated by spinach extract prepared from frozen spinach by manual pressing; 400 ml of diluted pressed juice was applied for 2.3 kg seed. Stands were sprayed with alginate preparation at the stage of five right leaves at a rate of 1.35 g alginate diluted in 1 l water per one experimental plot which corresponds to spraying at a rate of 3 l ha⁻¹. Plant material (leaves) for investigation of the activity of glutamate kinase was taken at the stage of five right leaves which corresponded to seven days after spraying by alginate preparation. In evaluation of yield and yield components the length of spike, grain number per spike, 1 000-kernel weight, number of plants per 1 m² and yield. As alginate, as its combination with spinach juice increased grain number in spike on average by 5 (11.3%) and 1 000-kernel weight (TKW), too, was higher by 1.43 in alginate (10.31%), in using both preparations by 1.51 g (10.33%). The highest increase in TKW value was attained in activation of the seed by spinach juice (by 2.8 g, i.e. by 19.2%). Average length of spike increased only as a result of alginate or combination of both preparations, that is by 1 cm. Marked increase in the yield was manifested only in combination of both substances, the yield was higher by 11.52% compared with the control (Tab. II). Activity of glutamate kinase was determined by the methodology which consisted in isolation of acetone powder from plant material and its extraction by buffer with subsequent centrifugation. A fraction, containing tested enzyme, was achieved from supernatant after salting out of (NH₄)₂SO₄ and subsequent purification. Its activity was determined by hydroxamate method after Yoshinaga et al. (1975). While application of spinach juice increased activity of enzyme by 11.25%, action of alginate was more marked (increase by 67.5%), synergic effect of parallel action of both preparations was not shown (increase by 65%) as can be seen in Fig. 1. Both preparations used have positive – stimulating effect on winter wheat.

alginate; winter wheat; glutamate kinase

ABSTRAKT: Špenátová šťáva a alginátový přípravek S-90 z *Ascophyllum nodosum* vykázaly jak jednotlivě, tak při současném působení při aplikaci na ozimou pšenici pozitivní vliv na výnosové ukazatele, výnos i aktivitu glutamátkinázy [E.C.2.7.2.11] v jejich listech. Ve výnosových ukazatelích a výnosu bylo dosaženo zvýšení až o 11 %, aktivita uvedeného enzymu se zvýšila o více jak dvě třetiny.

algináty; ozimá pšenice; glutamátkináza

ÚVOD

V současném trendu odklonu zemědělské výroby od čistě chemických zásahů se snahou nahradit jejich působení pomocí přírodních produktů se ve světě i u nás dostaly opět do popředí zájmu přírodní preparáty s obsahem biologicky aktivních látek, které vykazují v mnoha případech vysokou regulační, resp. stimulační

aktivitu a je jen otázkou času, kdy alespoň zčásti nahradí působení chemických zásahů.

Zejména u alginátových preparátů, které se v řadě případů již produkují průmyslově, je vysoce hodnocen jejich pozitivní ovlivnění rostlinné produkce, vycházející ze stimulačního působení na růst a vývoj rostlin. U alginátových přípravků z mořských řas byla prokázána stimulační účinnost na růst a vývoj řady kultur

ních plodin (Petr et al., 1980), projevující se zmohutněním jejich kořenového systému, vyšší odolností proti nízkým teplotám, chorobám a škůdcům. V důsledku tohoto působení se zvyšuje výnos těchto plodin.

Mnohé poznatky v tomto směru bádání jsou téměř historické. Povolný (1966) publikoval práci o zvýšení výnosu a zlepšení kvality okurek po použití extraktu z mořských řas. K analogickým výsledkům dospěl také Pederson (1986), který použil extrakt z kostřavy rákosovité na stimulaci klíčení u jetele bílého. Pozitivní vliv extraktu z loupaných brambor na klíčení a vzházení pšenice popsali Marburger et al. (1987). Podobný, velmi pozitivní vliv extraktu z brukve na růst rostlin publikoval Mandava (1988). Extrakt z *Ascophyllum nodosum* po aplikaci na kukuřici způsobil zvýšení hmotnosti kořenového systému až o 25 % oproti kontrole (Jeannin et al., 1991). Koncentrát ze stejné mořské řasy, aplikovaný při hydroponickém pěstování jarního ječmene, byl příčinou zvýšení růstu pokusných rostlin o 50 až 60 % oproti kontrole (Steveni et al., 1992). Téměř stejné jsou výsledky zkoumání vlivu alginátového preparátu Micro Mist 100 na výnos a výnosové ukazatele jarního ječmene při běžném způsobu pěstování (Hradecká, 1992).

V této práci jsme sledovali vliv dostupného alginátového přípravku a zvolené rostlinné šťávy (jak samostatně, tak synergicky) na výnosové prvky a výnos ozimé pšenice současně se sledováním jejich účinku na aktivitu glutamátkinázy [E.C.2.7.2.11]. Aktivita tohoto enzymu, který katalyzuje první reakci v biosyntéze prolinu (přeměnu kyseliny glutamové na γ -glutamylfosfát), je regulována na principu inhibice zpětnou vazbou prolinem (Baichová, 1969). Přítomnost intenzity této přeměny má významnou roli ve vývoji rostlin, neboť prolin je jednou z důležitých aminokyselin, ovlivňujících odolnost rostliny proti nepříznivým podmínkám a stimulujících tvorbu semen, a tím následně i výnos (Vašáková, Vomastková, 1992).

MATERIÁL A METODA

Ozimá pšenice odrůda Slavia byla pěstována na pokusném pozemku Agronomické fakulty ČZU v Praze v období září 1992 až červenec 1993. Vyseta byla na 12 parcelek o rozloze 4,5 m². Předplodinou byla luskovina. Půdní typ je černozem, půdní druh hlinitá půda.

I. Přehled pokusných variant – Survey of experimental treatments

Číslo ¹	Aktivace špenátovou šťávou ²	Postřik alginátem ³
1	ano ⁵	ne
2	ano	ano
3	ne ⁶	ano
4 (kontrola ⁴)	ne	ne

¹number, ²activation by spinach juice, ³spraying by alginate, ⁴control, ⁵yes, ⁶no

Průměrná teplota ve vegetačním období činila 8,91 °C, úhrn srážek za vegetační období 370,4 mm.

Alginátový preparát byl výrobkem firmy BIO-AL-GEEN (Hamburg). Je to extrakt z mořských řas *Ascophyllum nodosum*, který obsahuje cca 60 makro- i mikroprvků, aminokyseliny, sacharidy, lipidy, vitaminy, auxiny, giberelliny, cytokiny a polyuronové kyseliny nespecifikovaného složení. Porost byl ošetřen ve fázi sloupkování dávkou 1,35 g alginátu, naředěného do 1 l vody na jednu pokusnou parcelku, což odpovídá postřiku v dávce 3 l.ha⁻¹.

Špenátový výluh byl připraven tak, že 500 g zmrazeného špenátu o sušině 16,3 % bylo ponecháno rozmraznout a manuálním odlišováním bylo získáno 40 ml šťávy, která byla naředěna vodou na celkový objem 400 ml. Při aktivaci osiva bylo použito 400 ml naředěné odlišované šťávy na 2,3 kg osiva.

Rostlinný materiál (listy) ke sledování aktivity glutamátkinázy byl odebrán ve stadiu pěti pravých listů, což odpovídalo sedmi dnům po postřiku alginátovým preparátem. Aktivita glutamátkinázy byla stanovena publikovanou metodikou (Táborský, Vašáková, 1994).

Pokusné parcelky byly rozděleny do čtyř skupin po třech a pravidelně se střídaly na ploše pozemku. Každá skupina tvořila jednu variantu (tab. I). Během vegetace bylo sledováno vzházení a přezimování porostů, počet rostlin na 1 m², v době sklizně byl kontrolován počet klasů na 1 m² a délka klasů; posklizňový rozbor spočíval v hodnocení počtu zrn v klase, hmotnosti 1 000 zrn a výnosu na 1 ha.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Z výsledků pozorování vyplynulo, že špenátová šťáva vykazovala pozitivní účinek na vzházení semen. Ozimá pšenice byla v tomto pokusu zaseta na podzim 1993, přičemž září bylo teplotně normální, ale srážkově velmi suché. Vzházení porostu bylo tedy velmi pomalé. Jako první vzházely varianty ošetřené špenátovou šťávou, a to již 12 dní po zasetí, čímž se podstatně lišily od ostatních variant, které vzházely až po 19 dnech. Pozorování odpovídá poznatkům z literatury (Pederson, 1986; Mandava, 1988).

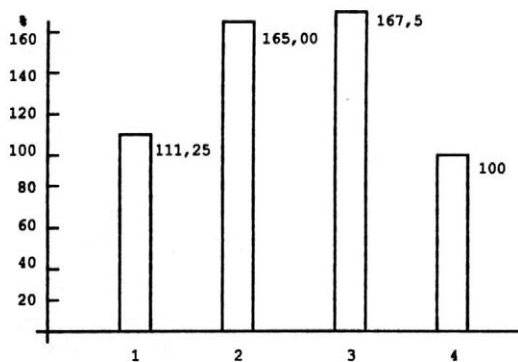
Výsledky stanovení aktivity glutamátkinázy v listech pokusných rostlin vykazovaly trend, který se analogicky projevuje i v hodnotách výnosu a výnosových prvků. Jestliže oba použité preparáty zvyšují aktivitu enzymu nebo způsobují zvýšení jeho koncentrace samostatně (aktivita se zvýšila na variantě 1 o 11,25 %, na variantě 3 o 67,5 %), jejich souběžné působení na variantě 2 nevykazuje nárůst (došlo ke zvýšení jen o 65 %), který by odpovídal součtu jejich působení. Spíše to naznačuje, že rozdíl obou naposled uvedených hodnot může být dán např. jen experimentální chybou (obr. 1).

Další sledované ukazatele (výnos a výnosové prvky) prokázaly analogické kladné působení obou použitých

II. Výnosové prvky a výnos ozimé pšenice – Yield components and winter wheat yield

Varianta ¹	1				2				3				4			
Výnosový prvek ²	Ø	s ²	s	V%	Ø	s ²	s	V%	Ø	s ²	s	V%	Ø	s ²	s	V%
HTS ³ (g)	48,45	1,71	1,309	2,702	47,16	0,46	0,675	1,431	47,08	0,15	0,382	0,811	45,65	0,21	0,458	1,004
Počet rostlin ⁴ (.m ⁻²)	326	32	5,656	1,735	345	258	16,06	14,66	302	224	14,97	4,957	316	15	3,873	1,223
Délka klasu ⁵ (cm)	7,95	0,91	0,957	12,12	8,55	0,68	0,823	9,619	8,6	0,56	0,748	8,685	7,68	0,61	0,781	10,16
Počet zrn v klasu ⁶	45,0	0,986	0,993	2,207	51,9	0,11	0,326	0,628	51,16	0,87	0,933	1,824	45,83	0,42	0,651	1,419
Výnos ⁷ (t.ha ⁻¹)	6,1	1,01	1,004	16,47	6,8	0,13	0,361	5,302	6,1	0,2	0,447	7,331	5,9	0,48	0,693	11,74

¹treatment, ²yield component, ³TKW, ⁴number of plants, ⁵spike length, ⁶number of grains per spike, ⁷yield



1. Aktivita glutamátkinázy listů ozimé pšenice v jednotlivých variantách – Activity of glutamate kinase of winter wheat leaves in different treatments

osa x: varianta – x axis: treatment
osa y: aktivita – y axis: activity

preparátů. Výsledky jsou shrnuty v tab. II. Výrazné rozdíly oproti kontrole byly např. zjištěny na variantách 2 a 3, kde se počet zrn v klasu v průměru zvýšil o 5 (11,3 %). Obě varianty vykázaly i zvětšení průměrné délky klasu cca o 1 cm. Značně se lišila (oproti kontrole) také hmotnost 1 000 semen (HTS). Zatímco na variantách 2 a 3 došlo ke zvýšení HTS přibližně stejně – na variantě 2 o 1,51 g (10,33 %) a na variantě 3 o 1,43 g (10,31 %), největšího nárůstu hodnoty HTS dosáhla varianta 1, a sice 2,8 g, tj. 19,2 %. Přitom varianta 2 vykazovala nejvyšší výnos (větší o 11,52 % oproti kontrole).

Z výsledků lze dále usoudit, a to přestože oba použité preparáty mají na ozimou pšenici pozitivní – stimulační účinek, že jejich souběžná aplikace (varianta 1 a 3 oproti variantě 2) již nevykazuje žádný podstatný nárůst naměřených hodnot. I tak bylo prokázáno, že špenátová šťáva a zvolený alginát příznivě působí jak na výnos a výnosové prvky, tak na aktivitu glutamátkinázy v ozimé pšenici.

Práce vznikla z podpory grantu G. A. 503/93/0217.

LITERATURA

- BAICHOVÁ, A.: Proline synthesis in *E. coli* and proline inhibitable glutamic acid kinase. *Biochem. Biophys. Acta*, 192, 1969: 462–467.
- HRADECKÁ, D.: Vliv aplikace alginátového přípravku Micro Mist 100 H na tvorbu výnosu a výnosové prvky tří odrůd jarního ječmene ve srovnání s cytokininem HBA. [Závěrečná zpráva.] Praha, VŠZ 1992. 65 s.
- JEANNIN, I. – LE SCURE, J. C. – MOROTGAUDRY, J. F.: The effects of aqueous seaweed sprays on the growth of maize. *Bot. Mar.*, 34, 1991 (6): 469–473.
- MANDAVA, N. B.: Plant growth promoting *Brassinosteroids*. *Ann. Rev. Pl. Physiol. Molec. Biol.*, 1988: 25–52.
- MARBURGER, J. E. – SAMMONS, D. J. – SCHAEFFER, G. W.: Effect of a modified potato medium on another culture of wheat. *Crop Sci.*, 27, 1987 (2): 351–354.
- PEDERSON, G. A.: White clover seed germination in agar containing tall fescue leaf extracts. *Crop Sci.*, 26, 1986 (6): 1248–1249.
- PETR, J. et al.: Tvorba výnosu hlavních polních plodin. Praha, SZN 1980. 447 s.
- POVOLNÝ, M.: Sledování účinnosti extraktu z mořských řas na výnos a jakost okurek. 1. sdělení. *Rostl. Výr.*, 39, 1966 (3): 335–340.
- STEVENI, C. M. – NORRINGTONDAVIES, J. – HANKINS, S. D.: Effect of seaweed concentrate on hydroponically grown spring barley. *J. Appl. Physiol.*, 1992 (4): 173–180.
- TÁBORSKÝ, J. – VAŠÁKOVÁ, L.: Vliv vybraných pesticidů na aktivitu glutamátkinázy v listech ozimé pšenice. *Rostl. Výr.*, 40, 1994 (4): 343–348.
- VAŠÁKOVÁ, L. – VOMASTKOVÁ, M.: Význam prolínu pro produkci rostlin. Praha, 1992. 68 s.
- YOSHINAGA, F. – TSUCHIDA, T. – OKUMURA, S.: Purification and properties of glutamate kinases required for L-proline and L-glutamine biosynthesis in *Brevibacterium flavum*. *Agric. Biol. Chem.*, 39, 1975 (6): 1269–1273.

Došlo 18. 1. 1995

Kontaktní adresa:

Ing. Ludmila Vašáková, CSc., Česká zemědělská univerzita, Česká republika, 165 21 Praha 6-Suchbát, tel.: 02/338 26 47, fax: 02/39 37 03

EFFECT OF PHOSPHATE FERTILIZATION ON THE POPULATIONS OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI

VLIV FOSFOREČNÉHO HNOJENÍ NA POPULACE ARBUSKULÁRNÍCH MYKORRHIZNÍCH HUB

M. Gryndler¹, J. Lipavský²

¹*Institute of Microbiology, Academy of Sciences of the Czech Republic, Czech Republic*

²*Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně, Czech Republic*

ABSTRACT: The tolerance of four populations of arbuscular mycorrhizal fungi to the increased long-term phosphate fertilization was studied in hydroponic experiment with four levels of phosphate and maize as a host. The levels of mycorrhizal infection indicators (frequency of infection, intensity of infection and arbuscule abundance in the infected root) decreased with increased concentration of phosphate in nutrient solution. The intensity of infection was slightly lower in treatments inoculated with the soil overfertilized with phosphate for 10 years. The interaction between field fertilization and concentration of phosphate in the nutrient solution as sources of variability was not found, indicating the equal tolerance of populations from phosphate fertilized and unfertilized soil to phosphorus. Parallel cultivation of fungal populations in soil under two nutritional regimes, using leek as a host, showed the significant influence of long term phosphate overfertilization to the species composition of populations.

Arbuscular mycorrhiza; phosphate; soil; hydroponic culture; mycorrhizal infection

ABSTRAKT: V hydroponickém pokusu s kukuřicí byla sledována tolerance čtyř populací arbuskulárních mykorrhizních hub k dlouhodobě zvýšenému fosforečnému hnojení. Hodnoty parametrů mykorrhizní infekce (frekvence infekce, intenzita infekce a četnost arbuskulů v infikovaných kořenech) se snižovaly se zvyšující se koncentrací fosfátu v živném roztoku. Intenzita infekce byla mírně snížena ve variantách inokulovaných půdou přehnojovanou fosfátem po 10 let. Nebyla však zjištěna interakce mezi vlivem koncentrace fosfátu v živném roztoku a vlivem fosforečného hnojení na poli, což svědčí o shodné toleranci populací přítomných ve fosforem hnojených a nehnojených půdách. Současná kultivace populací na rostlinách pórků v půdě ve dvou výživových režimech ukázala statisticky významný vliv dlouhodobého fosforečného přehnojování na jejich druhové složení.

Arbuscular mycorrhiza; fosfát; půda; hydroponická kultura; mykorrhizní infekce

INTRODUCTION

Phosphate fertilization is reported to be responsible for decrease in the colonization of the host plant root by arbuscular mycorrhizal fungi (Khan, 1972; Sanders et al., 1977). That is explicable as an action of the endogenous regulation mechanism, consisting in the changes of host root physiology (Koide, Li, 1990). The extent of root colonized is reduced by applications of phosphate that are either lower (Khan, 1972; Clarke, Mosse, 1981) or greater (Hayman et al., 1975) than those required for the maximum plant growth. Populations of arbuscular mycorrhizal fungi in soils regularly fertilized with phosphate are supposed to be modified in species composition, symbiotic efficiency and the tolerance to the phosphate, but it was not proved (Thomson et al., 1992). Modifications in the tolerance to high concentrations of phosphate in the population of arbuscular mycorrhizal fungi could be of great practical importance particularly if

they are followed by the decrease in the symbiotic efficiency of the fungi, e.g. the absorption and transport of phosphate or the non-nutritional effects.

In our present study we assessed whether long-term application of phosphate changed the tolerance of the population of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi to the phosphate, using the population starving for the phosphate as the control. We used the hydroponic cultivation system to this purpose because it is possible to keep the phosphate concentration in the wide range in this system. Parallely, the collection of planted soil samples was established to study the changes in the species composition of the populations.

MATERIAL AND METHODS

Four arable soils were selected for the research: soil of Vysoké (Northern Bohemia), soil of Třeboň (Southern Bohemia), soil of Hněvčevy and soil of Humpolec

I. Essential site characteristics (data were supplied by Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně)

Site	Mean temperature (°C)	Precipitation (mm/y)	Elevation (m)	Soil type (FAO nomenclature)
Vysoké	5.8	1 020	670	Dystric cambisol
Třeboň	7.8	627	433	Gleyic cambisol
Hněvčeves	8.3	594	265	Orthic luvisol
Humpolec	7.0	655	545	Dystric cambisol

II. History of experimental plots; doses of N, P and K (P – overfertilized by phosphorus, 0 – without phosphorus fertilization)

	Factor	Treatment	Vysoké		Třeboň		Humpolec		Hněvčeves	
			1990	1991	1990	1991	1990	1991	1990	1991
Fertilization (kg per hectare)	N	P	100	150	130	100	130	100	40	40
		0	100	150	130	100	130	100	40	40
	P	P	110	100	35	80	80	80	120	120
		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	K	P	102	149	100	70	70	70	100	100
		0	102	149	100	70	70	70	100	100
Soil analyses	P (ppm)	P	71	28	134	97	130	112	108	100
		0	68	24	48	36	22	39	53	45
	C (%)	P	1.63	ND	1.01	ND	1.44	1.66	1.05	ND
		0	1.89	ND	0.95	ND	1.22	1.34	0.99	ND
	pH	P	6.8	6.7	7.2	7.1	6.6	6.2	7.0	6.9
		0	6.9	6.7	7.4	7.5	6.7	5.8	6.8	6.8
Crops		P	B	T	WW	B	WW	B	A	A
		0	B	T	WW	B	WW	B	A	A

B – barley, T – potato, WW – winter wheat, A – alfalfa, ND – not determined

(last two from Eastern Bohemia). The site and soil characteristics are shown in Tab. I. The soil samples were collected in September of 1991 from two experimental plots (ca 25 m²): the plot fertilized for 10 years with standard doses of nutrients, except phosphorus (0 treatment) and the plot overfertilized (10 years) with phosphorus (P treatment), the doses of other nutrients being standard. 10 samples from one experimental plot were put together, sieved through a 2 mm sieve and well mixed to obtain the uniform inoculum for hydroponic experiment and infective growth substrate for collection of indigenous populations of AM fungi. The doses of N and P, soil total N, P (lactate extractable) and organic C (bichromate oxidation method) contents in the soils, as well as pH and cropping schedule for the last two years are shown in Tab. II.

In hydroponic experiment, maize plants (hybrid CE 240) were grown in plastic tubes (18 cm in height, 5 cm in diameter) sealed with gauze at the bottom, filled with perlite (particle diameter 0.5 to 3 mm), inoculated with 20 g soil from the tested field and supplied with nutrient solution. The nutrient solution contained (per litre): 246.5 mg MgSO₄·7H₂O, 307.0 mg Ca(NO₃)₂·4H₂O, 10.1 mg KNO₃, 307.7 mg Mg(NO₃)₂·6H₂O, 162.6 mg MgCl₂, 0.75 mg MnCl₂·4H₂O, 0.75 mg KI, 0.75 mg ZnSO₄·H₂O, 1.5 mg H₃BO₃, 0.001 mg CuSO₄·5H₂O, 8.0 mg FeNaEDTA and 0.00017 mg Na₂MoO₄·2H₂O.

To obtain 0.15, 0.32, 0.69 and 1.50 mM concentrations of phosphate, 1.0, 2.15, 4.61 and 10.0 ml phosphate buffer (0.15M, pH 7.0) was added per litre of solution.

Phosphate buffer contained (per litre) 8.17 g KH₂PO₄ and 20.54 g K₂HPO₄·3H₂O. Potassium concentration was balanced using the 0.15M potassium equivalent solution, consisting of 4.47 g KCl and 15.68 g K₂SO₄ per litre; 9.00, 7.85, 5.39 and 0.00 ml of this solution was added per litre of 0.15, 0.32, 0.69 and 1.50 mM phosphate nutrient solutions. Plants were cultivated under constant environmental conditions (16 hours' photoperiod, 330 μmol photons m⁻²·s⁻¹, 20 °C/70% r. h. day, 18 °C/75% r. h. night). Three plants inoculated with the soil from one experimental plot were grown in each phosphate treatment. The nutrient solution was renewed twice a week.

In the collection of the populations of arbuscular mycorrhizal fungi, the plants of leek cv. Elefant were used as a host to estimate the effect of phosphate fertilization on the occurrence of different fungal species in tested soils. Each plant was grown in plastic pot, 10 cm in diameter, filled with 150 g examined soil with 3 cm layer of the coarse sand at the bottom as a drain. Plants were watered approximately thrice a week and 10 ml of nutrient solution was added weekly to each pot. The nutrient solution contained macro- and micro-nutrients as the solutions used in the hydroponic experi-

III. Mycorrhizal infection parameters, frequency (F%), intensity (M%) and arbuscule content (A%), caused by populations of arbuscular mycorrhizal fungi from phosphate overfertilized (P) or unfertilized (0) field treatments; Pc indicate phosphorus concentration in dry shoot biomass (as mg), Pt indicate total shoot phosphorus (as mg per 1 g dry shoot weight) and Dw represents dry shoot biomass (as g per plant); results were obtained in hydroponic experiment (means, $n = 3$)

Soil	Parameter	Phosphorus levels (mM.l ⁻¹)							
		0.15		0.32		0.69		1.50	
		P	0	P	0	P	0	P	0
Vysoké	F%	90.1	84.4	90.1	77.7	86.6	83.7	90.0	75.5
	M%	30.4	35.2	27.4	24.0	17.2	13.8	15.6	23.0
	A%	20.6	23.4	18.7	15.1	10.5	9.2	10.8	15.9
	Pt	64.5	33.3	43.3	48.3	57.6	53.8	50.0	59.1
	Pc	6.62	5.83	7.22	5.52	6.57	5.90	8.93	7.81
	Dw	9.73	5.85	5.94	8.93	8.81	9.01	4.93	8.70
Třeboň	F%	91.6	94.4	79.1	77.1	77.8	91.7	72.2	75.0
	M%	36.6	45.7	23.2	24.4	28.3	25.8	17.1	12.3
	A%	29.1	36.8	15.1	16.5	20.2	16.7	10.9	7.0
	Pt	12.2	7.6	7.2	8.0	12.8	14.8	15.2	39.6
	Pc	7.36	6.04	6.88	6.66	9.25	7.47	9.33	8.28
	Dw	1.60	1.25	1.09	1.25	1.34	1.93	1.64	5.12
Hněvčeves	F%	81.1	83.3	64.6	77.8	61.6	80.2	65.5	70.1
	M%	24.4	21.8	15.1	16.2	8.1	19.2	8.6	18.0
	A%	18.8	17.2	10.2	10.8	3.8	13.1	5.3	11.5
	Pt	24.4	5.0	20.7	10.1	14.2	13.6	44.1	15.3
	Pc	5.38	5.59	6.21	6.15	9.36	8.12	8.21	7.88
	Dw	4.55	0.90	3.57	1.64	1.58	1.65	4.97	1.94
Humpolec	F%	84.4	92.3	87.9	88.3	92.2	89.0	84.4	91.1
	M%	31.3	53.8	26.5	29.3	27.5	31.8	34.1	31.4
	A%	24.4	41.8	17.7	20.6	18.6	21.1	27.1	23.5
	Pt	20.5	53.6	15.5	46.9	45.9	31.0	32.8	66.4
	Pc	5.97	5.01	5.94	6.26	5.52	7.72	9.22	7.83
	Dw	4.21	10.74	2.62	7.34	8.12	4.23	3.50	8.91

ment and either 0.32 (P treatment) or 0.00 (control – 0 treatment) mM phosphate per litre. 7.85 or 10 ml of potassium equivalent solution per litre was added to the solution used to supply the phosphate treatment or control plants. Plants were cultivated under constant environmental conditions (the same as for hydroponic experiment). Two plants, exposed to the soil from one experimental plot, were grown in each phosphate treatment.

After 8 weeks, the plants, root systems and growth substrate were removed and analyzed in the hydroponic experiment. The shoot dry matter was digested in concentration sulphuric acid – hydrogen peroxide (30%) mixture, 1 : 2 (temperature 360 °C) and analyzed for phosphate by phosphomolybdate complex spectrophotometry. The roots were cleared in 10% KOH, stained with Trypan blue and used to determine the infection parameters: frequency of mycorrhizal infection – F% (= percentage of infected root segments), intensity of infection – M% (= percentage of root cortex volume infected) and arbuscule content – A% (= percentage of root cortex volume containing arbus-

cules). All infection parameters were estimated using the method of Trouvelot et al. (1986).

Collection of the fungal populations was harvested after 20 weeks of cultivation. Plant fresh weight was estimated as well as the infection parameters (see above). Spores were extracted from soil samples using the soil sieving (sieves of 0.05, 0.09 and 0.25 mm mesh), followed by the centrifugation in 2.5 M sucrose for 5 minutes. After washing out the sucrose, the spores were sorted to the morphologically distinct groups, put into polyvinyl alcohol-lactophenol on slides and observed.

Data were analyzed by three-way ANOVA and Duncan method of multiple range analysis.

RESULTS

Tab. III shows three mycorrhizal infection parameters, shoot dry biomass, phosphorus concentration in shoot biomass and total phosphorus content in shoots under the four phosphorus concentrations in hydro-

Source of variability	Level	F%	M%	A%	Pc	Pt	Dw
Field P fertilization (a)	0	83.2	26.6	18.8	6.8	31.6	5.0
		a	a	a	b	a	a
	P	81.2	23.2	16.3	7.4	29.6	4.3
		a	b	a	a	a	a
Significance		ns	*	ns	*	ns	ns
P in nutrient solution (b)	0.15	87.7	34.9	26.4	6.0	27.6	4.9
		a	a	a	c	b	a
	0.32	80.3	23.3	15.6	6.4	25.0	4.0
		b	b	b	c	b	a
	0.69	82.8	21.4	14.1	7.5	30.4	4.6
		ab	b	b	b	ab	a
	1.50	78.0	20.0	14.0	8.5	39.4	5.0
		b	b	b	a	a	a
Significance		**	***	***	***	*	ns
Soil (c)	Vysoké	84.8	23.3	15.4	6.8	50.3	7.8
		ab	b	b	ab	a	a
	Třeboň	82.4	26.7	19.0	7.7	14.7	1.9
		b	b	b	a	c	c
	Hněvčeves	73.0	16.4	11.3	7.1	18.4	2.6
		c	c	c	ab	c	c
	Humpolec	88.7	33.2	24.4	6.7	39.1	6.2
		a	a	a	b	b	b
Significance		***	***	***	ns	***	***
Interaction	a x b	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	a x c	**	ns	ns	ns	**	**
	b x c	ns	*	*	ns	ns	ns
	a x b x c	ns	ns	ns	ns	ns	*

Means marked by the same letter do not differ from Duncan method of multiple range analysis at $P \leq 0.05$; ns, not significant; *, **, ***, the probability of completely residual variability in scales of means or in interactions is $P \leq 0.05$, $P \leq 0.01$ and $P \leq 0.001$, respectively

ponic experiment. As it is evident from statistical analysis of the data (Tab. IV), soils differ significantly in the infection parameters as well as in the total shoot dry biomass (Dw) and total shoot phosphorus content (Pt). The concentration of phosphate (Pc) in shoots was in negative correlation to dry biomass. The increasing concentration of phosphate in nutrient solution is reflected in significantly decreasing values of all three infection parameters, the greatest difference was obtained between 0.15 and 0.32 mM phosphate concentrations. Content of phosphate in shoot biomass increased with increasing solution phosphate level, plant dry biomass remaining unchanged. Field phosphate fertilization slightly (but significantly) decreased the intensity of infection (M%) and increased the phosphorus concentration in shoot biomass. Interaction between field phosphate fertilization and the phosphate concentration in the nutrient solution was insignificant for all variables followed, but interactions of the third factor, soil, with at least one of other two factors were significant for infection parameters, shoot total phosphorus and dry shoot biomass.

The data of infection parameters, plant fresh weight and sporulation in the collection are in Tab. V and the

statistical analysis of the data in Tab. VI. Infection parameters were not influenced by the phosphate fertilization in the field as well as the number of spores and the plant fresh weight (Fw). The only variable influenced (increased) by the phosphate supply in the nutrient solution was intensity of infection (M%). The interaction between field phosphate fertilization and the phosphate supply in the nutrient solution was not significant for any of the followed variables.

The highest spore counts were obtained in Třeboň and Hněvčeves soils, which are lower in the organic carbon (Tab. II). Four major types of spores were extracted from the pot cultures in the collection (Tab. VII). First spore type was identified as single spores of *Glomus mosseae* (Nicolson et Gerdemann) Gerdemann et Trappe. Second type are spore clusters, sporocarps of *G. mosseae*. Third type was determined as *Glomus fistulosum* Skou et Jakobsen, the fourth is characterized by the dark brown spores 180 to 230 μm in diameter, closely resembling the species *Glomus geosporum* (Nicolson et Gerdemann) Walker. This spore type is the most frequent in soil of Vysoké unfertilized with phosphate in the field. Except for the soil of Hněvčeves, where it was not found, it was al-

V. Mycorrhizal infection parameters, frequency (F%), intensity (M%) and arbuscule content (A%), caused by populations of arbuscular mycorrhizal fungi from phosphate overfertilized (P) or unfertilized (0) field treatments; Fw indicate fresh plant biomass (as g per plant) and Sp indicate the total spore count per 100 g substrate; results were obtained in collection of the fungi (means, $n = 2$)

Soil	Parameter	Phosphorus levels (mM.l ⁻¹)			
		0.0		0.32	
		P	0	P	0
Vysoké	F%	76.6	61.6	88.3	85.2
	M%	18.8	23.3	54.1	46.1
	A%	7.3	14.6	2.3	5.9
	Fw	13.0	13.6	11.8	14.3
	Sp	2 325	2 150	4 425	2 075
Třeboň	F%	75.6	83.3	80.0	85.3
	M%	20.6	25.6	30.5	28.4
	A%	5.9	8.3	18.2	7.6
	Fw	7.9	9.4	6.6	9.6
	Sp	3 350	9 075	4 075	6 975
Hněvčeves	F%	83.3	74.2	65.5	68.9
	M%	11.4	22.2	24.7	13.4
	A%	0.7	3.9	9.1	1.6
	Fw	9.8	10.9	9.6	10.9
	Sp	5 625	4 100	6 400	3 250
Humpolec	F%	69.9	85.0	74.9	79.5
	M%	25.0	33.1	39.0	42.3
	A%	3.7	2.8	13.6	14.2
	Fw	12.5	11.5	13.3	12.7
	Sp	2 375	1 550	2 850	2 550

VI. Three-way analysis of variance of data from Tab. V; for abbreviations see Tab. V

Source of variability	Level	F%	M%	A%	Fw	Sp
Field P fertilization (a)	0	77.9	29.3	7.4	11.6	3 966
		a	a	a	a	a
	P	76.8	28.0	7.6	10.6	3 928
Significance		a	a	a	a	a
		ns	ns	ns	ns	ns
P in nutrient solution (b)	0.00	76.2	22.5	5.9	11.1	3 818
		a	b	a	a	a
	0.32	78.4	34.8	9.0	11.1	4 075
Significance		a	a	a	a	a
		ns	**	ns	ns	ns
Soil (c)	Vysoké	77.9	35.6	7.5	13.2	2 744
		a	a	ab	a	bc
	Třeboň	81.0	26.3	10.0	8.4	5 869
		a	ab	a	c	a
	Hněvčeves	72.9	17.9	3.8	10.3	4 844
		a	b	b	b	ab
	Humpolec	77.4	34.8	8.6	12.5	2 331
		a	a	ab	a	c
	Significance	ns	**	ns	***	*
	Interaction a x b	ns	ns	ns	ns	ns
Interaction	a x c	ns	ns	ns	ns	*
	b x c	ns	ns	*	ns	ns
	a x b x c	ns	ns	ns	ns	ns

For significance symbols see Tab. IV

VII. Occurrence of different spore types (as percentage of total spore counts) in the collection of soil populations of arbuscular mycorrhizal fungi; spore types: 1 – single spores of *Glomus mosseae*, 2 – sporocarps of *G. mosseae*, 3 – *G. fistulosum*, 4 – brown spores, 5 – *Acaulospora* sp.

Soil	Fertilization		Pot	Spore types					
	field	culture		1.	2.	3.	4.	5.	other
Vysoké	0	0	1	35	0	13	33	0	19
	0	0	2	35	3	17	30	0	15
	0	P	1	50	0	27	16	0	7
	0	P	2	38	0	13	40	0	9
	P	0	1	13	6	61	3	0	17
	P	0	2	37	1	57	5	0	0
	P	P	1	65	0	32	3	0	0
	P	P	2	60	4	31	5	0	0
Třeboň	0	0	1	2	7	90	1	0	0
	0	0	2	4	0	90	6	0	0
	0	P	1	3	7	75	15	0	0
	0	P	2	2	1	93	4	0	0
	P	0	1	4	19	73	4	0	0
	P	0	2	4	11	78	7	0	0
	P	P	1	4	12	81	3	0	0
	P	P	2	9	3	86	2	0	0
Hněvčeves	0	0	1	98	0	0	0	0	2
	0	0	2	97	0	0	0	0	3
	0	P	1	96	3	0	0	0	1
	0	P	2	95	1	0	0	0	4
	P	0	1	94	1	0	0	0	5
	P	0	2	92	1	0	0	0	7
	P	P	1	88	3	0	0	0	9
	P	P	2	94	4	0	0	0	2
Humpolec	0	0	1	56	0	24	18	2	0
	0	0	2	85	4	0	11	0	0
	0	P	1	90	0	0	7	0	3
	0	P	2	49	6	33	12	0	0
	P	0	1	76	0	19	0	0	5
	P	0	2	82	0	0	16	2	0
	P	P	1	94	0	0	6	0	0
	P	P	2	51	0	44	5	0	0

ways less abundant in treatments fertilized with phosphate in the field and this was confirmed by ANOVA test (Tab. VIII) as significant.

In Vysoké soil, *Glomus fistulosum* was more frequent in treatment fertilized with phosphate in the field (Tab. VII). In other soils, this effect was not observed and ANOVA did not show a significance of effect of field phosphate fertilization on *G. fistulosum* occurrence in cultures.

DISCUSSION

Hydroponic experiment was designed to put down the changes in the tolerance (Sylvia, Schenck,

1983) of indigenous AM fungal populations to the increased phosphate fertilization in the field. We suspected two different trends: (i) the suppression of mycorrhizal infection in treatments supplied with nutrient solutions high in the phosphate and (ii) more extensive infection in roots inoculated with soil heavily fertilized with phosphate compared to the control soil not phosphate fertilized, both under high phosphate concentrations in the solution. Whereas the former trend, reflecting the general features of mycorrhizal symbiosis (Black, Tinker, 1979) was directly confirmed, the latter could be evaluated for the infection parameters as interaction between the effects of field phosphate fertilization and phosphate level in the nutrient solution as sources of variability in hydroponic experi-

Source of variability	Level	Spore types			
		1.	2.	3.	4.
Field P fertilization (a)	0	52.2	2.0	29.7	12.1
		a	a	a	a
	P	54.2	4.1	35.1	3.7
		a	a	a	b
Significance		ns	ns	ns	***
P in nutrient solution (b)	0.00	50.9	3.3	32.6	8.4
		a	a	a	a
	0.32	55.5	2.8	32.2	7.4
		a	a	a	a
Significance		ns	ns	ns	ns
Soil (c)	Vysoké	41.6	1.8	31.4	16.9
		c	b	b	a
	Třeboň	4.0	7.5	83.3	5.3
		d	a	a	bc
	Hněvčoves	94.3	1.6	0.0	0.0
		a	b	d	c
	Humpolec	72.9	1.3	15.0	9.4
		b	b	c	b
Significance		***	**	***	***
Interaction a x b		ns	ns	ns	ns
a x c		ns	ns	*	**
b x c		ns	ns	ns	ns
a x b x c		ns	ns	ns	ns

For significance symbols see Tab. IV

ment. Such interaction was not found and we concluded that 10 year phosphate fertilization of the field did not change significantly the tolerance of AM fungal populations to phosphate. The same result was obtained in pastures by Thomson et al. (1992) using the direct field observations.

The composition of fungal populations, followed using the cultivation the test plants in the examined soil, was found to be changed by the field phosphate fertilization what is demonstrated on the relative spore frequencies at least of one type what agrees with the results of Thomson et al. (1992). There are some reports of the changes of sporulation of AM fungi under increased phosphate supply (Black, Tinker, 1979; Sylvia, Schenck, 1983). In our study, we did not observe such an effect and the sporulation was dependent only on the source soil, perhaps on the soil organic carbon (Johnson et al., 1991a). It was also reported before that the composition of populations is sensitive to different factors, e.g. cropping history (Johnson et al., 1991b), what may be another possible explanation of differences found.

Our results indicate that the adaptation of soil populations of AM fungi consists in changes in species composition rather than in the adaptation of fungi to higher phosphate supply to the soil in agreement with findings

of Thomson et al. (1992). They concluded that their findings can be attributed to insufficient genetic variability and selection pressure for the selection of P-tolerant strains of mycorrhizal fungi. The fact, which is interesting (and contradictory to such a fact) is that there is some selection of strains (or suppression, in our case), but these strains are not remarkably tolerant (or less tolerant) to phosphate fertilization in sense of causing higher infection levels, compared to the non-selected population. There are two possible explanations: (i) phosphate fertilization influences only the sporulation of selected strains (species) or (ii) the factor, determining the development of the fungus in the soil under the conditions of high phosphate doses is not related to the root infection, followed in our observations.

Thus, we cannot reject the idea of adaptation of AM fungi in general. There are reports of variability in features of different geographic isolates of one fungal species (Stahl, Smith, 1984; Haas, Krikun, 1985; Hepper et al., 1988; Stahl et al., 1990). This variability can be estimated as the evidence of evolutionary plasticity of AM fungi, too slow to be significantly manifested (in experiments with the real resolution) after 10 years of changed environmental parameters. Nevertheless, we believe that this problem could be a fruitful subject for the future research.

Acknowledgments

The authors are very grateful to dr. Ch. Walker (Forestry Commission, Roslin, UK) for identification of two species of mycorrhizal fungi found in examined soils (*Glomus mosseae* and *G. fistulosum*), and to our ex-colleague, dr. H. Vejsadová for help with estimation of phosphorus content in plant biomass.

The research was supported by the Project No 783/03-2 of the CS Federal Ministry for Strategic Planning.

REFERENCES

BLACK, R. L. B. – TINKER: The development of endomycorrhizal root systems. II. Effects of agronomic factors and soil conditions on the development of vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in barley and on the spore density. *New Phytol.*, 83, 1979: 401–413.

CLARKE, C. – MOSSE, B.: Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. XII. Field inoculation responses of barley at two soil P levels. *New Phytol.*, 87, 1981: 695–703.

HAAS, J. H. – KRIKUN, J.: Efficacy of endomycorrhizal fungus isolates and inoculum required for growth response. *New Phytol.*, 100, 1985: 613–621.

HAYMAN, D. S. – JOHNSON, A. M. – RUDDLESIDIN, I.: The influence of phosphate and crop species on *Endogone* spores and vesicular-arbuscular mycorrhiza under field conditions. *Pl. and Soil*, 43, 1975: 489–495.

HEPPER, C. M. – SEN, R. – AZCON-AGUILAR, C. – GRACE, C.: Variation in certain isozymes amongst different geographical isolates of the vesicular arbuscular mycorrhizal fungi *Glomus clarum*, *Glomus monosporum* and *Glomus mosseae*. *Soil Biol. and Biochem.*, 20, 1988: 51–59.

JOHNSON, N. C. – PFLEGER, F. L. – CROOKSTON, R. K. – SIMMONS, S. R. – COPELAND, P. J.: Vesicular-arbuscular mycorrhizae respond to corn and soybean cropping history. *New Phytol.*, 117, 1991b: 657–663.

JOHNSON, N. C. – ZAK, D. R. – TILMAN, D. – PFLEGER, F. L.: Dynamics of vesicular-arbuscular mycorrhizae during old field succession. *Oecologia*, 86, 1991a: 349–358.

KHAN, A. G.: The effect of vesicular-arbuscular mycorrhizal associations on growth of cereals. I. Effects on maize growth. *New Phytol.*, 71, 1972: 613–619.

KOIDE, R. T. – LI, M.: On host regulation of the vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *New Phytol.*, 114, 1990: 59–74.

SANDERS, F. E. – TINKER, P. B. – BLACK, R. L. B. – PALMERLEY, S. M.: The development of endomycorrhizal root systems. I. Spread of infection and growth promoting effects with four species of vesicular-arbuscular endophytes. *New Phytol.*, 78, 1977: 257–268.

SYLVIA, D. M. – SCHENCK, N. C.: Application of superphosphate to mycorrhizal plants stimulates sporulation of phosphorus-tolerant vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytol.*, 95, 1983: 655–661.

STAHL, P. D. – CHRISTENSEN, M. – WILLIAMS, S. E.: Population variation in the mycorrhizal fungus *Glomus mosseae*: uniform garden experiments. *Mycol. Res.*, 94, 1990: 1070–1076.

STAHL, P. D. – SMITH, W. K.: Effects of different geographic isolates of *Glomus* on the water relations of *Agropyron smithii*. *Mycologia*, 76, 1984: 261–267.

THOMSON, B. D. – ROBSON, A. D. – ABBOTT, L.: The effect of long-term applications of phosphorus fertilizer on populations of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in pastures. *Austral. J. Agric. Res.*, 43, 1992: 1131–1142.

TROUVELOT, A. – KOUGH, J. – GIANINAZZI-PEARSON, V.: Estimation of VA mycorrhizal infection levels. Research for methods having a functional significance. In: GIANINAZZI-PEARSON, V. – GIANINAZZI, S. (eds): *Physiological and genetical aspects of mycorrhizae*. Versailles, INRA, Serv. Publ. 1986: 223–232.

Received on May 19, 1995

Contact Address:

RNDr. Milan Gryndler, Mikrobiologický ústav AV ČR, Vídeňská 1083, 142 20 Praha 4, Česká republika, tel.: 02/475 23 82, fax: 02/471 57 43

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 úhozů na řádku, mezi řádky dvojité mezery), k rukopisu je vhodné přiložit disketu s prací pořízenou na PC v některém textovém editoru, nejlépe v T602. 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 zkratk nepoužívat.

Název práce (titul) nemá přesáhnout 85 úhozů. 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 nedostatecích 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. Tables, figures and photos shall be enclosed separately. The text must contain references to all these annexes.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

OBSAH - CONTENTS

Kováč K.: Produkcia biomasy v dvoch osevných postupoch pri rôznom hnojení a obrábaní pôdy – Biomass production in two crop rotation at different fertilization and soil tillage	493
Karabínová M., Procházková M.: Vplyv odrôd, spôsobov sejby a ročníka na formovanie úrody ozimnej pšenice – The effect of varieties, ways of seeding and year on winter wheat yield formation	499
Váňová M., Spitzer T.: Reakce odrůd ozimé pšenice na aplikaci chlortoluronu – Different responses of winter wheat cultivars to chlortoluron	505
Haberle J., Svoboda P., Bláha L.: Porovnání hmotnosti nadzemních částí a kořenů starých a současných odrůd ozimých obilnin – The comparison of shoot and root production in old and new cultivars of winter cereals	511
Vnuk L., Ložek O.: Vplyv dusíkatej výživy na úrodu ozimnej pšenice – The effect of nitrogen nutrition on winter wheat yield	517
Hubík K.: Vliv hnojení a ročníku na jakost potravinářské pšenice – The effect of fertilization and year on the bread wheat quality	521
Vašáková L., Hradecká D., Jankovský M.: Vliv některých přírodních biologicky aktivních preparátů na tvorbu výnosu ozimé pšenice a aktivitu glutamátkinázy – The effect of some natural biologically active preparations on winter wheat yield formation and activity of glutamate kinase	529
Gryndler M., Lipavský J.: Effect of phosphate fertilization on the populations of arbuscular mycorrhizal fungi – Vliv fosforečného hnojení na populace arbuskulárních mykorrhizních hub	533