

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

ROSTLINNÁ VÝROBA

Plant Production

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

ODBORNÁ KNIHOVNA
ministerstva zemědělství
České republiky
PRAHA 1 · TĚŠNOV č. 17

1

VOLUME 44
PRAHA
LEDEN 1998
CS ISSN 0370-663X

ROSTLINNÁ VÝROBA

PLANT PRODUCTION

Mezinárodní vědecký časopis vydávaný z pověření Ministerstva zemědělství České republiky a pod gescí České akademie zemědělských věd

An international journal published under the authorization by the Ministry of Agriculture and under the direction of the Czech Academy of Agricultural Sciences

Redakční rada – Editorial Board

Předseda – Chairman

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

Členové – Members

Prof. Dr. Márta Birkás (Agrártudományi Egyetem, Gödöllő, Hungária)

Ing. Helena Donátová, CSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)

Prof. Ing. Václav Fric, DrSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)

Prof. Dr. Günter Kahnt (Institut für Pflanzenbau und Grünland, Universität Hohenheim, Stuttgart, BRD)

Prof. Ing. Josef Kozák, DrSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)

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

Ing. Timotej Mištin, CSc. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Piešťany, SR)

Doc. Ing. Jan Moudrý, CSc. (Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, České Budějovice, ČR)

Prof. RNDr. Lubomír Nátr, DrSc. (Karlova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Praha, ČR)

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

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

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

Doc. Ing. Vlastimil Rasocha, CSc. (Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod, ČR)

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

Doc. Ing. Ladislav Slávik, DrSc. (Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, ČR)

Prof. Ing. Václav Vaněk, CSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)

Ing. Marie Váňová, CSc. (Zemědělský výzkumný ústav, Kroměříž, ČR)

Prof. Ing. Karel Vofšiek, CSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)

Doc. Ing. František Vrkoč, DrSc. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, ČR)

Prof. Dr. hab. Kazimiera Zawiślak (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 44 vychází v roce 1998.

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.: 02/24 25 79 39, fax: 02/24 25 39 38, e-mail: editor@login.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 1998 je 744 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 44 appearing in 1998.

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.: 02/24 25 79 39, fax: 02/24 25 39 38, e-mail: editor@login.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 1998 is 177 USD (Europe), 195 USD (overseas).

OBSAH ŽELEZA, MANGANU A MĚDI V HLÍZÁCH VELMI RANÝCH ODRŮD BRAMBOR

IRON, MANGANESE AND COPPER CONTENT IN TUBERS OF VERY EARLY POTATO VARIETIES

J. Hlušek¹, M. Jůzl¹, J. Zrůst²

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

²Research Institute for Potato Growing, Havlíčkův Brod, Czech Republic

ABSTRACT: The contribution presents the contents of iron, manganese and copper in tubers of four very early potato varieties (Impala, Ukama, Krystala, and Koruna). The results were obtained in exact field trials in two different production regions (Žabčice u Brna – 184 m above sea level and Valečov u Havlíčkova Brodu – 460 m above sea level) in the years 1994 to 1996. Differences in iron content were statistically significant. The highest iron content was recorded in tubers of the Ukama variety (3.76 mg.kg^{-1}), the lowest one was in the Impala variety (3.15 mg.kg^{-1}). Increase of nitrogen dose from 60 to 120 kg.ha^{-1} decreased the concentration of iron in tubers by 0.2 mg.kg^{-1} (6%). The effect of a site was not manifested. Tubers were marked significantly by the highest iron content in 1996 (3.72 mg.kg^{-1}). Holland varieties cumulated significantly less manganese (Impala 0.71 mg.kg^{-1} , Ukama 0.78 mg.kg^{-1}) compared with the Czech varieties (Krystala 0.86 mg.kg^{-1} , Koruna 0.81 mg.kg^{-1}). The dependence of manganese content on the nitrogen dose was not confirmed. Significant difference was found among sites from Valečov concentrations were lower by 25%. The highest manganese content had tubers in 1995 (0.96 mg.kg^{-1}), while the lowest one was in 1996 (0.56 mg.kg^{-1}). Copper contents did not reach in any case the permitted limit. At the same time, Holland varieties were marked by higher concentrations (Impala 1.06 mg.kg^{-1} and Ukama 1.12 mg.kg^{-1}). When copper was taken, synergic influence of nitrogen was manifested. At Žabčice site average copper content was 1.41 mg.kg^{-1} , at Valečov it was lower by 52.5% (0.67 mg.kg^{-1}). In all varieties the significant influence of a year was recorded. Tubers in the year 1994 were marked by the highest copper content (1.24 mg.kg^{-1}).

potatoes; very early varieties; nitrogen nutrition; site; iron, manganese and copper contents

ABSTRAKT: V polních pokusech na dvou rozdílných lokalitách (Žabčice u Brna – 184 m n. m. a Valečov u Havlíčkova Brodu – 460 m n. m.) při dvou dávkách dusíku (60 a 120 kg.ha^{-1}) byl sledován obsah železa, manganu a mědi v hlízách čtyř velmi raných odrůd brambor (Impala, Ukama, Krystala a Koruna). Obsah železa kolísal od $3,15 \text{ mg.kg}^{-1}$ (odrůda Impala) do $3,76 \text{ mg.kg}^{-1}$ (odrůda Ukama). Holandské odrůdy kumulovaly méně manganu než odrůdy české. Obsah mědi byl po celé pokusné období na obou lokalitách pod povoleným limitem 3 mg.kg^{-1} čerstvých hlíz a vyšší koncentraci se vyznačovaly odrůdy holandské (Impala $1,06 \text{ mg.kg}^{-1}$ a Ukama $1,12 \text{ mg.kg}^{-1}$). Při zvýšení dávky dusíku ze 60 na 120 kg.ha^{-1} se koncentrace železa v hlízách snížila, obsah mědi se zvýšil a u manganu se vliv dusíku neprojevil. Ve Valečově byl zjištěn průkazně nižší obsah manganu a mědi v hlízách než v Žabčicích. V případě železa nebyl mezi lokalitami podstatný rozdíl. Rok 1996 se vyznačoval významně sníženým obsahem manganu a mědi a zvýšenou koncentrací železa v hlízách.

brambory; velmi rané odrůdy; výživa dusíkem; stanoviště; obsah železa, manganu a mědi

ÚVOD

Kulturní plodiny (někdy i odrůdy) se liší svými požadavky a citlivostí na mikroelementy. Existují i rozdíly v jejich schopnosti přijímat tyto živiny z půdy, což se projevuje v minerálním složení jednotlivých rostlinných orgánů.

Obsah železa, manganu a mědi v hlízách brambor je velmi významný jak z nutričního, tak i z hygienického hlediska. Pokud dosáhne vyšších hodnot, mohou se tyto prvky stát cizorodými s negativním dopadem na rostlinu i zdraví člověka.

Machelett et al. (1990) sledovali kontaminaci bramborových hlíz mědi z půdy hnojené kanalizačními kaly. Nebyla přitom zjištěna významná korelační závislost. Co se týče vlivu mědi na výnos polních plodin včetně brambor, neprojevila se, jak uvádí Strnad et al. (1991), dávka 10 mg.kg^{-1} půdy. Zvýšení dávky na desetinásobek vyvolalo snížení výnosu o 30 až 71 %.

Uhnák, Rippel (1990) nedoporučují pěstovat zeleninu včetně konzumních brambor v okolí závodu na zpracování nikelné rudy z důvodu vysokého nebezpečí kontaminace hlíz nejen niklem, ale také mědi a manganem. Ke zvýšení obsahu železa v půdách a rostlinách mů-

že dojit v okolí železáren. Curzydło (1988) uvádí, že půdy vzdálené 6 km od železáren vykazovaly mírný nárůst těžkých kovů včetně železa. Účinek na rostliny byl zaznamenán až do vzdálenosti 18 km ve směru převládajících větrů. U brambor zjistil zmíněný autor větší akumulaci ve slupkách než v dužnině. Garmas (1984) na základě zkušeností s pěstováním zeleniny a brambor v různých vzdálenostech od průmyslových podniků řadí měď mezi prvky, které se hromadí ve větším množství v orgánech rostlin, které neslouží jako potrava. Baerug, Martinsen (1977) prokázali, že obsah mědi v hlízach brambor byl i na kontaminované půdě po aplikaci kanalizačních kalů podlimitní.

Hlavním cílem naší práce je zhodnocení obsahu železa, manganu a mědi v hlízech čtyř velmi raných odrůd brambor pěstovaných během tří let na dvou různých lokalitách s přirozeným obsahem těchto prvků a při dvou úrovních hnojení dusíkem. Výsledky jsou součástí grantového projektu *Stabilita produkce a kvality velmi raných brambor*, jehož nositelem je VÚB Havlíčkův Brod a spoluřešitelem MZLU Brno (GA ČR, 503/95/0185).

MATERIÁL A METODA

V letech 1994 až 1996 byly na dvou stanovištích (Žabčice a Valečov) uskutečněny přesné polní pokusy. V prvním případě jde o pozemky pokusného objektu na školním zemědělském podniku MZLU v Brně. ŠZP se nachází v kukuřičném výrobním typu v nadmořské výšce 184 m a jsou zde těžké půdy. Současně byly vedeny pokusy na pokusné stanici Valečov, která patří VÚB v Havlíčkově Brodě. Jde o oblast, pro kterou jsou charakteristické lehčí až střední půdy v nadmořské výšce 460 m.

Před založením pokusů byly provedeny chemické analýzy půdních vzorků. Výsledky jsou uvedeny v tab. I.

Obsah fosforu, draslíku, vápníku a hořčíku byl stanoven metodou podle Mehlich II, obsah mikroelementů ve výluhu 2M HNO₃. Z naměřených hodnot vyplývá, že půdní reakce se na obou lokalitách pohybovala v oblasti kyselé až neutrální. Žabčická zemina se vyznačovala dobrým až vysokým obsahem fosforu, vyhovujícím obsahem draslíku při dobré až vysoké zásobě hořčíku a vysoké zásobě vápníku. Na pokusné stanici ve Valečově byla zemina vysoce zásobena fosforem, obsah draslíku se pohyboval od kategorie dobré zásobenosti po vysokou při vyhovující hladině hořčíku. Obsah vápníku byl nízký až dobrý.

Zásoba mědi v půdě byla ve všech případech podlimitní. Hladinu železa a manganu lze (Beněš, 1993) považovat za přirozenou, což platí i pro měď.

Do pokusů byly zařazeny čtyři velmi rané odrůdy brambor (Impala, Ukama, Krystala a Koruna). Pokusy byly zakládány metodou kolmo dělených dílců se čtyřmi opakováními do jednotného sponu 750 x 250 mm, což představuje hustotu porostu 53 300 rostlin.ha⁻¹. Brambory byly hnojeny dvěma dávkami dusíku (60 a 120 kg.ha⁻¹), ostatní živiny byly aplikovány jednotně v dávce 50 kg

I. Výsledky chemických analýz půdních vzorků – Results of chemical analyses of soil samples

Lokalita ¹	pH/KCl		P (mg.kg ⁻¹)			K (mg.kg ⁻¹)			Ca (mg.kg ⁻¹)			Mg (mg.kg ⁻¹)			Cu (mg.kg ⁻¹)			Fe (mg.kg ⁻¹)			Mn (mg.kg ⁻¹)		
	1994	1995	1994	1995	1996	1994	1995	1996	1994	1995	1996	1994	1995	1996	1994	1995	1996	1994	1995	1996	1994	1995	1996
Žabčice	5,58	6,95	6,39	81,9	92,0	73,0	224	193	3 556	3 579	3 891	346	281	402	13,8	9,1	10,9	5 665	4 065	4 425	647	525	373
Valečov	6,22	5,23	6,14	127,3	147,0	104,0	373	169	2 218	1 309	1 870	104	115	140	8,0	5,3	6,8	6 130	4 035	4 060	580	463	392

¹site

II. Průměrný obsah železa v hlízách brambor (mg.kg^{-1} čerstvé hmoty) – Average iron content in potato tubers (mg.kg^{-1} of fresh mass)

Varianta pokusu ¹	Žabčice			Valečov		
	1994	1995	1996	1994	1995	1996
Impala 60N	3,14	2,50	3,37	2,93	3,03	3,30
Impala 120N	4,12	2,77	3,11	3,05	3,54	2,97
Ukama 60N	3,44	3,76	4,35	3,34	4,25	4,23
Ukama 120N	3,79	3,17	3,17	3,59	4,51	3,64
Krystala 60N	3,99	3,21	4,24	2,87	3,15	5,44
Krystala 120N	3,25	2,66	3,11	3,02	3,47	3,06
Koruna 60N	3,85	4,14	3,45	3,52	2,89	4,35
Koruna 120N	3,64	3,78	3,65	3,55	3,28	4,08

Hladina významnosti²: ($< 0,01$ – rozdíly vysoce průkazné⁷; $> 0,01$ a $< 0,05$ – rozdíly průkazné⁸; $> 0,05$ – rozdíly neprůkazné⁹)

– odrůdy³ 0,0000

– dávky N⁴ 0,0060

– lokalita⁵ 0,4271

– roky⁶ 0,0003

¹experimental variant, ²significance level, ³varieties, ⁴N doses, ⁵site, ⁶years, ⁷highly significant differences, ⁸significant differences, ⁹insignificant differences

P.ha⁻¹ a 130 kg K.ha⁻¹ (ve formě statkových a průmyslových hnojiv).

Vzorky hlíz k chemickým analýzám se odebíraly v 90 dnech vegetace. Byly zpracovány podle agrochemických zásad (důkladné omytí a odstranění slupky) a stanovení železa, manganu a mědi proběhlo po spálení na mokré cestě ($\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$) metodou AAS na přístroji PHILIPS PU 9200 X. Výsledky chemických analýz byly vyhodnoceny analýzou rozptylu.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Průměrné obsahy sledovaných prvků jsou shrnuty v tab. II až IV. Důležité je, že byly prokázány významné rozdíly v obsahu železa mezi velmi ranými odrůdami. Z údajů v tab. II je možné zjistit, že nejnižší obsah železa byl v hlízách odrůdy Impala ($3,15 \text{ mg.kg}^{-1}$), nejvyšší u odrůdy Ukama ($3,76 \text{ mg.kg}^{-1}$). Rozdíl mezi těmito odrůdami byl statisticky průkazný. U našich odrůd byl obsah železa vyrovnaný (Krystala $3,45 \text{ mg.kg}^{-1}$ a Koruna $3,68 \text{ mg.kg}^{-1}$), ale průkazně vyšší než u odrůdy Impala. Významný rozdíl byl rovněž mezi odrůdami Ukama a Krystala.

V literatuře jsou informace o obsahu železa v bramborách velmi sporé. Mondy et al. (1984) zjistili nevýznamné rozdíly mezi obsahy železa a manganu v hlízách brambor pěstovaných na půdě po aplikaci kanalizačních kalů a kontrolou.

Přestože dusík je považován za synergicky působící element ve výživě rostlin, v případě příjmu železa se vyšší dávka dusíku projevila antagonisticky. Na variantě se 60 kg N.ha^{-1} byl průměrný obsah železa $3,61 \text{ mg.kg}^{-1}$, při 120 kg N.ha^{-1} $3,41 \text{ mg.kg}^{-1}$. Rozdíl je statisticky průkazný.

Lokalita se ukázala jako nevýznamná pro obsah železa v hlízách i přesto, že pokusné pozemky se vyznačovaly odlišnými hodnotami půdní reakce a obsahem

železa v půdě. Jeho hodnoty $3,48 \text{ mg.kg}^{-1}$ v hlízách ze Žabčic a $3,54 \text{ mg.kg}^{-1}$ z Valečova jsou velmi vyrovnané.

Na základě dosažených výsledků lze též konstatovat, že významným faktorem, ovlivňujícím hladinu železa v hlízách, je ročník. V našich pokusech je to konkrétně rok 1996, ve kterém obsah železa $3,72 \text{ mg.kg}^{-1}$ byl průkazně vyšší než v roce 1994 ($3,44 \text{ mg.kg}^{-1}$) a 1995 ($3,38 \text{ mg.kg}^{-1}$).

Přestože mangan patří mezi těžké kovy, hygienické předpisy jeho obsah v potravinách nehodnotí. Andruszak et al. (1987) sledovali vstup manganu do rostlin v blízkosti továren na zpracování měděné rudy vlivem emisí. Uvádějí, že jeho obsah kolísá v rozmezí 6 až 365 mg.kg^{-1} . V Rusku je uváděna norma pro zeleninu 20 mg.kg^{-1} . Vazhenin (1991) v jižním Uralu s vysokou koncentrací průmyslu zjistil v hlízách brambor 15 až 38 mg.kg^{-1} .

Naše výsledky se vztahují k půdám s přirozeným obsahem manganu, proto se naměřené hodnoty v hlízách výrazně liší od citovaných údajů. Byly zjištěny průkazné odrůdové rozdíly v kumulaci manganu. Holandské odrůdy jsou charakteristické průkazně nižším obsahem (Impala $0,71 \text{ mg.kg}^{-1}$ a Ukama $0,78 \text{ mg.kg}^{-1}$) než naše odrůdy (Krystala $0,86 \text{ mg.kg}^{-1}$ a Koruna $0,81 \text{ mg.kg}^{-1}$). Rozdíl mezi odrůdami Ukama a Impala byl rovněž statisticky průkazný.

Mangan se projevil jako mikroelement, jehož hladina v hlízách brambor není závislá na dávce dusíku použité ke hnojení. Důkazem toho jsou průměrné hodnoty stanovené na variantě se 60 kg N.ha^{-1} ($0,78 \text{ mg.kg}^{-1}$) a 120 kg N.ha^{-1} ($0,80 \text{ mg.kg}^{-1}$). Hodnoty jsou velmi vyrovnané, a tedy statisticky neprůkazné.

Za významný faktor, který má vliv na hladinu manganu v hlízách, je třeba považovat lokalitu pěstování brambor. Z výsledků v tab. III vyplývá, že v podmínkách Žabčic byl během tříletého sledování průměrný obsah manganu $0,91 \text{ mg.kg}^{-1}$ a ve Valečově $0,68 \text{ mg.kg}^{-1}$, což je o 25 % méně.

III. Průměrný obsah manganu v hlízách brambor (mg.kg^{-1} čerstvé hmoty) – Average manganese content in potato tubers (mg.kg^{-1} of fresh mass)

Varianta pokusu ¹	Žabčice			Valečov		
	1994	1995	1996	1994	1995	1996
Impala 60N	0,87	1,02	0,52	0,63	0,64	0,46
Impala 120N	0,94	1,04	0,66	0,63	0,67	0,47
Ukama 60N	0,88	1,19	0,55	0,64	0,74	0,53
Ukama 120N	1,08	1,19	0,55	0,66	0,80	0,58
Krystala 60N	1,13	1,16	0,60	0,84	0,87	0,58
Krystala 120N	1,05	1,07	0,62	0,84	0,92	0,69
Koruna 60N	1,00	1,45	0,54	0,78	0,75	0,52
Koruna 120N	0,98	1,21	0,56	0,80	0,71	0,56

Hladina významnosti²:

- odrůdy³ 0,0000
- dávky N⁴ 0,1057
- lokalita⁵ 0,0000
- roky⁶ 0,0000

For 1–6 see Tab. II

IV. Průměrný obsah mědi v hlízách brambor (mg.kg^{-1} čerstvé hmoty) – Average copper content in potato tubers (mg.kg^{-1} of fresh mass)

Varianta pokusu ¹	Žabčice			Valečov		
	1994	1995	1996	1994	1995	1996
Impala 60N	1,91	1,28	1,07	0,52	1,01	0,46
Impala 120N	2,27	1,32	0,91	0,55	1,08	0,42
Ukama 60N	2,02	1,42	1,12	0,53	1,10	0,49
Ukama 120N	2,24	1,26	1,07	0,63	1,12	0,51
Krystala 60N	1,70	1,09	0,98	0,52	0,95	0,45
Krystala 120N	1,66	1,29	1,01	0,60	0,97	0,45
Koruna 60N	1,82	1,18	1,05	0,59	0,88	0,39
Koruna 120N	1,80	1,40	1,10	0,56	0,90	0,44

Hladina významnosti²:

- odrůdy³ 0,0000
- dávky N⁴ 0,0026
- lokalita⁵ 0,0000
- roky⁶ 0,0000

For 1–6 see Tab. II

Výsledky chemických analýz rovněž potvrdily, že obsah manganu v hlízách brambor významně kolísá v závislosti na ročníku. Průměrný obsah v roce 1994 byl 0,86 mg.kg^{-1} , v roce 1995 0,96 mg.kg^{-1} a v roce 1996 0,56 mg.kg^{-1} . Všechny rozdíly byly statisticky průkazné.

Měď patří ke sledovaným prvkům jak v půdě, tak i v potravinách. Při její deficienci se projevují chronická onemocnění, přičemž brambory jsou uváděny jako nejméně citlivé z polních plodin. A n d r e y et al. (1988) sledovali obsah mědi v bramborách ve Švýcarsku a zjistili koncentraci 1,22 mg.kg^{-1} . Současně uvádějí, že brambory přispívají obsahem mědi ze 4,8 % na povoleném příjmu těžkých kovů potravou u člověka. Na nebezpečí kontaminace rostlin mědi včetně brambor v okolí závodů na zpracování měděné rudy upozorňují A n d r u s z c z a k et al. (1987). V takových podmínkách se podle jejich údajů obsah mědi v rostlinách pohybuje v rozmezí od

7 do 450 mg.kg^{-1} a u brambor se měď kumuluje převážně v nadzemní části rostliny.

Naše výsledky se nejvíce přibližují hodnotám obsahu mědi, které zjistily B r z o z o w s k a, Z a w a d s k a (1981), a sice 0,62 mg.kg^{-1} hlíz. U žádných z odrůd nedošlo k překročení povoleného limitu 3 mg.kg^{-1} . Z výsledků je zřejmé, že více mědi kumulovaly odrůdy holandské (Impala 1,06 mg.kg^{-1} a Ukama 1,12 mg.kg^{-1}) než české (Krystala 0,97 mg.kg^{-1} a Koruna 1,00 mg.kg^{-1}) a rozdíly jsou statisticky průkazné.

V pokusech se projevil synergický vliv dusíku na příjem mědi. Při hnojení dávkou 60 kg N.ha^{-1} hlízy obsahovaly v průměru 1,02 mg.kg^{-1} , při dávce 120 kg N.ha^{-1} 1,06 mg.kg^{-1} . I když je tento rozdíl relativně malý, byl statisticky průkazný.

Velké rozdíly se ukázaly také mezi lokalitami. Zatímco v Žabčicích byl průměrný obsah mědi 1,41 mg.kg^{-1} , hlí-

zy z Valečova měly pouze $0,67 \text{ mg.kg}^{-1}$, což činí jen 47,5 %.

V letech 1994 až 1996 bez ohledu na ostatní sledované faktory obsah mědi klesal od $1,24 \text{ mg.kg}^{-1}$ v roce 1994 do $0,74 \text{ mg.kg}^{-1}$ v roce 1996. Vliv ročníku byl statisticky průkazný a projevil se u všech odrůd.

LITERATURA

ANDREY, D. – RIBS, T. – WIRZ, E.: Monitoring programme for heavy metals in food. II. Lead, cadmium, zinc and copper in Swiss potatoes. Mitt. Geb. Lebensm.-Unters. und Hyg., 79, 1988 (3): 327–328.

ANDRUSZCZAK, E. – STRACZYNSKI, S. – CZERNIAWSKA, M. – RADWAN, R.: Content of some elements in soils and plants as influenced by copperworks emissions. Roczn. Glebozn., 37, 1987 (4): 47–66.

BAERUG, R. – MARTINSEN, J. H.: The influence of sewage sludge on the content of heavy metals in potatoes and on tuber yield. Pl. and Soil, 47, 1977 (2): 407–418.

BENEŠ, S.: Obsahy a bilance prvků ve sférách životního prostředí. I. část. MZe ČR 1993. 88 s.

BRZOZOWSKA, B. – ZAWADSKA, T.: Atomic absorption spectrometry method for determination of lead, cadmium,

zinc and copper in some vegetable products. Roczn. Panstw. Zakl. Hig., 32, 1981 (1): 9–15.

CURZYDLO, J.: Content of heavy metals in soils and crop plants in the vicinity of the Lenin metal works. Acta Agr. Silv. Ser. Agr., 27, 1988: 119–130.

GARMASH, G. A.: Heavy metals in urban cultures and soils. Agrochimija, 1984 (3): 71–76.

MACHELETT, B. – METZ, R. – GRUN, M.: Heavy metal transfer from soil to plants in a long-term sewage sludge field trial. Verb. Dtsch. Landwirtschaft. Unters. und Forsch.-Anst. R. Kongr.-Ber., 1990 (32): 797–802.

MONDY, N. I. – NAYLOR, L. M. – PHILLIPS, J. C.: Total glycoalkaloid and mineral content of potatoes grown in soils amended with sewage sludge. J. Agric. Fd Chem., 32, 1984 (6): 1256–1260.

STRNAD, V. – ZOLOTEREVA, B. N. – LISOVSKIJ, A. E.: Effect of application of water-soluble salts of lead, cadmium and copper on their uptake by plants and the productivity of some agricultural crops. Agrochimija, 1991 (4): 76–83.

UHNÁK, J. – RIPPEL, A.: Content of metals in vegetables grown in the neighbourhood of a nickel works. Rostl. Výr., 36, 1990 (4): 387–394.

VAZHENIN, L. G.: Influence of industrial activity on soil fertility. Agrochimija, 1991 (5): 85–95.

Došlo 15. 5. 1997

Kontaktní adresa:

Doc. Ing. Jaroslav Hluček, CSc., Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, tel.: 05/45 13 30 98, fax: 05/45 21 11 28

Upozornění pro autory vědeckých časopisů

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

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

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

Prosíme, **nezasílejte** obrázky ve formátu **Harvard Graphics** ale vyexportované do nějakého z výše uvedených formátů.

Redakce časopisu

AKUMULACE ARZENU V ŘEDKVIČCE PO PŘÍDAVKU VYBRANÝCH FOREM As DO PŮDY

THE ACCUMULATION OF ARSENIC IN RADISH BIOMASS WHEN DIFFERENT FORMS OF As WERE APPLIED IN THE SOIL

P. Tlustoš, J. Balík, J. Száková, D. Pavlíková

Czech University of Agriculture, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: The effect of three forms of arsenic (As) compounds on the growth of radish and the As accumulation in roots and leaves was investigated in the model pot experiment with three soils differ in physical-chemical properties and in the total As soil content. Five kg of soil (fluvisol, chernozem, and luvisol) was mixed with N, P, K fertilizers and water solution of As. Sodium arsenate, sodium arsenite and dimethylarsinic acid were tested at two elevated rates (10 and 100 mg of As per pot). Radish was planted twice at each pot. First growing period was immediately after application of solution and the second one a year later. The amount of available soil As was determined by extraction of 0.01 mol.l⁻¹ CaCl₂ solution after each harvest. The results have shown significant differences in the growth of radish and As accumulation in plant tissues according to applied As form. The As behaviour was affected by the rate and soil used in the experiment. Higher yield reduction was found in the first growing period than in the second one. Higher As rate caused significant yield reduction in all treatments. The most toxic effect was found after application of dimethylarsinic acid. In fluvisols and chernozems plants died in the first growing period, in the second period plants died only in fluvisols. Inorganic As forms showed significantly lower yield reduction, arsenate was more toxic than arsenite. Distribution of arsenic among plants was affected by the rate of As. Plants growing at lower As rate accumulated more As in leaves than in roots. The relationship of As accumulation changed in plants treated by higher rate of As, probably due to protection of assimilate organs. Higher As content was found in roots than in leaves. The As accumulation follows the $As_{org} >> As^V > As^{III}$ order in both roots and leaves in the first growing period. The application of As has not changed dramatically the amount of available As content. As forms had not affected the As content in the solution of calcium chloride, what confirms a hypothesis of specific As uptake from different As forms.

arsenic; forms; soil; radish; yield; As in plants; distribution of As

ABSTRAKT: V nádobovém vegetačním pokusu byl na třech zeminách s odlišnými fyzikálně-chemickými vlastnostmi a s rozdílným celkovým obsahem arzenu (As) sledován vliv přídatku tří forem As na růst ředkvičky, akumulaci As v bulvách a listech a na změnu jeho přístupnosti rostlinám. Přídavek As ve formě vodných roztoků dihydrogenarzeničanu sodného, arzenitanu sodného a dimetylarseničiny byl aplikován do půdy ve dvou dávkách (10 a 100 mg As na nádobu) před setím. Ředkvička byla pěstována bezprostředně po aplikaci a následně v dalším vegetačním roce. Po každé sklizni byl stanoven obsah přístupného As rostlinám ve výluhu 0,01 mol.l⁻¹ CaCl₂. Získané výsledky prokázaly rozdílné působení jednotlivých forem As na růst i na akumulaci As v rostlinných pletivech. Chování As významně ovlivnila i použitá zemina. Vyšší výnosová deprese byla zjištěna po přímé aplikaci As než po jeho reziduálním působení ve všech variantách. Dávka 100 mg As v organické formě působila toxicky a na fluvizemi a černozemi došlo k uhynutí rostlin. Na hnědozemi byla zjištěna významná výnosová deprese. Nižší dávka růst neovlivnila. Distribuce obsahu As v rostlinách závisela na dávce As. Nižší aplikovanou dávkou došlo k vyšší kumulaci As do listů než do bulv, při vyšší hladině As se tento poměr obrátil a naznačil určitý mechanismus obrany asimilačního aparátu. Rostliny nejvíce hromadily As po přídatku organické formy. Z obou anorganických forem As se více kumuloval As^V než As^{III} . Přídavek As zvýšil jen částečně jeho přístupné množství v půdě. Jednotlivé formy neměly vliv na obsah As ve výluhu chloridu vápenatého.

arzen; formy; půda; ředkvička; výnos; As v rostlinách; distribuce As

ÚVOD

Snaha o hlubší pochopení chování jednotlivých rizikových prvků vede k nezbytnému rozdělení celé této velké skupiny na části nebo dokonce na jednotlivé prvky podle základních shodných vlastností a k hlubšímu

studiu vztahů především v systému půda – rostlina se zvláštním zřetelem na translokaci daného prvku nebo skupiny prvků jak v půdě, tak i v rostlině samé.

Arzen je typickým představitelem odlišně se chovajícího elementu mezi rizikovými prvky, zejména z důvodu své vnější elektronové konfigurace a elektronega-

tivity, která mu neumožňuje tvořit jednoduché kationty. Arzeničnany (As^{V}) a arzenitany (As^{III}) jsou základními sloučeninami As v půdách (Masscheleyn et al., 1991). Obě tyto základní sloučeniny mohou v půdě podléhat jak chemickým, tak i mikrobiálním změnám oxidačního stupně, nebo může docházet i k tvorbě metylovaných sloučenin (Cullen, Reimer, 1989). Uvolňování As do půdního roztoku závisí nejen na formě, ve které je v půdě přítomen, ale i na řadě půdních vlastností, jako jsou množství oxidů a hydroxidů Al , Fe a Mn (McGeehan, Naylor, 1994), obsah jílových částic a organické hmoty, hodnota pH , redox potenciálu (O'Neil, 1990), i na pěstované plodině (Jiang, Singh, 1994). Jednotlivé formy As se liší jak svou přístupností rostlinám, tak i fyto toxicitou. Marín et al. (1992) uvádějí, že dimetylarzeničná kyselina a arzeničnan neovlivňují růst rýže, monometylarzeničná kyselina a arzenitan působily fyto toxicicky. O'Neil (1990) uvádí odlišný příjem různých forem As kořeny fazole. Maximální příjem byl zjištěn po aplikaci arzeničnanu, nižší po arzenitanu, monometylarzeničnanu a nejnižší na variantě ošetřené dimetylarzeničnanem. Jiang, Singh (1994) nezjistili významné rozdíly mezi akumulací arzenitanu a arzeničnanu biomasou jilku a ječmene. Celkový obsah As v obou plodinách byl především ovlivněn fyzikálními vlastnostmi použité zeminy. V ječmenu i ovsu pěstovaném na lehké půdě byla stanovena vyšší koncentrace obou forem As než na půdě střední. Sheppard (1992) shrnul výsledky řady autorů o fyto toxicém působení koncentrace As v půdě na celé spektrum plodin a zjistil velice rozdílné údaje o jeho fyto toxicém působení na listy i bulvy ředkvičky.

Cílem naší práce bylo ověřit přímý a následný vliv aplikace tří vybraných forem As na růst a hromadění As v listech a bulvách ředkvičky pěstované na půdách s odlišnými fyzikálně-chemickými parametry a stanovit množství As přístupného pěstovaným rostlinám.

MATERIÁL A METODA

Kumulace vybraných forem arzenu ředkvičkou byla sledována v nádobových vegetačních pokusech. Do 5 kg na vzduchu oschlé zeminy byly přidány N , P , K živiny ve formě vodných roztoků v dávkách 0,75 g N , 0,44 g P , 1,1 g K na nádobu, aplikované jako čisté soli NH_4NO_3 a K_2HPO_4 . As byl také dodán ve formě vodného roztoku jako $\text{NaH}_2\text{AsO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – As^{V} , NaAsO_2 – As^{III} a kyselina dimetylarzeničná (DMAA) – As^{org} v dávkách 10 mg As na nádobu – hladina 1 a 100 mg As na nádobu – hladina 2 (uvedené symboly odpovídají značení formy a dávky As).

Po přidavku jednotlivých roztoků byla zemina důkladně promíchána, naplněna do plastových nádob, oseta ředkvičkou (odrůda Duo), a zavlažena deionizovanou vodou. Po jednocení bylo v každé nádobě pěstováno 10 rostlin do konzumní zralosti. Vlhkost půdy byla během vegetace udržována na 60 % MVK. Po

I. Základní charakteristika použitých zemín – Main characteristics of soils used in the experiment

Sledované parametry ¹	Zemina ²		
	Přerov	Suchdol	Červený Újezd
Půdní typ ³	fluvisem ⁴	černozem ⁵	hnědozem ⁶
Půdní druh ⁷	písečnat ⁸	hlinitá ⁹	jílovitohlinitá ¹⁰
KVK (mval.kg ⁻¹)*	95	214	151
C _{ox} (%)	1,0	2,3	1,5
pH _{KCl}	6,4	7,0	6,7
P (mg.kg ⁻¹)**	220	110	280
K (mg.kg ⁻¹)**	144	204	58
Mg (mg.kg ⁻¹)**	78	167	122

* KVK byla stanovena ve vylúhu octanu amonného – CEC was determined in ammonium acetate solution

** obsah prvků byl stanoven ve vylúhu Mehlich II – contents of elements was determined in Mehlich II extractant

¹investigated parameters, ²soil, ³great soil group, ⁴fluvisol, ⁵chernozem, ⁶luvisol, ⁷texture, ⁸sandy, ⁹loam, ¹⁰clay loam

II. Celkový obsah a vyluhovatelný podíl As v zemínách použitých k experimentům (mg.kg⁻¹) – Total and extractable content of As in soils used in the experiments (mg.kg⁻¹)

Zemina ¹	Celkový obsah As ²	2M HNO_3	0,01M CaCl_2	H_2O
Přerov	4,6	1,95	0,051	0,106
Suchdol	21,4	3,45	0,035	0,064
Červený Újezd	15,1	1,56	0,019	0,032

¹soil, ²total content of As

sklizení byla zemina usušena na vzduchu a použita další rok ke sledování reziduálního působení jednotlivých forem As . Dávky N , P , K , pěstovaná odrůda i způsob ošetřování zůstaly nezměněny. Každá pokusná varianta byla založena ve čtyřech opakováních. Vegetační pokus proběhl na třech zemínách, lehké (fluvisem – Přerov), střední (černozem – Suchdol) a těžké (hnědozem – Červený Újezd).

Agrochemická charakteristika použitých zemín je uvedena v tab. I a obsah celkového a přístupného As v těchto zemínách v tab. II.

Usušený a zhomogenizovaný rostlinný materiál byl rozložen na suché cestě ve směsi oxidačních plynů v přístroji APION (Miholová et al., 1993) a analyzován na obsah As metodou atomové absorpční spektrometrie s technikou generace hydridů na přístroji VARIAN SpectraAA-40 s kontinuálním generátorem hydridů VGA 76 ve Stopové laboratoři katedry chemie AF ČZU v Praze. Pro kontrolu kvality analytických dat byl použit certifikovaný referenční materiál RM 12-02-03 Lucerne, který obsahuje $0,263 \pm 0,007$ mg As.kg^{-1} . Analýzou tohoto materiálu bylo nalezeno $0,253 \pm 0,047$ mg As.kg^{-1} v prvním roce a $0,257 \pm 0,056$ mg As.kg^{-1} v druhém roce pokusů. Množství přístupného As v půdě bylo stanoveno po první i po druhé sklizení ve vylú-

III. Průměrný výnos čerstvé hmoty bulv ředkvičky (g na nádobu) –
The average yield of fresh matter of radish roots (g per pot)

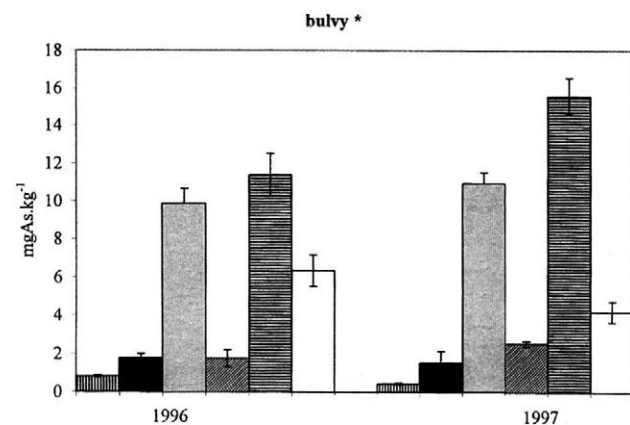
Varianta ¹	Použitá zemina ²					
	Přerov		Suchdol		Červený Újezd	
	1996	1997	1996	1997	1996	1997
Kontrola ³	254,4	179,6	285,9	136,2	290,0	181,7
As ^{III} -1	278,4	159,6	258,4	142,6	295,4	204,0
As ^{III} -2	255,6	162,6	265,5	153,8	288,2	190,2
As ^V -1	273,6	159,9	306,4	158,8	281,8	175,5
As ^V -2	201,1	144,4	240,1	155,6	257,7	189,6
As _{org} -1	266,7	148,6	251,4	160,0	263,8	185,3
As _{org} -2				85,8	124,1	211,9
F	1,4	2,0	4,1	41,1	8,2	3,8
D _{min}	–	–	53,7	19,7	76,8	31,5

¹treatment, ²used soil, ³control

IV. Průměrný výnos čerstvé hmoty listů ředkvičky (g na nádobu) –
The average yield of fresh matter of radish leaves (g per pot)

Varianta ¹	Použitá zemina ²					
	Přerov		Suchdol		Červený Újezd	
	1996	1997	1996	1997	1996	1997
Kontrola ³	92,8	71,8	87,9	49,3	96,3	55,2
As ^{III} -1	101,3	76,1	85,1	49,2	91,0	61,6
As ^{III} -2	92,9	70,4	77,7	49,7	100,0	62,2
As ^V -1	85,2	78,3	89,9	49,5	87,5	56,4
As ^V -2	65,1	67,5	73,8	44,2	91,5	56,3
As _{org} -1	74,0	67,3	75,8	51,0	82,5	60,6
As _{org} -2				44,3	43,2	64,2
F	2,0	1,5	2,1	1,2	6,0	1,5
D _{min}	–	–	–	–	28,1	–

For 1–3 see Tab. III



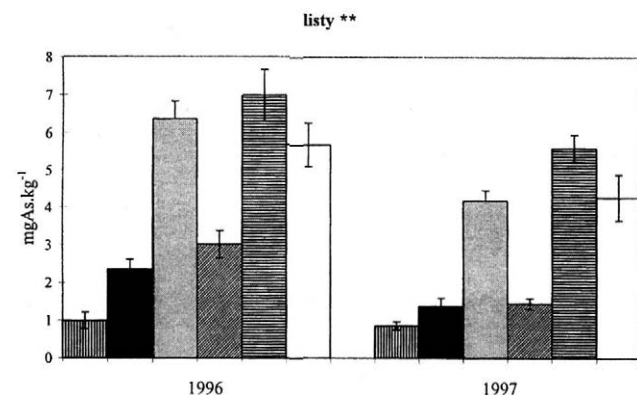
I. Obsah As v suché hmotě bulv a listů ředkvičky pěstované na zemině Přerov –
The As concentration in dry matter of roots and leaves of radish growing in Přerov soil

Vysvětlivky k obr. 1 až 4 – Explanations to Figs 1 to 4:

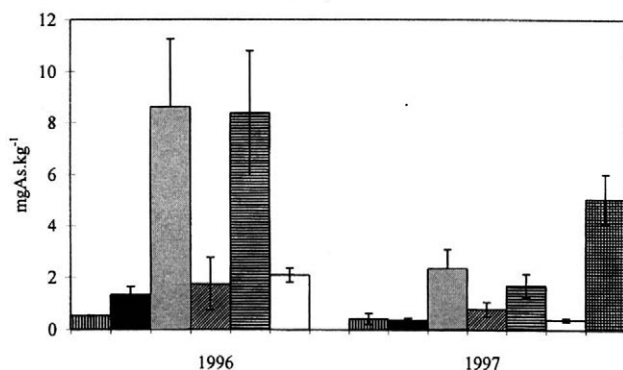
- kontrola – control
- As^{III}-1
- As^{III}-2
- As^V-1
- As^V-2
- As_{org}-1
- As_{org}-2

* bulvy – roots

** listy – leaves

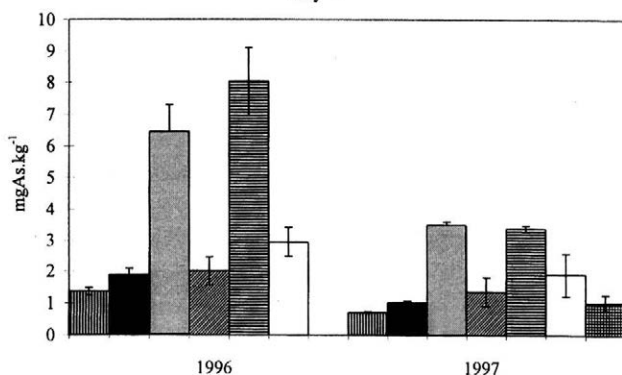


bulvy *



2. Obsah As v suché hmotě bulev a listů ředkvičky pěstované na zemině Suchdol – The As concentration in dry matter of roots and leaves of radish growing in Suchdol soil

listy **



hu $0,01 \text{ mol.l}^{-1}$ roztoku CaCl_2 (Novozámský et al., 1993).

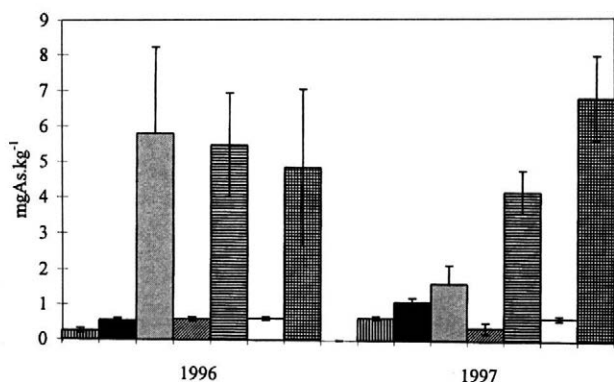
Výnosové údaje a výsledky chemických analýz byly statisticky zpracovány v programu STATGRAPHIC v. 4.0 a zjištěné hodnoty rozptylu (F) a minimální průkazné difference na hladině významnosti 95 % ($D_{\min}$) jsou uvedeny v tab. III a IV.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Výnos bulev i listů ředkvičky nebyl ani v jednom z pěstebních cyklů významně ovlivněn použitou zeminou, především z důvodu intenzity N, P, K hnojení. Výnos bulev na variantách ošetřených třemi formami As byl významně ovlivněn dodanou formou, dávkou a pěstebním cyklem (tab. III). Při nižší hladině As v půdě nebyl výnos bulev ředkvičky redukován ani na jedné z testovaných forem As. Desetinásobná dávka As průkazně ovlivnila růst rostlin. Na všech variantách došlo k poklesu výnosu bulev v porovnání s hladinou As-I v prvním roce pokusu. Nejtoxikčtější působila organická forma. Na obou lehčích zeminách (Přerov a Suchdol)

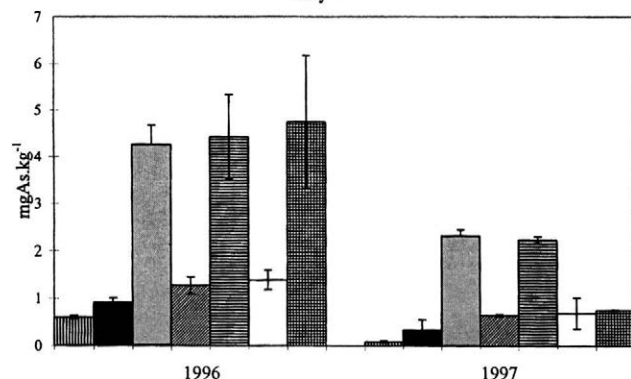
došlo k vadnutí a zaschnutí rostlin ve fázi děložních listů. Ani opětovné osetí (dvakrát po dvou týdnech) nám neumožnilo rostliny vypěstovat. Na zemině z Červeného Újezdu došlo k více než 50% výnosové depresi, způsobené jak redukcí počtu rostlin, tak i velikostí bulev. Z obou sledovaných anorganických forem As byl po přímé aplikaci zjištěn významnější pokles výnosu bulev na variantě $\text{As}^{\text{V}}-2$ než na variantě $\text{As}^{\text{III}}-2$. Tento rozdíl však nebyl statisticky průkazný. Ve druhém roce byl negativní vliv přidavku As významně utlumen na obou půdách s vyšší sorpční kapacitou. Na lehké půdě stále přetrvávalo fytotoxické působení vyšší dávky dimetylarzeničné kyseliny. Změna hmotnosti listů ředkvičky velice těsně souvisela se změnou hmotnosti bulev ředkvičky (tab. IV). Byl zjištěn relativně nižší pokles výnosu listů než bulev na hladinách ošetřených vyšší dávkou As, především v prvním roce pěstování. Naše výsledky ukázaly, že kromě vlastní mobility As v půdě mohou mít také některé fyzikální vlastnosti půd dominantní vliv na jeho fytotoxické působení. Zatímco Sachs, Michaels (1971) zjistili výrazně vyšší toxicitu po aplikaci anorganických sloučenin, zejména arzenitanu, v porovnání s organickými sloučeninami,

bulvy *



3. Obsah As v suché hmotě bulv a listů ředkvičky pěstované na zemině Červený Újezd – The As concentration in dry matter of roots and leaves of radish growing in Červený Újezd soil

listy **

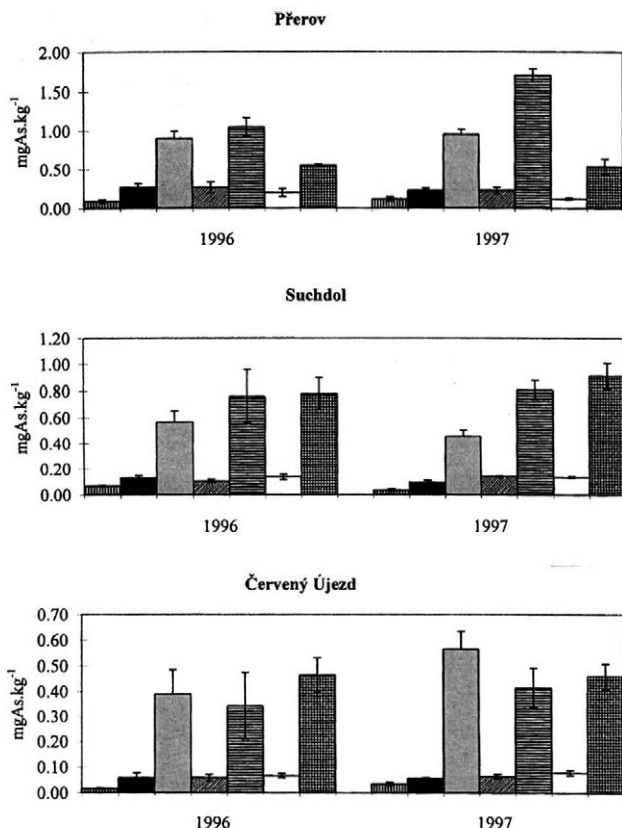


Marin et al. (1992) zařadili do skupiny fytotoxicky působících As sloučenin na růst rýže arzenitan a monometylarzeničnou kyselinu a do zanedbatelně ovlivňujících výnos As^V a DMAA. Naše výsledky ukázaly v obou cyklech významné odchylky a DMAA prokázala zdaleka nejvyšší výnosovou depresi. Rozdíl mezi anorganickými solemi nebyl již tak významný, ale jak na fluvizemi, tak i na černozemi byla zjištěna vyšší výnosová deprese po aplikaci arzeničnanu. Poměr výnosu bulv k listům se neměnil a nezávisel na dávce ani formě přidané As sloučeniny. Také Marin et al. (1993) nezjistili změnu poměru mezi kořeny a nadzemní hmotou rýže při rostoucí dávce As.

Při sledování akumulace celkového As v bulvách i listech ředkvičky je rozhodující vliv dodaného As v porovnání s jeho celkovým množstvím v půdě (tab. II). I když dávka As na nižší úrovni činila pouze 10 až 15 % jeho celkového obsahu v půdě, byl na všech takto ošetřených půdách stanoven vyšší obsah As v biomase, na některých variantách více než dvojnásobný. Mnohem relevantněji vypadá závislost obsahu As

v půdě na přístupném As, stanoveném ve výluhu vodou a chloridem vápenatým. Obě vyluhovadla ukázala podobnou přístupnost As ze sledovaných půd. Podíl přídatku As ku jeho přístupnému množství dává odpověď na nárůst koncentrace As v ředkvičce, i když je třeba uvažovat intenzitu a kvantitu sorpce na jednotlivých půdách, která hrála dominantní vliv na množství As přijatého rostlinami na jednotlivých zeminách. Obsah As v ředkvičce klesal podle použitých zemín v pořadí fluvizem > černozem > hnědozem. Shodné výsledky publikovali také Jiang, Singh (1994) při pěstování jilku v celém tříletém intervalu a ječmene po přímé aplikaci As^V a As^{III} .

Změny obsahu celkového As jak v bulvách, tak i v listech ředkvičky pěstované na třech půdách jsou zobrazeny na obr. 1 až 3, z nichž zřetelně vyplývá odlišná úroveň akumulace v jednotlivých letech. V prvním roce došlo k vyššímu hromadění As bulvami i listy ředkvičky než v roce druhém, z čehož vyplývá postupná tvorba obtížně přístupných sloučenin As v půdě ze všech jeho sledovaných forem. Obdobně též Jiang,



4. Obsah As v půdním výluhu 0,01 mol.l⁻¹ CaCl₂ po sklizni ředkvičky pěstované na různých zemích – The As concentration in soil extracted by 0.01 mol.l⁻¹ CaCl₂ when radish was harvested

Singh (1994) zjistili na lehké i střední půdě pokles koncentrace As v pletvech jílku ve druhém a třetím roce pěstování. U ječmene byla uvedena závislost podobná, ale méně zřetelná. Další velice zajímavou závislostí je změna poměru koncentrace As v bulvě ku listu při rostoucí dávce přidaného As ve všech formách. Při dávce 2 mg As.kg⁻¹ odpovídal poměr obou sledovaných parametrů kontrolní variantě a ukazoval vyšší koncentraci As v pletvech listů než v konzumním kořenu ředkvičky. Při desetinásobné dávce As došlo sice k dalšímu nárůstu jeho koncentrace v listech, ovšem výrazně nižšímu než v bulvách, a tím k obrácení vzájemného poměru. Tento vztah by bylo možné vysvětlit tím, že poměrně dobře přístupný As je transportován vodivými cestami až do listů, kde se hromadí. Při vyšším množství přístupného As jej doplňuje rostlina do listů na maximální koncentraci, a pokud ani ta není dostačující, další As je následně hromaděn v konzumní části ředkvičky. Tyto vztahy ukazují na složitost příjmu As rostlinami i na snahu rostlin o zachování rostlinného asimilačního aparátu. Marin et al. (1993) neprokázali změnu poměru koncentrace As v kořenu a rostlině rýže pěstované v živném roztoku s rostoucím přídatkem

DMAA. Jejich výsledky ukazují na druhovou odlišnost a možná i specifické chování zdužnatělého kořene ředkvičky.

Při sledování změn obsahu As v biomase po přidávání jednotlivých forem je třeba připomenout, že v prvním roce byla ředkvička, ošetřená vyšší dávkou organického As, vypěstovaná pouze na zemi Červený Újezd, a to ještě s významnou výnosovou depresí. Úplný přehled o chování organického As dává tedy pouze první hladina přídatku. Na této hladině došlo na fluvizemi (obr. 1) ke statisticky významně vyšší kumulaci As v bulvách i listech po přidávku dimetylarzeničné kyseliny jak v prvním, tak i ve druhém roce pěstování. Rozdíl v hromadění As mezi oběma anorganickými solemi nebyl výrazně odlišný, ale jak v bulvách, tak i v listech se hromadilo více As po přidávku As^V než As^{III}. Podobný vztah mezi těmito oběma formami As zjistil i O'Neil (1990) v kořenech fazol, ale opačný ve vztahu k organické formě. Naše výsledky ukazující nejvyšší hromadění As v rostlinných pletvech po přidávku DMAA nekorrespondují ani s údaji z literatury (Marin et al., 1992); citovaní autoři tuto formu označili za nejméně přijímanou rostlinami rýže. Na černo-

zemi (obr. 2) byl trend vyššího hromadění As v pletivech ředkvičky po aplikaci dimetylarzeničné kyseliny zachován, rozdíl již nebyly statisticky významné a v druhém roce byl v bulvách obsah As dokonce nižší než ve variantě As^v. Také vyšší hladina As se na této zemině neprojevila tak jednoznačně jako na fluvizemi. V listech byl trend kumulace shodný s fluvizemí, v bulvách byl opačný. Ani jeden ze vztahů nebyl statisticky významný. Jedině na hnědozemí bylo možné porovnat obě hladiny všech tří testovaných forem As (obr. 3). Až na výjimku (u bulv v roce 1997) zůstal tento trend při nižším přidávku As zachován, i když s ještě nižšími rozdíly než na černozemi. Vyšší přídavek As nevedl na této zemině k jednoznačné závislosti příjmu As. U bulv došlo v prvním roce k poklesu koncentrace v pořadí As^{III} > As^v > As^{org}. V druhém roce byla tato závislost opačná. V obráceném pořadí obou let byla zjištěna změna koncentrace As v listech ředkvičky. Odlišné výsledky kumulace As, i když statisticky nevýznamné, na vyšší hladině přidaného As mohou být způsobeny zapojením obranných mechanismů rostlin při vysoké hladině přístupného As nebo i jejich poškozením a omezením přísné selektivity.

Rostlinám přístupný As byl po jednotlivých sklizních stanoven ve výluhu 0,01 mol.l⁻¹ CaCl₂ (obr. 4). Množství As akumulované v biomase ředkvičky odpovídalo množství As uvolněnému vyluhovacím roztokem a klesalo v řadě fluvizem > černozem > hnědozem. Charakteristika půdních agregátů se ukázala rozhodující pro pevnost vazby přidaného As. Nižší přídavek As, který znamenal teoretické zvýšení přístupného As 40- až 100krát, znamenal po sklizni zvýšení pouze na dvojnásobek. Další desetinásobné zvýšení dávky vedlo k pěti- až 25násobnému proporcionálnímu nárůstu. Po první i po druhé sklizni byly zjištěny podobné hodnoty obsahu As a potvrdily jeho významnou a pevnou vazbu okamžitě po aplikaci a její následnou stabilitu. Výrazně vyšší koncentrace As po přidávku nižší dávky As v listech i v bulvách ředkvičky na variantě s dimetylarzeničnou kyselinou se neprojevila nárůstem přijatelného As na této variantě, i když je třeba připomenout, že nám dostupná technika dovoluje stanovit pouze anorganickou formu As v tomto výluhu. Vzhledem k tomu, že také rozdíly v koncentraci As v biomase na variantách s anorganickým As se nepotvrdily ve výluhu chloridem vápenatým, je možné předpokládat odlišný příjem jednotlivých forem As ředkvičky.

Tento příspěvek byl zpracován v rámci grantu GA ČR číslo 511/95/0557 a autoři děkují za finanční podporu, která umožnila řešení této problematiky.

LITERATURA

- CULLEN, W. R. – REIMER, K. J.: Arsenic speciation in the environment. *Chem. Rev.*, 89, 1989: 713–764.
- JIANG, Q. Q. – SINGH, B. R.: Effect of different forms and sources of arsenic on crop yield and arsenic concentration. *Wat. Air Soil Pollut.*, 74, 1994: 321–343.
- MARIN, A. R. – MASSCHELEYN, P. H. – PATRICK, W. H. Jr.: The influence of chemical form and concentration of As on rice growth and tissue arsenic concentration. *Pl. and Soil*, 139, 1992: 175–183.
- MARIN, A. R. – PEZESHKI, S. R. – MASSCHELEYN, P. H. – CHOI, H. S.: Effect of dimethylarsenic acid (DMAA) on growth, tissue arsenic, and photosynthesis of rice plants. *J. Pl. Nutr.*, 16, 1993: 865–880.
- MASSCHELEYN, P. H. – DELAUNE, R. D. – PATRICK, W. H. Jr.: Effect of redox potential and pH on arsenic speciation and solubility in a contaminated soil. *Envir. Sci. Technol.*, 25, 1991: 1414–1419.
- McGEEHAN, S. L. – NAYLOR, D. V.: Sorption and redox transformation of arsenite and arsenate in two flooded soils. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 58, 1994: 337–342.
- MIHOLOVÁ, D. – MADER, P. – SZÁKOVÁ, J. – SLÁMOVÁ, A. – SVATOŠ, Z.: Czechoslovak biological certified reference materials and their use in the analytical quality assurance system in a trace element laboratory. *Fresenius J. Anal. Chem.*, 345, 1993: 256–260.
- NOVOZAMSKY, J. – LEXMOND, T. M. – HOUBA, V. J. G.: A single extraction procedure of soil for evaluation of uptake of some heavy metals by plants. *Int. J. Envir. Anal. Chem.*, 51, 1993: 47–58.
- O'NEILL, P.: Arsenic. In: ALLOWAY, B. J.: Heavy metals in soils. New York, J. Wiley and Sons 1990: 83–99.
- SACHS, R. M. – MICHAELS, J. L.: Comparative phytotoxicity among four arsenical herbicides. *Weed Sci.*, 19, 1971: 558–564.
- SHEPPARD, S. C.: Summary of phytotoxic levels of arsenic. *Wat. Air Soil Pollut.*, 1992: 539–550.

Došlo 18. 9. 1997

Kontaktní adresa:

Ing. Pavel Tlustoš, CSc., Česká zemědělská univerzita, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika, tel.: 02/24 38 27 33, fax: 02/20 92 03 12, e-mail: tlustos@af.czu.cz

Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA

8. MEZINÁRODNÍ KONFERENCE O NIR SPEKTROSKOPII

Ve dnech 15. až 19. září 1997 se v prostorách Haus der Technik e. V., Essen, SRN, konala 8th International Conference on Near-Infrared Spectroscopy, tentokrát pod názvem Spectroscopy – Sensors – Chemometrics. Konferenci pořádal Mezinárodní výbor pro spektroskopii v blízké infračervené oblasti (ICNIRS) za předsednictví F. E. Burtona II (USA), pod záštitou prof. Dr. H. W. Sieslera z Ústavu fyzikální chemie Univerzity v Essenu. Konference probíhá na různých místech každé dva roky.

Na konferenci zaznělo 43 plenárních referátů vysoké odborné úrovně (v 9 sekcích) a bylo prezentováno 189 posterů (v 11 sekcích). Doprovodně zástupci 14 předních firem představili produkty technologie NIRS. Den před zahájením konference byl pro zájemce uspořádán speciální kurs k teorii, instrumentálnímu otázkám, aplikacím NIRS a základům chemometrie. Hlavního (pětidenního) jednání se zúčastnilo přes 400 účastníků z Evropy i zámoří, vedle toho cca 150 zájemců za zlevněné jednodenní vložné. Pro doprovázející osoby účastníků konference byl uspořádán kulturně poznávací program podle vlastního výběru. Dva nejlepší poster byly odměněny zvláštní cenou. Konference byla precizně zorganizována a poskytla velký prostor neformálním kontaktům mezi účastníky mimo oficiální jednání.

První den byl věnován základním problémům NIR spektroskopie, druhý den aplikaci optických senzorů v chemických výrobcích a při kontrole životního prostředí, dále aplikaci NIRS v lékařství, třetí den aplikaci NIRS ve farmaceutickém průmyslu, petrochemii a technologii plastů, čtvrtý den aplikaci NIRS v potravinářství a pátý den v zemědělství. Jednání se aktivně zúčastnil zakladatel techniky NIRS Karl Norris (75 let) a Dr. John S. Shenk, světově známý tvůrce softwaru pro NIRS techniku (oba z USA).

K zajímavým referátům patřila zpráva od fy Zeiss Jena o miniaturizaci přístrojů NIRS (s využitím laserů), které budou přenosné a budou na trhu už v roce 1998. Zajímavý trend představuje využití optických senzorů, které umožní přímé vpichy sondy do měřených materiálů, aniž by materiál bylo třeba upravovat a pak plnit do měřicích kyvet stabilních přístrojů. Lékař E. N. Lewis poukázal na nové směry využití NIRS v kardiologii, zejména k vizualizaci změn průchodnosti tepen a cév, změn na mozku a jiných orgánech. G. B. Osborne z Austrálie představil aplikaci NIRS při měření stupně zmatování škrobu při chemických úpravách potravin. Prof. Murray ze Skotska podal tradičně pečlivě připravený referát, zaměřený tentokrát na techniku autooxidace rybích tuků po ošetření antioxidanty. Dr. Batten z Austrálie pojednal o možnostech nasazení techniky NIRS k objektivnímu stanovení palivosti papriky, pepře a jiného koření, ačkoliv chemické stanovení je přinejmenším problematické.

Přítomné zaujalo příslovečně žoviální vystoupení Johna Shenka, doložené originálními diapozitivy, dokumentujícími, jak dnes placená poradenská služba v USA využívá NIRS k mapování

zajistenosti a složení golfových a fotbalových travníků, k hodnocení jejich výživného stavu, aktuální potřeby závlahy a ošetření po zátěži.

V zemích EU byl proveden kruhový test a nyní se dopracovávají detaily propojení jednotlivých laboratoří NIRS ke stanovení vlhkosti, dusíkatých látek a oleje v řepce s využitím kalibrací v neurální síti. Další příspěvky v zemědělské sekci byly zaměřeny na vývoj rutinního měření kvality silážní kukuřice, průběhu degradace vlákniny pícnin v bacheru, orientace celulózních fibril v lignifikovaných pletivech, drsnosti povrchu, harvy rostlin aj. Pozornost byla věnována též problémům spojeným s přenosem univerzálních kalibračních rovnic a potřebě místních kalibrací pro určitý okruh vzorků v dosahu dané laboratoře NIRS.

Z posterů byla nejpočetnější sekce *agro* (45) s tematicky různorodým zaměřením: od aplikací NIRS pro listovou analýzu, k identifikaci odrůd rýže, hodnocení biologické aktivity tříslovin a polyfenolů leguminóz v bacheru, neurotoxinů, složení bacherové šťávy až po sestavování směsí tabáku podle senzorických vlastností. Byl zde prezentován i poster V. Míky (s podporou GA ČR v rámci grantového projektu č. 503/95/1457) *Využití diskriminační analýzy pro predikci botanického složení lučního porostu*. Z ČR se konference zúčastnila též G. Budínová z VŠCHT Praha) s posterem: *G. Budínová, L. Čurda, K. Volka – Studium laktace za použití spektroskopie v blízké infračervené oblasti a FT Ramanovy spektroskopie: stanovení bílkovin v lidském mléce, který byl zařazen do sekce potravinářské.*

Pro účastníky konference byl vydán pracovní sborník referátů a dále abstrakta posterů s tím, že oficiální sborník z konference vyjde na jaře 1998 jako zvláštní číslo vědeckého časopisu *Journal of NIR Spectroscopy* (Chichester, U. K.), včetně CD-ROM.

Další, 9. konference o NIR spektroskopii (NIR 99) se bude konat ve Veroně v Itálii ve dnech 13. až 18. 6. 1999 pod názvem *Toward the 3rd Millennium*.

Konference potvrdila, že spektroskopie v blízké infračervené oblasti se v posledním desetiletí stala respektovanou metodou, postupně nahrazující zdlouhavé a náročné konzervativní techniky stanovení kvality surovin, mezproduktů i finálních výrobků ve výrobě, při monitoringu změn na nejrůznějších objektech, od lidského těla až po životní prostředí, ve studiu procesů apod. V zemědělství a potravinářství má své pevné místo jako velice operativní (měření trvá cca 2 min), nedestruktivní (změřené semeno lze vysít), vzorek nekonzumující, přitom dostatečně přesná a při sériovém měření levná metoda. Měření je založeno na exaktních fyzikálních principech a chemických vlastnostech látek. Oproti chemickým metodám má sice některá omezení, ale na druhé straně také větší možnosti.

Konference značnou měrou přispěla k získání dalších podnětů, aby se technika NIRS stala mnohostranným pomocníkem laboratorní kontroly a diagnostiky v moderním pojetí.

Ing. Václav Míka, DrSc.

Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, Výzkumná stanice travních ekosystémů, K. H. Borovského 461, 569 43 Jevíčko, Česká republika

TVORBA ÚRODY ZRNA KUKURICE V ZÁVISLOSTI OD APLIKOVANÝCH DÁVOK ZINKU A JEHO OBSAHU V PÔDE

MAIZE GRAIN YIELD FORMATION IN DEPENDENCE ON APPLIED ZINC DOSES AND ITS CONTENT IN SOIL

J. Fecenko, O. Ložek

Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT: Under conditions of three-year field experiments action of differentiated zinc doses (1.5 ; 3 and $6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) as affected the yield formation, crude protein content and resorption of macronutrients and zinc by maize grain was investigated. The highest maize grain increments, statistically highly significant, were found at a zinc dose of $1.5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. The yield increased on average by $1.01 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ during three years, i.e. by 10.9% , what is a highly significant result. The highest efficiency of zinc was determined in 1994 in soil which contained its low reserve ($0.7 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ of soil). Zinc fertilization had a positive impact on the withdrawal of macroelements, particularly of nitrogen, by $44.4 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, i.e. by 18.5% . Taken nutrients were used for maize grain yield formation and quality. Crude protein content in grain on average for three years increased by 0.9% in fertilization variant 3 or by 1.1% in variant 4, respectively. The highest zinc dose ($6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) resulted in depression of yields in all experimental years. 1.5 to $3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ is considered as optimum zinc dose for grain maize in conditions of the Záhorská Lowlands in dependence on its content in soil.

zinc; maize; yield; crude protein content; resorption of nutrients

ABSTRAKT: V podmienkach trojročných poľných pokusov sme sledovali pôsobenie diferencovaných dávok zinku (1.5 ; 3 a $6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) na tvorbu úrody, obsah dusíkatých látok a resorpciu makroživín a zinku zrnou kukurice. Najvyššie prírastky zrna kukurice, štatisticky vysoko preukazné, sme zistili pri dávke zinku $1.5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Úroda v priemere za tri roky sa zvýšila o $1.01 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, t.j. o 10.9% , čo je výsledok štatisticky vysoko preukazný. Najvyššiu účinnosť zinku sme stanovili v roku 1994 na pôde, ktorá obsahovala jeho nízku zásobu ($0.7 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ zeminy). Hnojenie zinkom pozitívne ovplyvnilo odber makroelementov, najmä dusíka o $44.4 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, t.j. o 18.5% . Prijaté živiny boli využité na tvorbu a kvalitu úrody zrna kukurice. Obsah dusíkatých látok v zrne sa v priemere za tri roky zvýšil o 0.9% na variante hnojenia 3, resp. o 1.1% na variante 4. Najvyššia dávka zinku ($6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) spôsobila depresiú úrod vo všetkých pokusných rokoch. Za optimálnu dávku zinku pre zrnú kukuricu v podmienkach Záhorskej nížiny pokladáme 1.5 až $3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ v závislosti od jeho obsahu v pôde.

zink; kukurica; úroda; obsah dusíkatých látok; resorpcia živín

ÚVOD

Zinok sa mnohokrát spôsobom zúčastňuje na fyziologicko-biochemických procesoch prebiehajúcich v rastline. Najdôležitejšie je však to, že je katalyzátorom a aktivizačnou zložkou mnohých procesov. Zúčastňuje sa na bielkovinovej, lipidovej, glycidovej a fosforečnej výmene, na biosyntéze vitamínov a rastových látok – auxínov (Bergman, 1975).

Pannikov, Minejev (1979) uvádzajú, že nedostatok zinku spôsobuje poruchy v metabolizme rastlín. Vplyvom enzýmu ribonukleázy nastáva rozpad bielkovín, kým pri dostatku zinku sa činnosť tohto enzýmu potláča. Zinkové hladovanie rastlín, najmä zelenín a kukurice, sa vyskytuje najmä na karbonátových pôdach bohatých

na vápno, ktoré majú nízky obsah zinku prijateľného pre rastliny.

Výskumy ukázali, že nedostatok jedného prvku no výžive rastlín môže spôsobiť poruchy v činnosti celého enzymatického systému; zabezpečuje silné zvýšenie alebo zníženie aktivity tých enzýmov, ktoré nie sú bezprostredne aktivované cez deficitný prvok (Smith, 1956). Preto pre dosiahnutie vysokých úrod dobrej kvality je dôležité zabezpečiť v živnom prostredí harmonický pomer živín vrátane mikroelementov a pre ich maximálne využitie optimalizovať aj ostatné faktory participujúce na tvorbe úrody.

V príspevku poukazujeme na možnosť využitia odpadového zinku vo výžive kukurice na pôdach s malou, strednou, ale aj vysokou zásobou zinku.

MATERIÁL A METÓDA

Poľný pokus v rokoch 1994 až 1996 s plodinou kukurica na zrno, odrodou Fúrio bol založený na stredne ťažkej hlinito-piesočnatej mačínovej pôde na pozemkoch PD Kostolište, Záhorská nížina. Predplodinou pre kukuricu boli v každom roku zemiaky, hnojené maštalným hnojom dávkou 40 t.ha⁻¹.

Každý rok na jar pred sejbou bol urobený rozbor pôdy, fosfor metódou Egnera, draslík a horčík metódou Schachtschabela, zinok DTPA a C_{ox} metódou Tjurina (tab. I). Vzhľadom na vysoký obsah fosforu a draslíka bolo hnojenie predmetnými hnojivami vynechané. Dávka dusíka a zinku bola pre všetky tri pokusné roky rovnaká (tab. II). Pokus mal päť variantov hnojenia, každý variant bol štyrikrát opakovaný. Veľkosť parcely (opakovania) bola 4680 m² (260 m x 18 m).

Obidva druhy kvapalných hnojív (DAM 390 + ZnCl₂) sa aplikovali 10 dní pred sejbou postrekovačom značky Kertitox. Kukurica o šírke riadkov 75 cm sa vysiala 12riadkovou sejačkou značky Cyklocase. Porast ku-

kurice bol ošetrovaný proti burinám prípravkami Rafiné 10 g.ha⁻¹ a Titus 30 g.ha⁻¹ a prihnojený dávkou 30 kg N.ha⁻¹ LAV vo fáze 3 až 4 listov pri výške porastu 15 až 20 cm.

Počas vegetácie bol pokus v roku 1994 trikrát zavlažovaný dávkami 30 mm vody, analogicky aj v roku 1995 dvakrát a v roku 1996 len jedenkrát. Zber pokusu sa urobil kombajnom E-514.

Po zbere a dosušení zrna na 14% vlhkosť sa stanovila úroda na jednotlivých opakovaniach a variantoch, stanovil sa obsah živín, vypočítal obsah dusíkatých látok a odber živín. Úroda zrna a obsah dusíkatých látok sa vyhodnotil analýzou rozptylu.

VÝSLEDKY

Kukurica pozitívne reagovala na hnojenie zinkom. Najvyššie úrody kukuričného zrna vplyvom aplikácie zinku sa dosiahli v roku 1994 na pôde, ktorá vykazovala nízky obsah zinku (0,8 mg.kg⁻¹). Vplyvom dávky zinku 1,5 kg.ha⁻¹ sa úroda kukurice zvýšila o 1,91 t.ha⁻¹ v porovnaní s variantom hnojenia 2 (bez zinku). Druhá stupňovaná dávka zinku (3 kg.ha⁻¹) (variant 4), podobne ako dávka 1,5 kg.ha⁻¹, priniesla vysoko preukazné zvýšenie úrody v porovnaní s variantom 2, ale úroda v porovnaní s variantom 3 bola o 0,19 t.ha⁻¹ nižšia, čo je preukazné zníženie úrody oproti variantu 3. Tretia stupňovaná dávka zinku (6 kg.ha⁻¹) pôsobila retardujúco na tvorbu úrody, jej vplyvom sa úroda zrna kukurice vysoko preukazne znížila v porovnaní s predchádzajúcimi dávkami zinku. Úroda zrna sa preukazne znížila aj v porovnaní s kontrolným variantom 2. Analogický trend úrod bol aj v ďalších dvoch pestovateľských ročníkoch, avšak úrody boli celkovo nižšie. I napriek tomu, že podľa kritérií pre hodnotenie obsahu mikroživín (Juráni a kol. – cit. Neuberger, 1985) bol obsah zinku na hranici vysokej zásoby, kukurica reagovala na hnojenie zinkom pozitívne, najmä pri dávke 1,5 kg.ha⁻¹.

Ďalšie dve stupňované dávky pôsobili depresívne v porovnaní s najnižšou dávkou zinku. Z tab. III vyplýva, že i v priemere za tri pokusné roky je reakcia zrnovej kukurice pozitívna na hnojenie dusíkom a zinkom. Vplyvom hnojenia dusíkom (variant 2) dávkou 160 kg.ha⁻¹ sa

I. Výsledky analýz pôdy pred založením pokusu do hĺbky 0 až 30 cm – Results of soil analysis before trial establishment to a depth of 0 to 30 cm

Rok ¹	pH/KCl	N _{an}	P	K	Mg	Zn	C _{ox} (%)
	mg.kg ⁻¹						
1994	5,5	14,2	77,0	166	40,0	0,7	1,02
1995	6,40	39,0	95,0	184	297	2,8	4,29
1996	7,10	36,8	83,0	235	302	2,4	2,85

¹year

II. Varianty hnojenia – Fertilization variants

Variant ¹	Dávka ² N (kg.ha ⁻¹)	Dávka Zn (kg.ha ⁻¹)
1	0	0
2	130 + 30	0
3	130 + 30	1,5
4	130 + 30	3,0
6	130 + 30	6,0

¹variant, ²dose

III. Úrody zrna kukurice (t.ha⁻¹) (štandardná 14% vlhkosť) – Maize grain yields (t.ha⁻¹) (14% standard moisture)

Variant ¹	Rok ²			$\bar{x}$ (3 roky)	Rel. %	
	1994	1995	1996		1 = 100	2 = 100
1	8,45	6,30	7,99	7,58	100	82,1
2	10,24	8,16	9,30	9,23	121,8	100,0
3	12,15	8,82	9,75	10,24	135,1	110,9
4	11,96	7,49	9,35	9,60	126,6	104,0
5	10,10	7,21	9,15	8,82	116,4	95,5

Sdr* 0,136

Sdr** 0,1989

¹variant, ²year

úroda zvýšila o 1,65 t.ha⁻¹. Naturálna produkcia 1 kg aplikovaného dusíka je 10,3 kg kukuričného zrna. Po pridaní 1,5 kg.ha⁻¹ zinku k 160 kg.ha⁻¹ dusíka (variant 3) sa úroda zrna zvýšila o 1 t.ha⁻¹ porovnaní s variantom 2 a naturálny efekt 1 kg dusíka sa zvýšil z 10,3 kg na 16,6 kg zrna kukurice. Pri druhej stupňovanej dávke zinku (3 kg.ha⁻¹) sa úroda zvýšila o 4 %, a pri tretej dávke zinku (6 kg.ha⁻¹) došlo k zníženiu úrody zrna kukurice o 0,41 t.ha⁻¹ v porovnaní s variantom bez hnojenia zinkom. Toto zníženie vysoko prekračuje diferenciu vysokej preukaznosti, ktorá je daná hodnotou 0,1989 t.ha⁻¹.

Ekonomika aplikácie zinku, najmä najnižšej dávky, bola vysoko rentabilná. Aplikovaný zinok sa pozitívne uplatnil aj na tvorbe dusíkatých látok v zrne kukurice (tab. IV). Prvá stupňovaná dávka zinku (1,5 kg.ha⁻¹) sa vo všetkých troch pestovateľských rokoch vysoko preukazne uplatnila na tvorbe dusíkatých látok. Účinok druhej dávky zinku (3 kg.ha⁻¹) sa výrazne prejavil len v roku 1994 na pôde, ktorá obsahovala nízky obsah

zinku (0,7 mg.kg⁻¹). Na uvedenom variante sa zvýšil obsah dusíkatých látok až o 2,9 abs. % v porovnaní s variantom 2 (bez hnojenia zinkom). Tretia dávka (6 kg.ha⁻¹) pôsobila na tvorbu dusíkatých látok inhibične.

Ako vyplýva z tab. V a VI, zinok sa uplatnil aj na resorpcii živín a využití resorbovaných živín na tvorbu úrody. Na variante 3 sa zvýšil odber dusíka takmer o 45 kg.ha⁻¹, čo postačuje na úrodu skoro 2 t.ha⁻¹ kukurice. Na predmetnom variante došlo k zvýšeniu odberu všetkých makroživín v rozsahu od 7 do 18,5 %. Na variante hnojenia 4, dávkou zinku 3 kg.ha⁻¹ sa výraznejšie zvýšila koncentrácia fosforu o 12,8 %, dusíka o 8 %, draslíka o 6,9 %, a tým bol aj relatívne vyšší odber (kg.ha⁻¹) vo vzťahu k tvorbe úrody zrna kukurice.

Koncentrácia zinku (mg.kg⁻¹) zrna kukurice sa zvyšovala v závislosti od dávky zinku (kg.ha⁻¹). Najvyššia koncentrácia 68 mg.kg⁻¹ sa dosiahla pri tretej stupňovanej dávke na variante hnojenia 5. Na predmetnom variante sa úrodou zrna odobralo 0,6 kg.ha⁻¹.

IV. Obsah dusíkatých látok (%) v zrne kukurice – Crude protein content (%) in maize grain

Variant ¹	Rok ²			$\bar{x}$ (3 roky)	Rel. %	
	1994	1995	1996		1 = 100	2 = 100
1	13,4	16,1	14,9	14,8	100	89,7
2	15,1	18,0	16,3	16,5	111,5	100,0
3	16,5	18,9	16,9	17,4	117,6	105,5
4	18,0	18,2	16,5	17,6	118,9	106,7
5	13,3	17,9	16,2	15,8	106,7	95,8

Sdt⁺ 0,2578

Sdt⁺⁺ 0,3601

¹variant, ²year

V. Obsah živín (mg.kg⁻¹ sušiny) v zrne kukurice (priemerná hodnota za tri roky) – Nutrient content (mg.kg⁻¹ of dry matter) in maize grain (average value for three years)

Variant ¹	N	Rel. %	P	Rel. %	K	Rel. %	Ca	Rel. %	Mg	Rel. %	Zn	Rel. %
1	23 680	90,8	2 687	110,3	3 100	106,9	750	111,1	1 125	90,0	27	73,0
2	26 080	100,0	2 437	100,0	2 900	100,0	675	100,0	1 250	100,0	37	100,0
3	27 840	106,7	2 500	102,6	2 800	96,5	675	100,0	1 250	100,0	46	124,3
4	28 160	108,0	2 750	112,8	3 100	106,9	550	81,5	1 125	90,0	49	132,4
5	25 280	96,9	2 500	102,6	3 000	103,4	550	81,5	1 125	90,0	68	183,8

¹variant

VI. Odber živín (kg.ha⁻¹) zrnom kukurice (priemerná hodnota za tri roky) – Nutrient withdrawal (kg.ha⁻¹) by maize grain (average value for three years)

Variant ¹	N	Rel. %	P	Rel. %	K	Rel. %	Ca	Rel. %	Mg	Rel. %	Zn	Rel. %
1	179,5	74,6	20,4	90,7	23,5	87,7	5,7	91,9	8,5	73,9	0,20	58,8
2	240,7	100,0	22,5	100,0	26,8	100,0	6,2	100,0	11,5	100,0	0,34	100,0
3	285,1	118,5	25,6	113,8	28,7	107,0	6,9	111,3	12,8	111,3	0,47	138,2
4	270,3	112,3	26,4	117,3	29,8	111,2	5,3	85,5	10,8	93,9	0,47	138,2
5	213,0	92,5	22,1	98,2	26,5	98,8	4,8	77,4	9,9	86,1	0,60	176,5

¹variant

Z dosiahnutých výsledkov možno usudzovať, že na uvedenej lokalite je optimálna dávka zinku $1,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Z predmetnej dávky sa takmer tretina ($0,47 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) lokalizovala v zrne kukurice.

DISKUSIA

Naše trojročné výsledky z exaktných poľných pokusov na hlinito-piesočnatej pôde potvrdzujú mnohé literárne poznatky, že kukurica pozitívne reaguje na hnojenie zinkom, najmä na pôdach ľahšieho zrnitostného zloženia (Laskevič, 1985; Fecenko et al., 1986; Kotvas, 1986). Z hľadiska tvorby úrod a obsahu dusíkatých látok a ekonomiky hnojenia je postačujúca dávka zinku $1,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, aplikovaná pred sejbou spolu s kvapalnou formou dusíka vo forme DAM 390. Kotvas (1986) odporúča pôdnu aplikáciu zinku uprednostniť pred foliárnou, najmä pri viacročnom pestovaní kukurice na stanovišti, pričom počíta s ročnou dávkou zinku 1 až $2 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ v závislosti od jeho obsahu v pôde. Na pôdach s pH v rozsahu 6 až 7 pri vysokej zásobe fosforu odporúča ročné dávky chelatizovaného typu Zinkocitu a pri nízkom obsahu fosforu iónového typu Zinkocitu. V podmienkach našich pokusov dávka zinku $6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ pôsobila depresívne nielen na úrodu kukurice, ale aj na obsah dusíkatých látok v zrne kukurice.

Z tohto hľadiska sa zdá byť dávka zinku 5 až $13 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, ktorú odporúčajú Juráni a kol. (cit. Neuberger, 1985), vysoká. Vyššie dávky zinku ovplyvňujú len jeho kumuláciu v zrne, ale už nestimulujú príjem makroelementov a ich využitie pre tvorbu úrody.

Použitie kvapalné hnojivo s obsahom zinku v zhode s výsledkami, ktoré uverejnil Singh (1976), sa ukazuje ako perspektívne pre kukuricu, zvlášť pri vysokej zásobe fosforu a nízkom obsahu zinku v pôde, pre odstránenie možných porúch vo výžive kukurice zinkom.

LITERATÚRA

- BERGMANN, W.: Die Bedeutung der Düngung mit Mikronährstoffen für die Weitere Steigerung Pflanzlichen Produktion. *Spez. Mikronährstoffe*, 1975 (5): 12–19.
- FECENKO, J. et al.: Vplyv hnojenia horčíkom, meďou, manganom a zinkom na tvorbu úrody a kvalitu jarného jačmeňa a ozimnej pšenice. *Rostl. Výr.*, 32, 1986 (10): 1055–1062.
- KOTVAS, F.: Uplatnenie koncentrátov stopových prvkov v praktickej výžive hlavných plodín. In: *Zbor. Ref. X. Slov. Semin. o racionálnom používaní priemyselných hnojív*, Chemko Strážske, ČSSVT 1986: 79–87.
- LASKEVIČ, G. I.: Značenie mikroutdobrení v povýšení produktivity rastení. *Počvovedenie*, 1985 (2): 146–149.
- NEUBERG, J. a kol.: Komplexní metodika výživy rostlin pro léta 1986–1990. Praha, 1985.
- PANNIKOV, V. D. – MINEJEV, V. G.: Pôda, podnebie, hnojivo a úroda. Bratislava, Príroda 1979.
- SINGH, Y.: Phosphorus and zinc interaction in maize nutrition. *Ind. J. Agron.*, 21, 1976 (4): 480–482.
- SMITH, P. E.: Effects of high levels of copper, zinc and manganese of free growth and fruiting of Valencia orange in sand culture, *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 67, 1956: 202–209.

Došlo 19. 3. 1997

Kontaktná adresa:

Prof. Ing. Ján Fecenko, DrSc., Slovenská poľnohospodárska univerzita, A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 00421 87/41 12 10, fax: 00421 87/41 14 51

VPLYV DUSÍKATÉHO HNOJENIA A PESTICÍDOV NA ÚRODY JARNÉHO JAČMEŇA

EFFECTS OF NITROGEN FERTILIZATION AND PESTICIDES ON SPRING BARLEY YIELD

S. Kubinec

Research Institute of Plant Production, Piešťany, Slovak Republic

ABSTRACT: In 1994 to 1996, under good growing conditions of warm lowland area (long-term annual temperature normal of 9.0 °C, precipitation normal of 625 mm) with chernozem soils on a loess well supplied with P and K in topsoil and humus content about 2%, the effects of four levels of N nutrition (non-fertilized control, 30, 60 + 30 kg.ha⁻¹, according to N_{an} content in the soil) and the effects of four levels of pesticide treatment (untreated control, herbicides, insecticides, as required herbicides, insecticides, fungicides) on the stand height, grain yield, 1000 grain weight (TGW) and the share of grains on sieves with the mesh of 2.2, 2.5, and 2.8 mm in two varieties of spring barley (Jubilant, Garant) were evaluated. At a relatively high stand weediness before herbicide treatment, especially in the years 1995 and 1996 (Tab. II), not much affected by N fertilization, what is not fully in agreement with the data by D e m o (1991), weediness was significantly reduced by herbicide treatment approximately to the same level each experimental year. N fertilization influenced positively the stand height (Tab. IV) and also the achieved yields (Tab. V). Statistically significant yield differences were found in all factors, the yield of 7.20 t.ha⁻¹ in Garant being significantly higher than the yield of 6.72 t.ha⁻¹ in Jubilant, the yield with N fertilization according to N_{an} in the soil 7.25 t.ha⁻¹ insignificantly higher than that with N rate of 90 kg.ha⁻¹, however, significantly higher than the yield at the N rate of 30 kg.ha⁻¹ and at non-fertilized control. With pesticides, complete treatment by herbicides, insecticides, and fungicides ensured the highest mean yield of 7.42 t.ha⁻¹, significantly higher than the yields in other variants. The highest productivity (effectiveness) of supplied N was at the rate of 30 kg.ha⁻¹, when the yield increase per 1 kg of N was, on the average, 14.67 kg of grain (Tab. VII). According to the need treatment increased the yield as compared to control the most, namely by 10.7%. Yield quality expressed by TGW (Tab. IV) and by the share of grains on sieves (Tab. VI) declined with N rate increase and improved with treatments, especially fungicide treatment.

spring barley; N fertilization; pesticides; weediness; grain yield

ABSTRAKT: V rokoch 1994 až 1996 sa v podmienkach teplej nížinnej oblasti s černozeznými pôdami na spraši (Borovce) zhodnotil vplyv rôznej úrovne N výživy (nehnojená kontrola, 30, 60 + 30 kg.ha⁻¹, podľa obsahu N_{an} v pôde) a vplyv ošetrovania pesticídmi (neošetrovaná kontrola, herbicidy, insekticidy, podľa potreby herbicidy, insekticidy, fungicidy) na úrodu zrna pri dvoch odrodách jarného jačmeňa siateho (Jubilant, Garant). Najvyššia úroda sa docielila pri hnojení N podľa obsahu N_{an} v pôde, kde boli dávky N v pokusných rokoch 55, 70 a 55 kg.ha⁻¹, a pri ošetrovaní porastov v závislosti od výskytu škodlivých činiteľov. Najvýznamnejšie na výšku úrody vplývalo z pesticídov ošetrovanie proti chorobám fungicídmi TILT 250 EC a pri N hnojení podľa obsahu N_{an} v pôde. Tieto varianty, pričom výraznejšie bolo ošetrovanie pesticídmi, sa prejavili pozitívne na výške porastov, HTZ a podiele zrna nad 2,2 mm na sítach.

jarný jačmeň; hnojenie N; pesticídy; zaburinenie; úroda zrna

ÚVOD

Výživa dusíkom a použitie pesticídov patria k základným faktorom, ktoré významne ovplyvňujú vývoj pestovaných rastlín, ich úrody a kvalitu produktov. Pri jarnom jačmeni, najmä ak je pestovaný pre využitie na sila, sú tieto faktory obzvlášť dôležité.

Vo viacerých novších prácach, zaoberajúcich sa problematikou dusíkatej výživy jarného jačmeňa, vychádzajú odporúčania najmä zo stavu, resp. z obsahu N_{an}, prípadne jeho foriem v pôde a z predpokladaného čerpania

úrodou (L o ť e k et al., 1991; H e j n á k et al., 1996; V a n ě k et al., 1996). V každom prípade treba zohľadňovať ekonomické a ekologické hľadiská (B a i e r, 1992).

Ak berieme do úvahy fakt, že len zdravý porast s optimálnym počtom jedincov je predpokladom dosiahnutia dostatočne vysokej až maximálnej úrody, potom hodnotenie vplyvu škodlivých činiteľov a ich prípadné eliminovanie majú svoje plné opodstatnenie.

V lepších pestovateľských podmienkach, pri dobre založených, kompletných porastoch nebudujú buriny vážnym škodlivým činiteľom. Stávajú sa ním v prípadoch

výskytu obzvlášť nebezpečných druhov. Vtedy je aj použitie vhodných herbicidov opodstatnené. Ako uvádza Demó (1991), hnojenie N výrazne vplyva na konkurenčný tlak kultúrnych plodín a burín.

Aplikáciu herbicidov podľa stavu zaburinenia porastov jarného jačmeňa odporúča Gallo (1989). Problémovjším najmä v ostatných rokoch sa pri jarnom jačmeni stáva výskyt a eliminácia chorôb a škodcov. Dobré výsledky s aplikáciou fungicidov uvádzajú Fandlová (1994), Michalíková et al. (1995) a i.

MATERIÁL A METÓDA

Poľný pokus so sledovaním vplyvu vybraných agro-technických faktorov pri jarnom jačmeni bol založený v rokoch 1994 až 1996 na pokusnom mieste Borovce, ktoré je v dobrých výrobných podmienkach, charakterizovaných priemerným úhrnom ročných zrážok 625 mm a priemernou ročnou teplotou vzduchu 9,2 °C. Pôdy pokusných pozemkov sú hlboké hlinité černoze na spraši s obsahom humusu okolo 2 %, dobrou zásobou K a so strednou až dobrou zásobou P. Pokus bol usporiadaný blokovo metódou s úplným znáhodnením pokusných členov v bloku v rámci osemhonového osevného postupu, pričom predplodinou jačmeňa bola kukurica na siláž. Pokusné parcely v štyroch blokoch mali rozmery 1,25 m x 10 m (12,5 m²), rozmery zberovej parcely boli 1,25 m x 8 m (10 m²).

Príprava pôdy pred založením pokusu bola vykonaná bežnými agrotechnickými postupmi. Po jarnom urovaní

10 EM a na variante s fungicídmi (c4) TILT 250 EC (0,5 l.ha⁻¹).

V pokuse boli sledované a hodnotené vplyvy týchto faktorov a ich úrovní:

- A – odroda: a1 – Jubilant
a2 – Garant
- B – hnojenie N: b1 – 0 (bez hnojenia)
b2 – 30 kg.ha⁻¹
b3 – 60 kg.ha⁻¹ (pri príprave pôdy)
+ 30 kg.ha⁻¹ (na list)
b4 – podľa obsahu N_{an} v pôde
- C – pesticídy: c1 – 0 (bez pesticídov)
c2 – herbicídy
c3 – insekticídy
c4 – podľa potreby (herbicídy, insekticídy, fungicídy)
- D – roky: d1 – 1994
d2 – 1995
d3 – 1996

V pokuse sme sledovali počty vzídených rastlín, počty burín pred ošetrovaním a po ňom, výskyt škodcov priebežne, výskyt listových chorôb, výšku jačmeňa, úrodu zrna, HTZ a podiely zrna na sítach. Úrody boli vyhodnotené analýzou rozptylu a rozdiely testované Scheffeho testom. Ďalšie znaky sú vyhodnotené priemermi a percentuálne.

Priebeh počasia v jednotlivých pokusných rokoch bol hodnotený na základe priemerných mesačných teplôt vzduchu a mesačných súhrnov zrážok a porovnávaný s dlhodobým normálom (tab. I).

I. Priemerné denné teploty vzduchu (°C) a úhrny zrážok (mm) podľa mesiacov (Borovce, 1994 až 1996) – Mean daily air temperatures (°C) and precipitation sums (mm) according to the months (Borovce, 1994 to 1996)

Mesiac ¹	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Súhrn ⁵
Teploty ³ (°C)													
Rok (normál) ²	1,7	-0,1	5,7	8,9	13,7	17,2	22,5	19,9	15,5	7,6	5,1	0,4	9,8
1994	-2,0	-2,0	4,3	9,5	14,7	17,5	19,3	18,6	14,8	9,5	4,2	0,3	9,2
1995	-3,0	3,5	2,9	9,7	14,2	17,6	23,4	19,3	13,5	11,2	2,0	-0,6	9,7
1996	-2,2	-4,1	1,6	10,5	15,9	18,7	18,3	19,2	11,8	10,2	7,1	-2,9	9,2
Zrážky ⁴ (mm)													
Rok (normál)	40,0	35,0	39,0	45,0	60,0	67,0	66,0	63,0	51,0	53,0	59,0	47,0	625,0
1994	47,5	9,3	25,8	93,0	81,2	31,4	28,1	85,7	95,1	88,9	23,9	51,6	661,5
1995	47,4	31,0	51,6	45,9	59,7	91,4	8,4	53,8	79,8	2,9	20,3	29,4	521,6
1996	41,0	21,2	17,7	61,9	103,1	50,1	26,4	65,3	73,5	36,3	12,7	12,2	521,4

¹ month, ² year (normal), ³ temperatures, ⁴ precipitation, ⁵ sum

pôdy smykom v rámci predsejbovej prípravy bola celá plocha pokusu vyhnojovaná fosforečnými (superfosfát) a draselnými (draselná soľ) hnojivami, pričom boli použité dávky P 35 kg.ha⁻¹ a K 120 kg.ha⁻¹. Hnojenie N bolo variantné. Na variantoch s herbicídmi (c2, c4) sa aplikovala kombinácia prípravkov Starane 250 EC + Aminex Pur (0,6 + 2,5 l.ha⁻¹), na variantoch s insekticídm (c3, c4) sa použil Metation E 50, resp. CYPER

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vzchádzanie jačmeňa sa v jednotlivých pokusných rokoch odlišovalo, pričom najviac rastlín pri obidvoch odrodách vzišlo v roku 1995, a to v priemere 413,6 ks.m⁻² (poľná vzchádzavosť 91,9 %) pri odrode Jubilant a 401,2 ks.m⁻² (89,2 %) pri odrode Garant. Najnižší počet vzídených rastlín pri obidvoch odrodách

bol zaznamenaný v roku 1996, kedy bola priemerná poľná vzhádzavosť 78,5 %, čo súviselo s oneskorenou sejbou, ktorá bola vzhľadom na nepriaznivé počasie vykonaná po agrotechnickom termíne. Z odrôd bolo nepatrne lepšie vzhádzanie v priemere troch rokov zaznamenané pri odrode Jubilant (tab. II).

Vývoj porastov bol najlepší v roku 1994, kedy sa porasty založili v agrotechnickom termíne a priebeh počasja po sebe bol pre rast a vývoj jačmeňa najpriaznivejší z pokusných rokov. Prejavilo sa to aj na zaburinenosti porastov, ktorá bola najnižšia z pokusných rokov (tab. III). Najvyššie zaburinenie porastov bolo pri neskorej sejbe v roku 1996. Z burín boli v pokuse naj-

počty burín zistené 28 dní po ošetrení sa v jednotlivých rokoch, aj napriek výrazne odlišným počtom burín pred postrekom, odlišujú minimálne. Možno konštatovať, že najmä v prvom roku pokusu bolo použitie herbicídov vzhľadom na nízky konkurenčný tlak burín neúčelné.

Výskyt listových chorôb bol najnižší v roku 1994, kedy sa porasty fungicídom neošetrovali. V ďalších dvoch rokoch výskyt múčnatky trávovej, ale aj výskyt škvrnitosti vyžadoval ošetrovanie fungicídom na príslušnom variante (c4).

Zo škodcov sa vyskytovali predovšetkým larvy kohútikov, čo vyžadovalo každoročné ošetrovanie (varianty c3 a c4).

II. Počty vzídených rastlín jarného jačmeňa (ks.m^{-2}) a poľná vzhádzavosť (%) v pokusných rokoch – Numbers of spring barley seedlings (pc.m^{-2}) and field emergence (%) in experimental years

Odroda ¹	1994		1995		1996		Priemer ²	
	ks.m^{-2}	%	ks.m^{-2}	%	ks.m^{-2}	%	ks.m^{-2}	%
Jubilant	396	88,6	413,6	91,9	359,5	77,6	386,4	85,9
Garant	360	83,2	401,2	89,2	354,2	79,5	371,8	82,6

¹variety, ²average

III. Priemerné počty burín (ks.m^{-2}) pred ošetrením (P1) a 28 dní po ošetrení herbicídmi (P2) podľa variantov – Mean weed numbers (pc.m^{-2}) before treatment (P1) and 28 days following herbicide treatment (P2) according to the variants

Odroda ¹	Variant ²	Rok ³							
		1994		1995		1996		priemer ⁴	
		P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
Jubilant	c1	71	78	111	130	187	197	123	135
	c2	73	31	149	15	218	26	147	24
	c4	67	20	144	10	226	23	146	18
Garant	c1	65	69	150	165	216	250	144	161
	c2	66	25	139	15	205	36	137	25
	c4	70	24	154	18	247	34	157	25

¹variety, ²variant, ³year, ⁴average

početnejšími druhmi v roku 1994 *Polygonum aviculare*, *Chenopodium album*, *Stellaria media* a *Persicaria vulgaris*. V roku 1995 boli najpočetnejšími *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus*, *Echinochloa crus-galli*, *Lamium* ssp. a *Persicaria vulgaris* a v roku 1996 *Chenopodium album*, *Polygonum aviculare*, *Stellaria media*, *Thlaspi arvense*, *Solanum nigrum* a *Fagopyrum convolvulus*. Menej početnými druhmi v jednotlivých rokoch boli *Anagallis arvensis*, *Setaria* ssp., *Cirsium arvense*, *Tripleurospermum maritimum*, *Veronica arvensis* a *Avena fatua*.

Nezistil sa vplyv rôzneho hnojenia N na zaburinenosť porastov. Konkurenčný tlak burín bol pri všetkých úrovniach hnojenia N takmer rovnaký, čo nepotvrďuje údaje, ktoré uvádza De m o (1991).

Herbicídmi na príslušných variantoch (c2, c4) sa zaburinenosť vo všetkých rokoch podstatne znížila, pričom

Na výšku úrod zrna a niektoré ďalšie sledované znaky vplývali jednotlivé faktory rôzne (tab. IV a V). Z odrôd bola úrodnejšou odroda Garant, pri ktorej bola priemerná úroda $7,20 \text{ t.ha}^{-1}$ štatisticky preukazne vyššia ako priemerná úroda $6,72 \text{ t.ha}^{-1}$ pri odrode Jubilant.

Hnojenie N spôsobovalo zvýšenie úrod zrna pri porovnávaní s nehnojou kontrolou, pričom už pri dávke N 30 kg.ha^{-1} bol rozdiel úrod štatisticky preukazný. Nepreukazný bol len rozdiel medzi úrodou $7,25 \text{ t.ha}^{-1}$ pri N hnojení podľa obsahu N_{an} v pôde a úrodou $7,16 \text{ t.ha}^{-1}$ pri hnojení 90 kg.ha^{-1} . Dusík dodaný v hnojivách pôsobil pozitívne aj na výšku porastov, čo je zrejme z tab. IV.

Z výsledkov vyplýva, že hnojenie N podľa obsahu N_{an} v pôde, tak ako ho odporúčajú niektorí autori, má priaznivý vplyv na vývoj porastov a výšku úrody. Údaje uvedené v tab. IV a VI však naznačujú, že zvyšovanie úrovne N hnojenia pôsobí na kvalitu zrna skôr opačne ako

IV. Priemerná výška jarného jačmeňa (mm) pred zberom a hmotnosť 1000 zŕn (g) podľa variantov – Mean height of spring barley (mm) before harvest and 1000 grain weight (g) according to the variants

Faktor ¹	Úroveň ⁵	Znak ¹⁰							
		výška ¹¹ (mm)				HTZ ¹² (g)			
		1994	1995	1996	priemer ¹³	1994	1995	1996	priemer
Odroda ²	a1 – Jubilant	730	711	762	734	38,1	39,9	39,0	39,0
	a2 – Garant	701	744	757	734	43,6	42,2	45,8	43,9
Hnojenie N ³ (kg.ha ⁻¹)	b1 – 0	660	656	724	680	41,7	41,8	42,1	41,9
	b2 – 30	708	700	750	719	41,7	41,5	41,8	41,7
	b3 – 60 + 30	742	737	778	752	40,0	40,0	40,4	40,1
	b4 – podľa ⁶ N _{an}	754	738	768	753	41,0	41,0	41,6	40,9
Pesticidy ⁴	c1 – 0	717	704	760	727	40,2	40,2	41,2	40,5
	c2 – herbicidy ⁷	709	706	752	722	40,0	40,8	41,3	40,7
	c3 – insekticidy ⁸	708	710	753	724	40,1	40,8	40,9	40,7
	c4 – c2 + c3 + fungicidy ⁹	727	671	754	730	40,5	41,5	41,6	41,3

¹factor, ²variety, ³N-fertilization, ⁴pesticides, ⁵level, ⁶according to, ⁷herbicides, ⁸insecticides, ⁹fungicides, ¹⁰character, ¹¹height, ¹²TGW, ¹³average

V. Úrody jarného jačmeňa (t.ha⁻¹) podľa faktorov a ich testovanie po analýze rozptylu – Spring barley yields (t.ha⁻¹) according to the factors and their testing after variance analysis

Faktory ¹							
odroda ² A		hnojenie ³ B		pesticidy ⁴ C		roky ⁵ D	
úroveň ⁶	t.ha ⁻¹	úroveň	t.ha ⁻¹	úroveň	t.ha ⁻¹	úroveň	t.ha ⁻¹
a2	7,20	b4	7,25	c4	7,42	d1	7,61
a1	6,72	b3	7,16	c3	6,90	d3	7,49
		b2	6,94	c2	6,82	d2	5,78
		b1	6,45	c1	6,70		
HD	0,12		0,25		0,22		0,17
Interakcie ⁷							
A x B		A x C		A x D		B x C	
a2b4	7,42	a2c4	7,70	a2d3	7,88	b4c4	7,83
a2b3	7,37	a2c3	7,20	a1d1	7,64	b3c4	7,57
a2b2	7,21	a1c4	7,14	a2d1	7,59	b2c4	7,34
a1b4	7,07	a2c2	6,99	a1d3	7,09	b3c3	7,20
a1b3	6,96	a2c1	6,90	a2d2	6,12	b4c3	7,11
a2b1	6,77	a1c2	6,65	a1d2	5,43	b4c2	7,07
a1b2	6,66	a1c3	6,60			b3c2	7,03
a1b1	6,20	a1c1	6,49			b4c1	6,97
						b1c4	6,92
						b2c3	6,89
						b3c1	6,84
						b2c2	6,79
						b2c1	6,72
						b1c3	6,40
						b1c2	6,40
						b1c1	6,26
HD	0,36		0,36		0,2		0,58

¹factors, ²variety, ³fertilization, ⁴pesticides, ⁵years, ⁶level, ⁷interactions

VI. Podiely zrna jarného jačmeňa na sítach (priemery otvorov 2,8; 2,5 a 2,2 mm) podľa faktorov – Portions of spring barley grain on sieves (sieve mesh average 2.8; 2.5 and 2.2 mm) according to the factors

Faktor ¹	Úroveň ⁵	Roky ⁶															
		1994				1995				1996				priemer ⁷			
		2,8	2,5	2,2	odpad ⁸	2,8	2,5	2,2	odpad	2,8	2,5	2,2	odpad	2,8	2,5	2,2	odpad
Odrody ² (A)	a1	11,3	49,9	29,1	9,7	26,1	47,9	19,1	6,9	28,4	46,8	19,3	5,5	21,9	48,2	22,5	7,4
	a2	25,2	47,4	19,2	8,2	22,1	47,6	20,9	9,4	42,5	41,3	12,8	3,4	29,9	45,4	17,6	7,1
Hnojenie N ³ (B)	b1	24,7	44,1	22,3	8,9	28,8	47,4	17,2	6,6	29,9	43,5	20,8	5,8	27,8	45,0	20,1	7,1
	b2	23,1	48,8	20,3	7,8	27,3	49,0	17,9	5,8	24,8	43,8	23,3	8,1	25,1	47,2	20,5	7,2
	b3	12,1	50,3	27,8	9,8	19,4	47,4	23,2	10,0	20,9	44,0	25,7	9,4	17,5	47,2	25,6	9,7
	b4	13,1	51,4	26,5	9,0	21,1	48,2	21,8	8,9	25,5	44,3	23,7	6,5	19,9	48,0	24,0	8,1
Pesticidy ⁴ (C)	c1	15,9	47,4	25,3	11,4	21,1	47,1	22,3	9,5	24,3	45,2	23,7	6,8	20,4	46,6	23,8	9,2
	c2	13,9	50,4	26,4	9,3	22,6	48,9	20,6	7,9	25,2	44,4	23,0	7,4	20,6	47,5	23,3	8,2
	c3	16,7	48,2	25,5	9,6	22,1	48,1	21,0	8,8	24,3	43,2	24,5	8,0	21,0	46,5	23,7	8,8
	c4	26,4	48,4	18,4	6,8	30,8	46,9	16,2	6,1	27,3	42,7	22,3	7,7	28,2	46,0	19,0	6,8

¹ factor, ² varieties, ³ N-fertilization, ⁴ pesticides, ⁵ level, ⁶ years, ⁷ average, ⁸ waste

VII. Výrobnosť 1 kg N z hnojív (V) v kg zrna jarného jačmeňa podľa odrôd a variantov hnojenia – Productivity of 1 kg of N from fertilizers (V) in kg of spring barley grain according to the fertilization variants

Dávky N ¹ (kg.ha ⁻¹)	Odroda ²					
	Jubilant		Garant		priemer ³	
	úroda ⁴ (t.ha ⁻¹)	V	úroda (t.ha ⁻¹)	V	úroda (t.ha ⁻¹)	V
0	6,20	–	6,80	–	6,50	–
30	6,66	15,33	7,21	13,67	6,94	14,67
60 + 30	6,96	8,44	7,37	6,33	7,16	7,33
podľa ⁴ N _{an}	7,07	14,92	7,42	10,63	7,25	13,45

¹ N-rates, ² variety, ³ average, ⁴ according to, ⁵ yield

VIII. Porovnanie úrod pri pesticídach k neošetrenej kontrole podľa odrôd – Comparison of yields with pesticide treatment to untreated control according to the varieties

Pesticidy ¹	Odroda ⁶					
	Jubilant		Garant		priemer ⁷	
	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%
Bez ošetrenia ²	6,49	100	6,90	100	6,70	100
Herbicidy ³	6,65	102,5	6,99	101,3	6,82	101,8
Insekticidy ⁴	6,60	101,7	7,20	104,3	6,90	103,0
Herbicidy + insekticidy + fungicidy ⁵	7,14	110,0	7,70	111,6	7,42	110,7

¹ pesticides, ² without treatment, ³ herbicides, ⁴ insecticides, ⁵ fungicides, ⁶ variety, ⁷ average

na výšku úrody, nakoľko sa so zvyšovaním dávky N znaky kvality zhoršujú.

HTZ bola pri nehnojenej kontrole v priemere 41,9 g, pri hnojení 30 kg.ha⁻¹ 41,7 g, pri hnojení podľa obsahu N_{an} (v priemere rokov 58,3 kg.ha⁻¹) 40,9 g a pri dávke N 90 kg.ha⁻¹ 40,1 g.

Obdobne možno hodnotiť aj podiely zrna na sítach (tab. VI), keď so zvyšovaním dávky N sa zvyšoval percentuálny podiel zrna pod 2,2 mm (odpad) a znižoval podiel zrna nad 2,8 mm. Pri nehnojenej kontrole tvoril podiel pod 2,2 mm 7,1 % a zvyšoval sa až na 9,7 % pri

najvyššej použitej dávke N (90 kg.ha⁻¹) a naopak, podiel nad 2,8 mm bol pri nehnojenej kontrole 27,8 % a pri najvyššom N hnojení len 17,5 %.

Z hľadiska teoretického i praktického má opodstatnenie aj sledovanie efektívnosti hnojenia N. Podľa výsledkov pokusu bolo najefektívnejším hnojenie dávkou 30 kg.ha⁻¹, pri ktorom na každý 1 kg N z hnojív sa zabezpečil v priemere prírastok úrody (výrobnosť) 14,67 kg zrna (tab. VII). Pri ďalšom zvyšovaní dávok N sa efektívnosť znižovala, keď pri hnojení 58,3 kg.ha⁻¹ (podľa obsahu N_{an} v pôde) to bolo 13,45 kg a pri dávke N 90 kg.ha⁻¹ už len

7,33 kg. Celkove reagovala na hnojenie N odroda Jubilant vyššími prírastkami, avšak pri nižšej úrovni úrod.

Kompletné ošetrovanie porastov pesticídmi podľa výskytu škodlivých činiteľov zabezpečilo najvyššiu priemernú úrodu zrna $7,42 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, ktorá bola štatisticky preukazne vyššia ako úroda na neošetrenej kontrole, na variante ošetrovanom herbicídmi a na variante ošetrovanom insekticídmi, medzi ktorými však neboli štatisticky preukazné rozdiely. Z prehľadu úrod pri hodnotení interakcií je zrejme, že preukazne najnižšia bola v pokuse úroda $6,26 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ na kontrolnom variante pri nehnojení N a neošetrovaní proti škodlivým činiteľom a najvyššia úroda $7,83 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ bola pri kompletnom ošetrovaní (c4) a hnojení N podľa obsahu N_{an} v pôde (b4).

Efekt ošetrovania, vyjadrený percentuálnym zvýšením úrod zrna, je uvedený v tab. VIII. Z údajov vyplýva, že zatiaľ čo efekt ošetrovania herbicídmi sa prejavil len 1,8% zvýšením úrod a ošetrovanie insekticídmi 3% zvýšením, efekt ošetrovania podľa výskytu škodlivých činiteľov (vrátane ošetrovania proti chorobám fungicídmi) bol najvyšší a tvoril v priemere 10,7 %. To predstavuje v hmotnostnom vyjadrení $0,72 \text{ t} \cdot \text{zrna} \cdot \text{ha}^{-1}$.

LITERATÚRA

- BAIER, J.: Možnosti snižování živinových vstupů v průmyslových hnojivech. *Agrochémia*, 32, 1992 (1): 7–9.
- DEMO, M.: Ekologické zásady hospodárenia na pôde. Nitra, VES VŠP 1991. 226 s.
- FANDLOVÁ, M.: Skúsenosti s ochranou obilnín proti chorobám s prípravkami Alto 100 SL a Alto Combi 420 SC. *Agrochémia*, 34, 1994 (4): 87–89.
- GALLO, J.: Vplyv rôznej zaburinenosti na porasty jarného jačmeňa pri použití a bez použitia herbicidu. *Poľnohospodárstvo*, 35, 1989 (6): 493–507.
- HEJNÁK, V. – JEFIMOV, V. N. – OSIPOV, A. I.: Využití dusíku hnojiva a půdního dusíku jarním ječmenem. *Rostl. Výr.*, 42, 1996 (2): 67–72.
- LOŽEK, O. – BÍŽIK, J. – FECENKO, J.: Dynamika anorganického dusíka v pôde a jej vplyv na úrodu a kvalitu jarného jačmeňa. *Rostl. Výr.*, 37, 1991 (5): 441–451.
- MICHALÍKOVÁ, A. – ROHÁČIK, T. – KULICHOVÁ, R.: Účinok Vitavaxu 200-FF proti helmintosporiázam jarného jačmeňa. *Poľnohospodárstvo*, 41, 1995 (7): 518–529.
- VANĚK, V. – NAJMANOVÁ, J. – PETR, J. – NĚMEČEK, R.: Minerální a mineralizovatelný dusík v půdě a výnosy obilnin. *Rostl. Výr.*, 42, 1996 (9): 411–416.

Došlo 21. 4. 1997

Kontaktná adresa:

Ing. Severín Kubinec, CSc., Výskumný ústav rastlinnej výroby, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, Slovenská republika, tel.: 00421 838/72 23 11, fax: 00421 838/72 63 06

DENITRIFIKACE V HNĚDOZEMI

DENITRIFICATION IN ORTHIC LUVISOL

M. Králová, P. Růžek, J. Krejčová

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

ABSTRACT: Denitrification in orthic Luvisols (Praha-Ruzyně) was observed in laboratory soil experiments of three water saturation levels (100, 200, and 300% water-filled pore space – WFPS). The 10-day preincubation at 20 to 22 °C stabilized the soil system in N-cycle. After that KNO_3 (5 mg $\text{NO}_3\text{-N}$ in 100 g soil) and glucose (5 mg C in 100 g soil) were added and the 5-day incubation prolonged the experiment. The reduction of nitrates and the production of N_2O showed the direct relationship with WFPS and the content of extractable C_{ox} . One set of every variant was inhibited by acetylene to depress the N_2O -reductase activity. The nitrate reduction and N_2O production slowed down (18 and 5%) in the variant A of 100% WFPS. The values of Eh reached 400 to 300 mV at pH 6 to 8. The amount of extractable C_{ox} was consumed in 80 to 90%. The reduction of nitrates (50 to 60%) and N_2O emissions (10 to 12%) increased with increasing WFPS (200 to 300%). The content of extractable C_{ox} decreased to zero and the exogenic carbon source was necessary. The redox potential was 200 to 180 mV. The CO_2 production was adequate. The acetylene inhibition was convenient.

denitrification; nitrates; nitrous oxide; extractable C_{ox} ; redox potential

ABSTRAKT: Průběh denitrifikace byl sledován v hnědozemi z lokality Praha-Ruzyně. Odebrané vzorky zeminy byly preinkubovány 10 dnů při teplotě 20 až 22 °C, po aplikaci KNO_3 (5 mg $\text{NO}_3\text{-N}/100$ g zeminy) a glukózy (5 mg C/100 g zeminy) proběhla 5denní inkubace. Jedna série pokusů byla ošetřena C_2H_2 k potlačení aktivity N_2O -reduktázy. Denitrifikace byla sledována na třech úrovních vlhkosti, a to 100, 200 a 300% nasycení porů vodou při pH 6 až 8. Analýzy $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, N_2O , extrahovatelného C_{ox} , CO_2 , Eh a pH ukázaly, že při plném nasycení porů zeminy vodou (varianta A) proběhla redukce nitrátů z 18 %, získané množství N_2O bylo 5% při Eh 400 až 300 mV. Zvýšení nasycenosti porů zeminy vodou na 200 % (varianta B) a 300 % (varianta C) zvýšilo redukci nitrátů na 50 až 60 %, produkci N_2O na 10 až 12 % při Eh 200 až 180 mV a pH 6 až 8. Limitujícím faktorem denitrifikace vedle obsahu H_2O byla koncentrace extrahovatelného C_{ox} , který byl vyčerpán z 80 až 99,9 %. Tato aktivita odpovídala též produkce CO_2 . Acetylenová inhibice aktivity N_2O -reduktázy byla vysoce průkazná.

denitrifikace; nitráty; oxid dusný; extrahovatelný C_{ox} ; redox potenciál

ÚVOD

Denitrifikaci v půdě v závislosti na různých regulačních hydrolymech studovala řada autorů. Robertson et al. (1987) upřesnili, že přidavek nitrátového dusíku limituje denitrifikaci. Myrold (1988) zaznamenal pouze slabou korelaci mezi obsahem nitrátů a denitrifikací v kyselých půdách, zatímco Müller et al. (1980) nenalezli žádnou korelaci. Ryden et al. (1979) poukázali, že důležitým faktorem je koncentrace přijatelného uhlíku. Gamble et al. (1977) na druhé straně popsali, že ne všechny denitrifikující bakterie používají uhlík jako substrát. Dubey, Fox (1974) naopak zjistili přímou závislost mezi organickým uhlíkem a denitrifikací. Burford, Bremner (1975) našli produkci N_2O kompletně kontrolovanou množstvím lehce dostupného organického uhlíku za anaerobních podmínek. Anaerobní podmínky nutné pro denitrifikaci se mohou vyvinout též jako důsledek vysoké spotřeby O_2 , spojené s vyšší mikrobiální aktivitou organické hmoty

(Perkin, 1987) nebo jako důsledek stoupajícího ovlhčení půdy.

Řada studií poukazuje na přímou závislost mezi stoupající půdní vlhkostí a stupněm denitrifikace (Stefan-son, 1972; Ryden et al., 1979; Ryden, Lund, 1980). Na druhé straně je řada prací, které přímou korelaci mezi denitrifikací a půdní vlhkostí popírají (Dowdell, Smith, 1974) a tvrdí, že anomálie mohou být způsobeny limitujícím množstvím využitelného uhlíku (Sextone et al., 1985) nebo nižší teplotou půdy (Mosier et al., 1986). Králová et al. (1997) potvrdili, že extrahovatelný C_{ox} , tj. lehce dostupný uhlík pro denitrifikační bakterie, je v přímé korelaci s denitrifikací v hnědé půdě za anaerobních podmínek.

Denitrifikace je řízena heterotrofními a autotrofními bakteriemi (Upton, 1993). Heterotrofní bakterie požadují uhlík jako zdroj energie pro svůj růst a pro metabolické pochody v buňkách. Tyto bakterie získávají energii z anorganických sloučenin, jako je vodík a síra, a zdrojem uhlíku může být i CO_2 rozpuštěný

v půdní vodě. Pomalá denitrifikace nemusí být způsobena nepřítomností denitrifikačních mikroorganismů, ale nedostatkem organického uhlíku využitelného těmito organismy pro redukci nitrátů (McCarty, Bremner, 1992).

Cílem předložené práce bylo sledování závislosti mezi stoupající půdní vlhkostí a stupněm denitrifikace. Vzorky hnědozemě byly obohaceny KNO_3 a glukózou, jedna část vzorků zeminy byla inhibována acetylenem, druhá byla bez této inhibice. Redox potenciál a lehce dostupný uhlík (extrahovatelný C_{ox}) byly sledovány jako faktory indikující a limitující denitrifikaci.

MATERIÁL A METODA

Použitá zemina byla hnědozem z lokality Praha-Ruzyně (zemědělská výrobní oblast řepařská, nadmořská výška 340 m, hlinitá půda, hnědozem na spraši). Vzorky půdy byly odebrány na podzim v roce 1996, a to z pole s ozimou pšenicí po vojtěšce. Odebraná půda byla vysušena na vzduchu při laboratorní teplotě, všechny pokusy byly provedeny se zeminou pod 2 mm. Charakteristiky půdy jsou uvedeny v tab. I.

Z hydrolimitů hnědozemě (tab. I) vyplývá, že pórovitost půdy je 43 %, z čehož polovina jsou póry kapilární a druhá polovina póry nekapilární.

Do každé nádoby o objemu 600 ml bylo naváženo 100 g zeminy. Jedna část vzorků byla zemina ovlhčená 35 ml H_2O (varianta A), do druhé série vzorků zemín bylo přidáno 50 ml H_2O (varianta B) a třetí varianta C byla zemina s přídavkem 100 ml H_2O . Varianta A byla

zemina plně nasycená vodou, u varianty B byla zemina vodou přesycená a u varianty C byla zemina trvale zatopená vodou. Ovlhčení bylo provedeno pipetou velmi šetrně, aby nebyl porušen povrch zeminy. Potom byly nádoby uzavřeny gumovou zátkou a pevně zašroubovány kovovým uzávěrem. Doba preinkubace byla 10 dnů (Králková et al., 1997). Po této preinkubaci byl aplikován KNO_3 (5 mg $\text{NO}_3\text{-N}/100$ g zeminy) a glukóza (5 mg $\text{C}/100$ g zeminy) a inkubace pokračovala dalších 5 dnů. Zároveň s touto aplikací byla inhibována aktivita N_2O -reduktázy acetylenem (2 ml) v jedné sérii každé varianty. Byly sledovány koncentrace NO_3^- , NH_4^+ , NO_2^- a N_2O , redox potenciál (Eh) a pH. Zároveň byla měřena produkce CO_2 a obsah extrahovatelného C_{ox} ve všech vzorcích zeminy, tj. inhibovaných acetylenem i neinhobovaných.

Fyzikální a chemické metody. Byly stanoveny objemová hmotnost, redukováná objemová hmotnost, měrná hmotnost (Králková et al., 1990) a pórovitost (tab. I). Pro doplnění je v tab. I uveden též zrnitostní rozbor sledované půdy (Růžek, 1993). $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$ a $\text{NO}_2\text{-N}$ byly stanoveny na průtokovém analyzátoru FIA STAR 5020 z půdních extraktů s 1% K_2SO_4 (poměr zeminy a extrahovač byl 1 : 5). Hodnoty extrahovatelného C_{ox} byly měřeny potenciometricky z půdního extraktu 1% K_2SO_4 (Krejčová et al., 1996). Ve vzorcích plynů (2 ml) byly změřeny obsahy N_2O a CO_2 plynovým chromatografem Hewlett Packard 5890 A za použití TCD detektoru (80 °C). Nosným plynem bylo helium. Při výpočtu výsledků analýz byla provedena korekce na plyny přítomné v půdním roztoku. Analýzy plynů byly realizovány v Ústavu půdní biologie AV ČR (České Budějovice). Hodnoty uvedené v tabulkách a obrázcích jsou výsledky analýz přepočítané na sušinu (105 °C). Redox potenciál (Eh) byl měřen v půdní pastě pomocí Pt elektrody kombinované s kalomelovou (Králková, 1992). Hodnoty pH byly měřeny skleněnou elektrodou.

Statistické vyhodnocení bylo provedeno z 10 opakování metodou standardní odchylky ($SD = 0,03$) a korelačním koeficientem ($r = 0,95$).

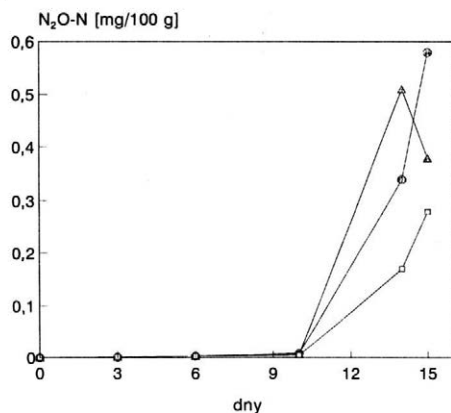
VÝSLEDKY A DISKUSE

Výsledky emisí N_2O získané po 10denní preinkubaci a 5denní inkubaci zeminy (hnědozem) s různým ovlhčením (varianty A, B, C) a s aplikací KNO_3 (5 mg $\text{NO}_3\text{-N}/100$ g zeminy) a glukózy (5 mg $\text{C}/100$ g zeminy) jsou znázorněny na obr. 1. U varianty A byla nalezena nižší koncentrace $\text{N}_2\text{O-N}$ (0 až 0,28 mg/100 g zeminy). Množství $\text{N}_2\text{O-N}$ u variant B a C (0,38 a 0,58 mg/100 g zeminy) bylo vyšší a bylo v přímé korelaci ($r = 0,88$) s množstvím přidané vody k zemině. Použití C_2H_2 v jedné sérii vzorků způsobilo inhibici N_2O -reduktázy a zpomalilo denitrifikační proces (tab. II). Proto byl v inhibovaných vzorcích zeminy nalezen 3- až 5krát vyšší obsah N_2O (0,6 až 0,9 mg $\text{N}_2\text{O-N}/100$ g zeminy) než

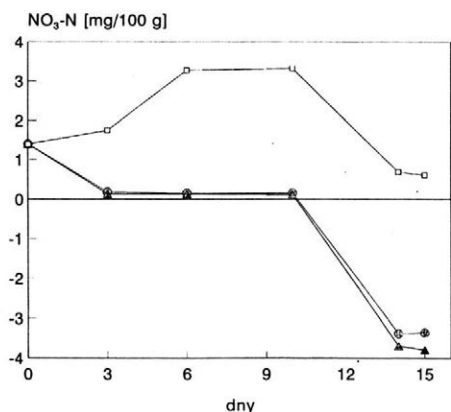
I. Fyzikálně-chemické charakteristiky hnědozemě (Praha-Ruzyně) – Physical and chemical characteristics of orthic Luvisols (Praha-Ruzyně)

Sušina zeminy při 105 °C	95,13 %
Sušina zeminy při 20 °C	98,60 %
Specifická hmotnost ²	2,54 g.cm ⁻³
Pórovitost ³	43,30 % obj. ⁹
Objemová hmotnost ⁴	1,44 ± 0,05 g.cm ⁻³
Redukovaná objemová hmotnost ⁵	1,16 ± 0,05 g.cm ⁻³
Kationtová výměnná kapacita ⁶	213 mmol.kg ⁻¹
pH(H_2O)	6,98
pH(KCl)	7,06
C_{ox}	1,19 %
Skelet ⁷ (> 2 mm)	7,2 % hm. ¹⁰
Frakce ⁸ 0,25–2,0 mm	6,4 % hm.
Frakce 0,05–0,25 mm	13,7 % hm.
Frakce 0,01–0,05 mm	47,9 % hm.
Frakce < 0,01 mm	32,0 % hm.
Frakce < 0,001 mm	11,6 % hm.

¹soil dry matter at, ²specific weight, ³porosity, ⁴bulk density, ⁵reduced bulk density, ⁶cation exchangeable capacity, ⁷skeleton, ⁸fraction, ⁹volume, ¹⁰weight



1. Obsah N_2O-N v hnědozemí (100 g) během 15denní inkubace, obohacené 5 mg NO_3-N a 5 mg C při teplotě 20 až 22 °C a inhibované acetylenem (varianty A, B, C) – Content of N_2O-N in orthic Luvisols (100 g) during 15-day incubation, enriched with 5 mg NO_3-N and 5 mg C at temperatures 20 to 22 °C and inhibited by acetylene (variants A, B, C)



2. Obsah NO_3-N v hnědozemí (100 g) po 15denní inkubaci, obohacené 5 mg NO_3-N a 5 mg C při různém stupni nasycení vodou a inhibované acetylenem (varianty A, B, C) – Content of NO_3-N in orthic Luvisols (100 g) after 15-day incubation, enriched with 5 mg NO_3-N and 5 mg C at different water saturation level and inhibited by acetylene (variants A, B, C)

II. Emise N_2O z hnědozemí po 15denní inkubaci s aplikací KNO_3 a glukózy; varianty A, B, C s různou vlhkostí; pokusy inhibované (a) a neinhibované (b) acetylenem; $SD = 0.03$, $r = 0.97$ ($n = 10$) – N_2O emissions of orthic Luvisols after 15-day incubation with the enrichment of KNO_3 and glucose; variants A, B, C with varying wetness; inhibited (a) and noninhibited (b) experiments by acetylene; $SD = 0.03$, $r = 0.97$ ($n = 10$)

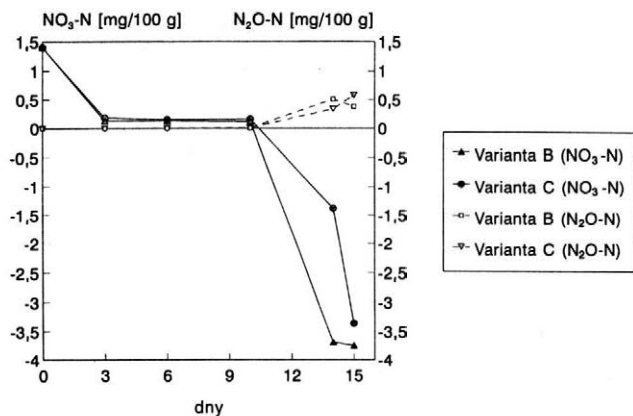
Doba inkubace ¹ (dny ²)	Varianta ³					
	A		B		C	
	N ₂ O-N (mg/100 g)					
	a	b	a	b	a	b
14	0.16	0.19	0.51	0.004	0.34	0.01
15	0.28	0.25	0.38	0.03	0.58	0.00

¹incubation time, ²days, ³variant

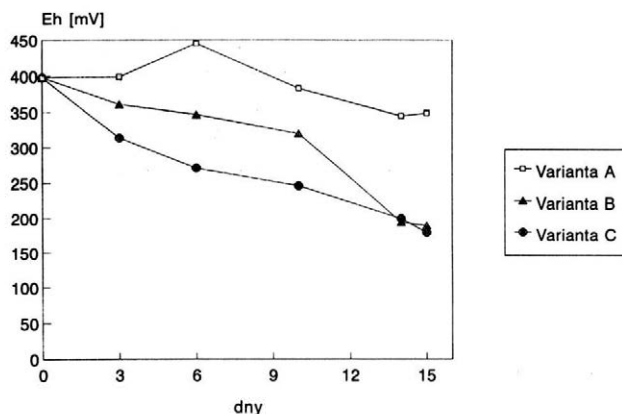
v neinhibovaných vzorcích. Ve vzorcích zeminy, které nebyly inhibovány acetylenem, proběhla redukce N_2O až na N_2 . Denitrifikační bakterie odpovědné za redukcí nitrátů využívají O_2 i NO_3^- jako H-akceptorů a produkují

NO i N_2O jako intermediáty během postupující redukce nitrátů až na N_2 (Tiedje, 1988).

Redukci nitrátů v závislosti na stupni ovlhčení zeminy (varianty A, B, C) zobrazuje obr. 2. Ve variantě A, kde byly kapilární i nekapilární póry zeminy plně nasyceny vodou, byl pozorován nárůst NO_3-N , zatímco v zemině přesycené nebo zatopené vodou (varianty B a C) se obsah NO_3-N snižoval (65 až 75 %). V zemině varianty A probíhala zpočátku intenzivní nitrifikace, množství NH_4-N se snižovalo během preinkubace až na 0,10 až 0,40 mg/100 g zeminy a následkem toho koncentrace nitrátů v zemině byla stále dosti vysoká (3 mg $NO_3-N/100$ g zeminy). Tak tomu nebylo u variant B a C, kde množství NH_4-N se během preinkubace pohybovalo v intervalu 1 až 3 mg $NH_4-N/100$ g zeminy a koncentrace nitrátů činila 0,12 mg $NO_3-N/100$ g zeminy. Koncentrace NO_2-N odpovídala střídání nitrifikace/denitrifikace u varianty A (množství NO_2-N kolísalo mezi 12 až 25 $\mu g/100$ g zeminy). V zemině variant B a C poklesly koncentrace NO_2-N (pod hodnoty 10 $\mu g/100$ g zeminy).



3. Závislost mezi redukcí NO₃-N a produkcí N₂O-N v hnědozemí (100 g) po 15denní inkubaci, obohacené 5 mg NO₃-N a 5 mg C při různém stupni nasycení vodou a inhibované acetylenem (varianty A, B, C) – Relationships between the NO₃-reduction and N₂O-emission in orthic Luvisols (100 g) after 15-day incubation, enriched with 5 mg NO₃-N and 5 mg C at different water saturation level and inhibited by acetylene (variants A, B, C)



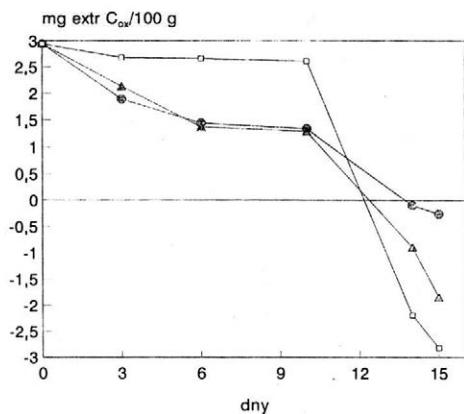
4. Hodnoty redox potenciálu (Eh) pro hnědozem (100 g) různě nasycenou vodou (varianty A, B, C) během 15denní inkubace po inhibici acetylenem – Redox potential values (Eh) of orthic Luvisols (100 g) of varying wetness (variants A, B, C) during 15-day incubation after inhibition by acetylene

Z obr. 3 je evidentní přímá závislost ($r = 0,95$) mezi redukcí NO₃-N a produkcí N₂O ve variantách přesycených vodou (varianta B) nebo zatopených (varianta C). Aulakh, Doran (1990) zjistili, že produkce N₂O se zvyšuje až 10krát v ilimerizované hnědozemí ovlhčené na 60 až 120 % pórovitosti ve srovnání s kontrolní zeminou. V našich pokusech ovlhčení vzorků hnědozemě (100 až 300 % pórovitosti) způsobilo 2- až 2,5krát vyšší produkci N₂O ve srovnání s kontrolní zeminou.

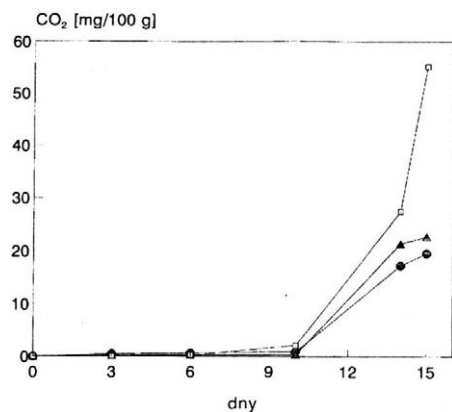
Denitrifikační proces byl doprovázen poklesem redox potenciálu pod hodnoty 200 mV u variant přesycených vodou (B) nebo zatopených (C), zatímco varianta A (plná nasycenost pórů zeminy vodou) si udržela hodnoty Eh stále nad 300 mV. To podporuje hypotézu střídání nitrifikace/denitrifikace během preinkubace vzorků zeminy (obr. 4). Cleemput, Baert (1980) studovali denitrifikaci v ilimerizované hnědozemí v závislosti na hodnotách Eh a pH. Zjistili, že v půdním prostředí při pH 6 až 8 a Eh 400 mV se redukují nitráty pomaleji (20 %) než v půdách kyselých (40 %) při pH 4 až 5. V našich pokusech po preinkubaci a inkubaci

zeminy dosáhly hodnoty Eh 400 až 300 mV (varianta A) a redukce nitrátů byla 18% při pH 6 až 8. Cleemput, Baert (1980) dále zjistili, že klesl-li redox potenciál na 200 mV, zvýšila se redukce nitrátů na 40 % v alkalickém prostředí (pH 6 až 8), v kyselějších půdách (pH 4 až 5) se redukovaly nitráty ze 60 %. Námi sledované inkubované zeminy dosáhly hodnot redox potenciálu (varianty B a C) pod 200 mV při pH 6 až 8 a redukce nitrátů byla 60%.

Množství organického uhlíku lehce dostupného pro mikroorganismy, vyjádřené množstvím extrahovatelného C_{ox} (obr. 5), bylo ve všech variantách zeminy po preinkubaci a inkubaci relativně nízké, tvořilo 2,21 % z celkového C_{ox}. Během preinkubace došlo k jeho spotřebě (50 %), zvláště u variant B a C. Burford, Bremner (1975) studovali závislost mezi lehce přístupným C (vodorozpustným) a denitrifikací a vyslovili předpoklad, že koncentrace tohoto uhlíku byla kritickým faktorem pro denitrifikaci, zvláště v půdách trvale zatopených. Pro tuto závislost našli hodnoty korelačního koeficientu $r = 0,97$ pro 17 různých půd.



5. Hodnoty extrahovatelného C_{ex} (1% K_2SO_4) z hnědozemě (100 g) obohacené 5 mg NO_3-N a 5 mg C inhibované acetylenem během 15denní inkubace (varianty A, B, C) – Analyses of extractable C_{ex} (1% K_2SO_4) of orthic Luvisols (100 g) enriched with 5 mg NO_3-N and 5 mg C and inhibited by acetylene during 15-day incubation (variants A, B, C)



6. Produkce CO_2 z hnědozemě (100 g) obohacené 5 mg NO_3-N a 5 mg C během 15denní inkubace inhibované acetylenem (varianty A, B, C) – The CO_2 -production of orthic Luvisols (100 g) enriched with 5 mg NO_3-N and 5 mg C during 15-day incubation inhibited by acetylene (variants A, B, C)

Mikrobiální aktivita (obr. 6), vyjádřená hodnotami CO_2 (mg/100 g zeminy), potvrzuje, že u všech variant probíhala intenzivní biologická reakce (0 až 55 mg CO_2 /100 g zeminy). U varianty A byla intenzita mikrobiální aktivity relativně nejvyšší (55 mg CO_2 /100 g zeminy), což je v souladu se stupněm ovlhčení zeminy (plná nasycenost pórů zeminy vodou) a střídáním nitrifikace/denitrifikace. U variant B a C dosáhly produkce CO_2 nižších hodnot (22 a 19 mg CO_2 /100 g zeminy), což je opět v relaci s hodnotami redox potenciálu i stupněm ovlhčení zeminy na 200 až 300 % pórovitosti (Králová et al., 1997).

Průběh denitrifikace je též závislý na stupni anaerobních podmínek. Pro kontrolu byly měřeny koncentrace O_2 v plynných vzorcích sledovaného pokusu. Na začátku bylo přítomno 20,80 % O_2 a postupně se tato koncentrace snižovala až na 12,99 %, a to ve vzorcích zemin neinhibovaných acetylenem. Vzorky zemin varianty A obsahovaly množství O_2 od 20,80 do 12,99 %, zeminy varianty B měly koncentraci O_2 v intervalu 20,80

až 15,79 % a ve variantě C se pohybovalo množství O_2 od 20,80 do 17,08 %.

ZÁVĚR

Denitrifikace vzorků hnědozemě (lokalita Praha-Ruzyň) byla doprovázena redukcí nitrátů a produkcí N_2O . Ve vzorcích inhibovaných acetylenem probíhala denitrifikace pomaleji než ve vzorcích neinhibovaných. Jedna z variant pokusu byla zemina plně nasycená vodou (varianta A), druhá byla zemina přesycená vodou (varianta B) a ve třetí (varianta C) byla zemina trvale zatopená vodou během 10denní preinkubace a následně 5denní inkubace při teplotě 22 až 23 °C s aplikací KNO_3 a glukózy. Stupeň nasycení zeminy vodou byl v přímé závislosti na množství redukováných nitrátů a koncentraci vzniklého N_2O . Limitujícím faktorem denitrifikačního procesu bylo množství extrahovatelného C_{ex} . Mikrobiální aktivita byla v přímé závislosti na stupni

nasyčenosti zeminy vodou. Redox potenciál a pH indikovaly stupeň denitrifikace.

LITERATURA

- AULAKH, M. S. – DORAN, J. W.: Effectiveness of acetylene inhibition of N_2O reduction for measuring denitrification in soils of varying wetness. *Soil Sci. Pl. Anal.*, 21, 1990: 2233–2243.
- BURFORD, J. R. – BREMNER, J. M.: Relationships between the denitrification capacities of soils and total, water-soluble and readily decomposable soil organic matter. *Soil Biol. Biochem.*, 7, 1975: 389–394.
- CLEMPUT, O. VAN – BAERT, L.: Recovery and balance of field-applied nitrate. *Pedologie*, 30, 1980: 309–321.
- DOWDELL, R. J. – SMITH, K. A.: Field studies of the soil atmosphere. II. Occurrence of nitrous oxide. *J. Soil Sci.*, 25, 1974: 231–238.
- DUBEY, H. D. – FOX, R. H.: Denitrification losses from humid tropical soils of Puerto Rico. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 38, 1974: 917–920.
- GAMBLE, T. N. – BETLACH, M. R. – TIEDJE, J. M.: Numerically dominant denitrifying bacteria from world soils. *Appl. Envir. Microbiol.*, 33, 1977: 926–939.
- KRÁLOVÁ, M. et al.: Vybrané metody chemické analýzy půd a rostlin. Studie 12. Praha, Academia 1990: 26–44.
- KRÁLOVÁ, M.: Měření oxidačně-redukčních potenciálů v půdách. *Rostl. Výr.*, 38, 1992: 39–46.
- KRÁLOVÁ, M. – RŮŽEK, P. – KREJČOVÁ, J.: Denitrifikace v hnědé půdě. *Rostl. Výr.*, 43, 1997: 457–462.
- KREJČOVÁ, J. – KRÁLOVÁ, M. – RŮŽEK, P. – ŽIKOV, I.: Stanovení půdního uhlíku titračně a potenciometricky. *Rostl. Výr.*, 42, 1996: 115–117.
- MCCARTY, G. W. – BREMNER, J. M.: Availability of organic carbon for denitrification of nitrate in subsoils. *Biol. Fertil. Soils*, 14, 1992: 219–222.
- MOSIER, A. R. – GUENZI, W. D. – SCHWEIZER, E. E.: Soil losses of dinitrogen and nitrous oxide from irrigated crops in Northeastern Colorado. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 50, 1986: 344–348.
- MÜLLER, M. M. – SUNDMAN, V. – SKUJIMS, J.: Denitrification of low pH spodosols and peat determined with acetylene inhibition method. *Appl. Envir. Microbiol.*, 40, 1980: 235–239.
- MYROLD, D. D.: Denitrification in ryegrass and winter wheat cropping systems of western Oregon. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 52, 1988: 412–416.
- PARKIN, T. B.: Soil microsites as a source of denitrification variability. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 51, 1987: 1194–1199.
- ROBERTSON, G. P. – VITOUSEK, P. M. – MATSON, P. A. – TIEDJE, J. M.: Denitrification in a clearcut loblolly pine (*Pinus taeda* L.) plantation in the southeastern U.S. *Pl. Soil*, 97, 1987: 119–129.
- RŮŽEK, P.: Vliv různých způsobů hnojení dusíkem na nitrifikační schopnost půdy. *Rostl. Výr.*, 39, 1993: 805–816.
- RYDEN, J. S. – LUND, L. J.: Nature and extent of directly measured denitrification losses from some irrigated vegetable crop production units. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 44, 1980: 505–511.
- RYDEN, J. C. – LUND, L. J. – FOCHT, D. D.: Direct measurement of denitrification loss from soils. I. Laboratory evaluation of acetylene inhibition of nitrous oxide reduction. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 43, 1979: 104–110.
- SEXTONE, A. J. – PARKIN, T. B. – TIEDJE, J. M.: Temporal response of soil denitrification rates to rainfall and irrigation. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 49, 1985: 99–193.
- STEFANSON, R. C.: Soil denitrification in sealed soil-plant system. I. Effect of plants, soil water content and soil organic matter content. *Pl. and Soil*, 33, 1972: 113–127.
- TIEDJE, J. M.: Ecology of denitrification and dissimilatory nitrate reduction to ammonia. In: ZEHNDER, A. J. B. (ed.): *Biology of anaerobic microorganisms*. New York, Wiley 1988: 805–816.
- UPTON, J.: Denitrification of sewage effluents in deep bed sand filters. *Wat. Sci. Techn.*, 27, 1993: 381–390.

Došlo 27. 5. 1997

Kontaktní adresa:

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

ZVLÁŠTNOSTI TVORBY VÝNOSU HYBRIDNÍCH ODRŮD ŽITA

PECULIARITIES OF YIELD FORMATION OF RYE VARIETIES

I. Capouchová, J. Petr, J. Škeřík

Czech University of Agriculture, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: The trials with hybrid rye varieties Rapid, Marder and Locarno and classic population of the rye variety Daňkovské nové were conducted to study the yield formation of the varieties at the different sowing rate (100, 200, 300, 400 and 500 germinating grains per 1 m^2 in hybrid varieties, and 300, 400 and 500 germinating grains per 1 m^2 in the population variety), and hence the different density and organization of the stand. At different sowing rate the reduction of the number of plants was different and this was rising with increasing density of the stand. The lowest decline of plants was recorded in thinnest sowing rates, greatest in highest sowing rates. At different stand density other yield components – number of stems (tillers) and spike productivity – were also formed in a different way. In both experimental years the greatest number of tillers per plant in hybrid varieties at lowest sowing rates 100 and 200 germinating grains per 1 m^2 was found. At the sowing rate of 300 germinating grains per 1 m^2 the number of tillers in hybrid varieties was similar to that of the population variety. Using higher sowing rates (400 and 500 germinating grains per 1 m^2), however, hybrid varieties responded by a marked decrease in these values. At different sowing rate a different number of bases of future double-flowered spikelets was established what expresses a potential spike productivity. The effect of the law of compensation was again manifested when spikes of low potential productivity were established in thick stands in early stages of the growth and development (stage 31 DC and Va stage of organogenesis). The highest yields in the studied set were obtained in both experimental years 1995 and 1996 by hybrid varieties at sowing rates of 200 and 300 germinative grains per 1 m^2 . When higher sowing rates were used (400 and 500 germinative grains per 1 m^2), hybrid varieties responded by statistically significant decrease of yields. In the variety Daňkovské nové the sowing rate of 400 germinative grains per 1 m^2 seemed to be the best in both years, the differences in yields among different sowing rates 300, 400 and 500 germinative grains per 1 m^2 were statistically insignificant. This indicates greater sensitivity of rye hybrid varieties to over-density of the stand and lower autoregulation capacity when compared with the traditional population varieties. The structure of the yield indicated that the principle of higher yield capacity of rye hybrid varieties compared with population varieties consists as in higher and more productive tillering, as in higher spike productivity. In optimum sowing rates for hybrid varieties (200 to 300 germinative grains per 1 m^2) an average number of grains per spike in them ranged around 60 in 1995 and around 58 in 1996. This resulted in high values of the number of grains per area unit at relatively good level of caryopsis weight. Increased number of grains per spike was allowed in hybrid varieties by greater assimilation area per one established spikelet. In the population variety Daňkovské nové average number of grains per spike was significantly lower – at the sowing rate of 400 germinative grains per 1 m^2 in which this variety reached highest yields in both experimental years, this was even 49 grains in 1995 and 44 grains in 1996.

rye; hybrid varieties; population variety; sowing rates; yield formation

ABSTRAKT: V pokusech s hybridními odrůdami žita Rapid, Marder a Locarno a klasickou populační odrůdou žita Daňkovské nové byla sledována tvorba výnosu odrůd při různé výši výsevu (100, 200, 300, 400 a 500 klíčivých zrn na 1 m^2 u hybridních odrůd a 300, 400 a 500 klíčivých zrn na 1 m^2 u populační odrůdy), a tím rozdílné hustotě a organizaci porostu. Nejvyšších výnosů ve sledovaném souboru dosáhly v obou pokusných letech 1995 a 1996 hybridní odrůdy při výsevcích 200 a 300 klíčivých zrn na 1 m^2 . Při užití vyšších výsevků (400 a 500 klíčivých zrn na 1 m^2) však reagovaly hybridní odrůdy znatelným, statisticky průkazným snížením výnosů. U odrůdy Daňkovské nové se ukázal v obou letech jako nejpříznivější výsevek 400 klíčivých zrn na 1 m^2 , rozdíly ve výnosech mezi jednotlivými výsevky 300, 400 a 500 klíčivých zrn na 1 m^2 však byly statisticky nepřekážné. Naznačuje to větší citlivost hybridních odrůd žita na přehustění porostu a menší autoregulační schopnost ve srovnání s klasickými populačními odrůdami. Struktura výnosu naznačila, že podstata vyšší výnosové schopnosti hybridních odrůd žita ve srovnání s populačními leží jednak ve vyšším a produktivnějším odnožování a jednak ve vyšší produktivitě klasu. Při optimálních výsevcích pro hybridní odrůdy (200 až 300 klíčivých zrn na 1 m^2) se průměrný počet zrn v klasu u nich pohyboval kolem 60 v roce 1995 a kolem 58 v roce 1996. Výsledkem pak byly vysoké hodnoty počtu zrn na plošnou jednotku při relativně dobré úrovni hmotnosti obilku. Realizaci zvýšeného počtu zrn v klasu umožňovala u hybridních odrůd větší asimilační plocha, která připadala na jeden vytvořený klásek. U populační odrůdy Daňkovské nové byl průměrný počet zrn v klasu podstatně nižší – při výsevu 400 klíčivých zrn na 1 m^2 , při kterém v obou pokusných letech dosáhla tato odrůda nejvyšších výnosů, to bylo 49 zrn v roce 1995 a 44 zrn v roce 1996.

žito; hybridní odrůdy; populační odrůda; výsevky; tvorba výnosu

ÚVOD

Žito bylo dlouho u nás vedoucí chlebovou obilninou. Po roce 1950 se dostalo do stínu pšenice, ječmene a kukuřice pro malý pokrok ve šlechtění, který neumožnil zvýšení dávek dusíkatých hnojiv a dalších intenzifikačních faktorů.

Vyšlechtěním hybridních odrůd se však situace změnila, takže žito lze řadit k intenzivním druhům. Ani to však nepřineslo zásadní změnu v druhové skladbě obilnin ve prospěch žita. Osevní plochy žita poklesly vzhledem k menší spotřebě žita v cereální výživě lidí a ke krmným účelům, takže nedošlo k podstatnému zvýšení osetu. Ovšem žito je plodina méně úrodných oblastí, kde poskytuje vyšší výnosy než pšenice a ječmen. Právě možnost uplatnění žita v marginálních oblastech je velmi významná pro ekonomicky přijatelné a udržitelné hospodaření v těchto oblastech.

V ČR byla zapsána první hybridní odrůda žita Marder do Státní odrůdové knihy v roce 1992, v roce 1994 byla registrována odrůda Rapid a v roce 1996 odrůda Locarno. Všechny jsou odrůdy německé, firem Saaten Union GMBH a Lochow Petkus GMBH. Jejich osevní plocha dosahuje již 10 tis. ha a podíl hybridních odrůd dále poroste. Jak vyplývá z výsledků Státních odrůdových pokusů (SOP), výnosový rozdíl hybridních odrůd proti odrůdám populačním za období zkoušek (7 let) je 1,03 t.ha⁻¹ (tab. I). Dobré výsledky jsou i ve fuzariózních oblastech, i když jsou poněkud nižší než v oblastech nefuzariózních, ale to je obdobné jako u tradičních populačních odrůd.

Základní literární údaje o vlastnostech hybridních odrůd žita pocházejí od šlechtitelů z Hohenheimu (Geiger, 1982; Aufhammer, Kübler, 1989; Wilde, 1990, 1993). Další informace již praktického

charakteru jsou od šlechtitelských a semenářských firem (Anonym, 1991–1996). Z těchto údajů je deklarována zvýšená produkční schopnost podmíněná heterózním efektem. Také zde nacházíme základní doporučení o agrotechnice.

Podle těchto pramenů mají hybridní odrůdy všechny přednosti odrůd populačních, z nichž si nejvíce ceníme, že při zachování vysoké produkční schopnosti si poddrží nenáročnost na půdní podmínky, vláhu a živiny. Mají vyšší schopnost osvojovat si živiny a vodu, jsou nenáročné na předplodinu a intenzifikační vstupy – hnojiva, pesticidy, regulátory růstu aj. Nevyžadují také odlišnou agrotechniku, hnojení a ošetření porostu, kromě jiné organizace porostu, jak dále prokáží u výsledky našich pokusů. Jsou tolerantnější k řadě chorob a odolnější poléhání, protože mají kratší a pevnější stéblo. Problémem je u hybridních odrůd silný výskyt námele. Snáší dobře nízké teploty a mají vysokou aktuální mrazuvzdornost. V předjaří však stejně jako populační odrůdy mohou trpět plísní sněžnou [konidiové stadium *Fusarium nivale* (Fr.) Ces.], ale v uplynulých sedmi letech se to v pokusech SOP neprojevilo kritičtějším výskytem a snížením výnosu. U hybridních odrůd se dále uvádí větší odolnost stresům (Anonym, 1991–1996).

Shrme-li význam hybridních odrůd, pak jsou velkou nadějí pro obilnářství marginálních, horských a podhorských oblastí, kde mohou konkurovat ozimé pšenici, tritikale a ozimému ječmeni. Jejich vlastnosti je také předurčují pro pěstování do oblastí s nařízeným režimem hospodaření, tj. např. do chráněných krajinných oblastí (CHKO) a do pásem hygienické ochrany vodních zdrojů. Jsou to odrůdy vhodné do integrovaných a low input pěstitelských systémů a i pro ekologické zemědělství.

I. Výnosy populačních a hybridních odrůd žita ze SOP ŮKŽÚZ (t.ha⁻¹) – Yields of population and rye hybrid varieties from SOP ŮKŽÚZ (t.ha⁻¹)

Rok ¹	1990	1991	1992	1993	1993	1994	1994	1995	1995	1996	1996	1990–1996
Oblast ²				fuzariózní ³	nefuzariózní ⁴	fuzariózní	nefuzariózní	fuzariózní	nefuzariózní	fuzariózní	nefuzariózní	průměr ⁵
Odrůdy ⁶												
populační ⁷	6,54	6,09	6,52	6,42	6,78	6,07	6,04	5,88	5,73	6,43	6,76	6,29
hybridní ⁸	7,53	7,11	7,24	7,39	7,93	7,36	7,46	6,90	7,02	7,30	7,35	7,32
Rozdíl ⁹	0,99	1,02	0,72	0,97	1,15	1,29	1,42	1,02	1,29	0,87	0,59	1,03

Pramen – Source: Ing. Beneš, ŮKŽÚZ

Populační odrůdy – Population varieties:

1990 Daňkovské nové, Breno, Motto, Albedo

1991–1993 Daňkovské nové, Motto, Albedo

1994–1996 Daňkovské nové, Albedo, KM-4-90, SG K 65 (Selgo)

Hybridní odrůdy – Hybrid varieties:

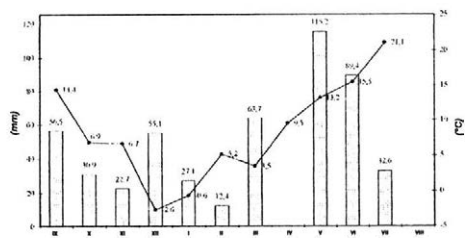
1990–1991 Marder

1992 Marder, Rapid

1993–1995 Marder, Rapid, Locarno

1996 9 odrůd a nšl. – 9 varieties and new selections

¹ year, ² region, ³ fusariose, ⁴ non-fusariose, ⁵ average, ⁶ varieties, ⁷ population, ⁸ hybrid, ⁹ difference



1. Průběh teplot a srážek na pokusné stanici Uhřetíněves (září 1994 až srpen 1995) – The pattern of temperatures and precipitation at the experimental station Uhřetíněves (September of 1994 to August of 1995)

Údaj o srážkách za měsíc duben chybí – Entry on precipitation for April is not known

Vysvětlivky k obr. 1 a 2 – Explanations to Figs 1 and 2:

osa x: měsíc (září až srpen) – x axis: months (September to August)

osa y (vlevo): srážky □ – y axis (left): precipitation □

osa y (vpravo): teploty ● – y axis (right): temperatures ●

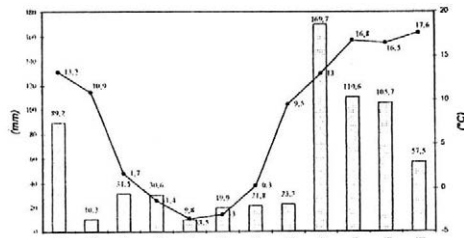
Pro pěstování v našich podmínkách jsme ověřovali proces tvorby hospodářského výnosu hybridních odrůd žita při různé organizaci (hustotě) porostu, ve srovnání s nejrozšířenější klasickou populační odrůdou žita Daňkovské nové.

MATERIÁL A METODA

Pokusy s hybridními odrůdami a populační odrůdou žita byly vedeny v letech 1994/1995 a 1995/1996 na Pokusné stanici ČZU Praha v Uhřetíněvesi. Stanice leží v řepařské výrobní oblasti s hnědozemními jílovitými půdami s produkční schopností 84 bodů. Průměrná roční teplota je 8,3 °C, průměrný roční úhrn srážek 575 mm. Průběh počasí znázorňují obr. 1 a 2.

Přesné maloparcelkové pokusy byly založeny metodou znárodněných bloků ve čtyřech opakováních, při sklizňové ploše parcely 10 m². Předplodinou byly brambory hnojené chlěvským hnojem. Pokusy byly vedeny bez použití průmyslových hnojiv a pesticidů.

V roce 1994 byla použita hybridní odrůda žita Rapid, jako kontrola nejrozšířenější populační odrůda Daňkovské nové. V roce 1995 byly použity hybridní



2. Průběh teplot a srážek na pokusné stanici Uhřetíněves (září 1995 až srpen 1996) – The pattern of temperatures and precipitation at the experimental station Uhřetíněves (September of 1995 to August of 1996)

odrůdy Rapid, Marder a Locarno, jako kontrola opět Daňkovské nové.

Produkční procesy jsme sledovali při výsevcích 100, 200, 300, 400 a 500 klíčivých zrn na 1 m² u hybridních odrůd a 300, 400 a 500 klíčivých zrn na 1 m² u odrůdy populační.

Během vegetace byl pokus mechanicky ošetřen vláčením plecími branami. V průběhu vegetace byla sledována dynamika růstu a tvorba jednotlivých výnosových prvků. Po sklizni byla stanovena rozborom struktura výnosu a jakostní ukazatele.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Pokusy zaseté v agrotechnické lhůtě (14. 10. 1994 a 3. 10. 1995) vzešly v obou letech za 13 dní a do nástupu zimy přešly rostliny na začátku odnožování (21 až 23 DC).

Jak vyplývá z tab. II a III, při různé výši výsevku byla rozdílná redukce počtu rostlin, která stoupala se zvyšující se hustotou porostu. Nejmenší úbytek rostlin byl zaznamenán v nejřidších výsevech, největší u nejvyš-

II. Počty rostlin na 1 m² u jednotlivých výsevků na jaře a v době sklizně (1995) – Numbers of plants per 1 m² in different sowing rates in spring and during harvest (1995)

Výsevek ¹ (klíčivých zrn ² .m ⁻²)	Počet rostlin na jaře ³ (15. 4. 1995)	(%)	Počet rostlin v době sklizně ⁴ (23. 8. 1995)	(%)	Počet rostlin na jaře (15. 4. 1995)	(%)	Počet rostlin v době sklizně (23. 8. 1995)	(%)
	Rapid				Daňkovské nové			
100	90	90	86	86	–	–	–	–
200	174	87	152	76	–	–	–	–
300	216	72	184	61	225	75	193	64
400	298	75	250	63	277	69	217	54
500	309	62	284	57	280	56	239	48

¹sowing rate, ²germinative grains, ³number of plants in spring, ⁴number of plants during harvest

III. Počty rostlin na 1 m² u jednotlivých výsevků na jaře a v době sklizně (1996) – Numbers of plants per 1 m² in different sowing rates in spring and during harvest (1996)

Výsvek ¹ (klíčivých zrn ² ·m ⁻²)	Počet rostlin na jaře ³ (22. 4. 1995)		Počet rostlin v době sklizně ⁴ (5. 9. 1995)		Počet rostlin na jaře (22. 4. 1995)		Počet rostlin v době sklizně (5. 9. 1995)	
	Rapid		Daňkovské nové		Locarno		Daňkovské nové	
100	87	87	84	84	–	–	–	–
200	163	82	153	77	–	–	–	–
300	228	76	195	65	216	72	185	62
400	306	76	273	68	273	68	195	49
500	310	62	284	57	288	58	255	51
100	89	89	85	85	86	86	80	80
200	160	80	149	75	164	82	151	76
300	223	74	190	63	243	81	214	71
400	299	75	256	64	315	78	304	76
500	305	61	275	55	292	58	257	51

For 1–4 see Tab. II

IV. Odnožovací potenciál při různé hustotě seti (1995 a 1996); hodnoty integrálního odnožování – Tillering potential at various seeding density (1995 and 1996); values of integral tillering

Výsvek ¹ (klíčivých zrn ² ·m ⁻²)		100	200	300	400	500
1995	Rapid	514,6	427,8	444,5	372,1	294,1
	Daňkovské nové	–	–	420,8	372,3	336,9
	Rapid	414,2	372,6	341,6	272,6	237,1
1996	Marder	410,9	360,3	313,8	258,1	234,3
	Locarno	422,0	375,1	320,6	235,2	221,9
	Daňkovské nové	–	–	334,3	315,9	295,4

¹sowing rate, ²germinative grains

ších výsevků. Projevil se tak vliv mezirostlinné konkurence a autoregulační schopnosti porostu. V obou pokusných letech byly hodnoty úbytku rostlin do jara přibližně stejné.

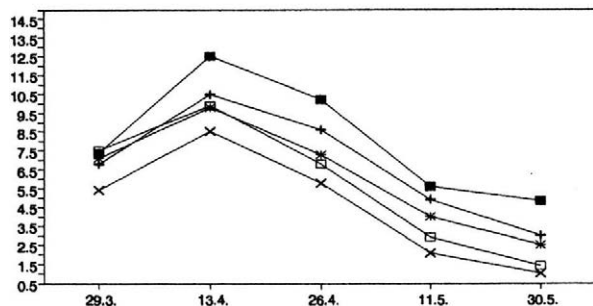
Zjištěné údaje odpovídají výsledkům ze studia tvorby výnosu u ozimého žita (Petr et al., 1984a, 1985), podle kterých v příznivých letech činil celkový úbytek rostlin populačních odrůd při výsevcích 350 až 450 klíčivých zrn na 1 m² 23 až 30 %. V nepříznivých letech dosahovala redukce počtu rostlin do sklizně 50 % a např. v roce 1979 až 60 %. To svědčí o velké autoregulační schopnosti žita, kterou si zachovávají i hybridní odrůdy žita.

Při rozdílné hustotě porostu se odlišně formují další výnosové prvky – počet stébel (odnoží) a produktivita klásky. Tvorba odnoží má období přirůstku, dosáhne maximální úrovně a potom dochází k odumírání odnoží (redukci). Jak vyplývá z obr. 3 až 6, v obou sledovaných letech byl zjištěn nejvyšší počet odnoží na jedné rostlině u hybridních odrůd při nejnižších výsevcích 100 a 200 klíčivých zrn na 1 m². Při výsevu 300 klíčivých zrn na 1 m² byl počet odnoží u hybridních odrůd i populačních odrůd obdobný. Při použití vyšších výsevků (400 a 500 klíčivých zrn na 1 m²) však hyb-

ridní odrůdy ve srovnání s populační odrůdou reagovaly znatelným snížením těchto hodnot.

Pro přesnější vyjádření navrhli Petr, Hradecká (1993) tzv. odnožovací potenciál či integrované hodnoty odnožování, což je vlastně plocha pod křivkou odnožování. Hodnoty odnožovacího potenciálu při různé hustotě seti jsou uvedeny v tab. IV. Z těchto hodnot je jednak patrný rozdíl v průběhu odnožování obou pokusných let, kdy v roce 1995 založily rostliny celkově vyšší počet odnoží než v povětrnostně méně příznivém roce 1996. Dále tyto výsledky opět potvrzují, že v řidších porostech bylo odnožování větší než v hustých porostech.

Právě integrální hodnoty odnožování mohou tyto rozdíly nejlépe vyjádřit, protože respektují celý průběh odnožování, tj. přirůstek, maximální úroveň a kvantitativní redukci odnoží. Např. konečný počet odnoží může být v obou letech shodný. Ovšem v předcházejícím průběhu odnožování byl počet odnoží rozdílný. Ale i neplodné odnože mohou být pro rostlinu prospěšné, protože zvýší množství kořenů a převádějí asimiláty do odnoží plodných (Palfi, Deszi, 1960). U hybridních odrůd, u hustot 200 a 300 klíčivých zrn na 1 m² nebyly rozdíly v odnožování velké. Integrální hodnoty



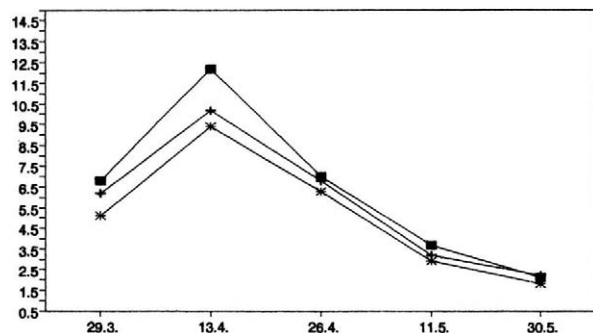
3. Tvorba a redukce odnoží odrůdy Rapid (1995) – Formation and reduction of tillers of the Rapid variety (1995)

Vysvětlivky k obr. 1 až 6 – Explanations to Figs 1 to 6:

osa x: datum odběru – x axis: sampling date
osa y: průměrný počet odnoží na jedné rostlině – y axis: average number of tillers per plant

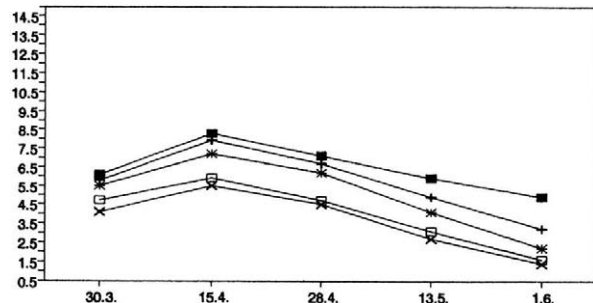
výsevok (počet zrn na 1 m²) – sowing rate (number of grains per 1 m²):

■ 100, + 200, * 300, □ 400, × 500



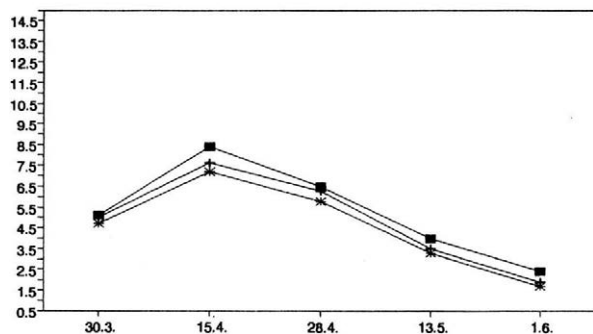
4. Tvorba a redukce odnoží odrůdy Daňkovské nové (1995) – Formation and reduction of tillers of the Daňkovské nové variety (1995)

■ 300, + 400, * 500



5. Tvorba a redukce odnoží; průměr hybridních odrůd (1996) – Formation and reduction of tillers; average of hybrid varieties (1996)

■ 100, + 200, * 300, □ 400, × 500



6. Tvorba a redukce odnoží odrůdy Daňkovské nové (1996) – Formation and reduction of tillers of the Daňkovské nové variety (1996)

■ 300, + 400, * 500

V. Potenciální produktivita klasu při rozdílných výsevcích (1995); počet založených klásků a počet zrn v klasu v době sklizně – Potential spike productivity at different sowing rates (1995); number of established spikelets and number of grains per spike during harvest

Odrůda ¹	Výsevek ² (klíčivých zrn ³ ·m ⁻²)					
	100		300		500	
	počet založených klásků ⁴	počet zrn v klasu ⁵	počet založených klásků	počet zrn v klasu	počet založených klásků	počet zrn v klasu
Rapid	41,8	60,3	45,1	59,3	38,8	54,7
Daňkovské nové	–	–	41,5	50,3	35,2	46,8

¹variety, ²sowing rate, ³germinative grains, ⁴number of established spikelets, ⁵number of grains per spike

VI. Počet založených klásků a asimilační plocha připadající na jeden založený klásek (1995) – Number of established spikelets and assimilation area per one established spikelet (1995)

Odrůda ¹	Výsevek ² (klíčivých zrn ³ ·m ⁻²)	Počet založených klásků ⁴	Asimilační plocha jedné rostliny ⁵ (cm ²)	Asimilační plocha jednoho klásku ⁶ (cm ²)
Rapid	100	41,8	185,1	4,43
Rapid	300	45,1	182,3	4,04
Rapid	500	38,8	137,8	3,5
Daňkovské nové	300	41,5	158,7	3,8
Daňkovské nové	500	35,2	85,7	2,4

¹variety, ²sowing rate, ³germinative grains, ⁴number of established spikelets, ⁵assimilation area per one plant, ⁶assimilation area per one spikelet

odnožování výrazněji poklesly až při výsevu 400 zrn na 1 m². U populační odrůdy Daňkovské nové byl však pokles až u výsevu 500 zrn na 1 m². Lze tedy uvést, že hybridní odrůdy žita jsou citlivější na přehutnění porostu a výrazně snižují odnožování při nadoptimálních hustotách porostu (400 a 500 klíčivých zrn na 1 m²). U populační odrůdy Daňkovské nové takovou reakci nepozorujeme, hodnoty integrálního odnožování se u vyšších výsevků méně liší, zejména v roce 1996 při výsevcích 300, 400 i 500 klíčivých zrn na 1 m². Platí to i za reálné redukce počtu rostlin, která byla největší u nejhustších porostů.

Sledovali jsme též formování druhého výnosového prvku – počtu zrn v klasu. Ve fázi začátku sloupkování (31 DC – objevení 1. kolénka) a Va etapě organogeneze vzrostlého vrcholu byl zjišťován počet založených kláskových hrbolků na vzrostlém vrcholu. Při hustotě porostu 100, 300 a 500 obílek na 1 m² se založil různý počet základů budoucích dvoukvětých klásků, což vyjadřuje potenciální produktivitu klasu (tab. V). Zde se opět projevuje vliv zákona kompenzace, kdy v hustých porostech se již v raných fázích růstu a vývoje (14, 4. – fáze 31 DC a Va etapa organogeneze) založí klasy s menší potenciální produktivitou, s menším počtem základů klásků, a tím i kvítků. Na jaře přehoustlé porosty, které se subjektivně hodnotí jako slibné, nepřinesou obvykle produktivní klasy a očekávaný výnos.

Z uvedených údajů lze pochopit podstatu příčin vyššího výnosu hybridních odrůd, které leží ve vyšší potenciální a reálné produktivitě klasu, tj. ve vyšším počtu obílek v klasu v době sklizně. Znamená to tedy, že hybridní odrůdy žita mají vyšší úložnou kapacitu (sink)

a pravděpodobně i schopnost (zdroje asimilátů – source) tyto obilky naplnit. Prověřovali jsme tuto schopnost podílem asimilační plochy na jeden vytvořený klásek (tab. VI). Z tab. VI je patrné, že u hybridní odrůdy Rapid připadly na jeden založený klásek při hustotě 266 rostlin na 1 m² na jaře 4 cm² listové plochy, zatímco při hustotě 309 rostlin jen 3,5 cm². Populační odrůda má tyto hodnoty nižší. Využití tohoto vztahu může být v hodnocení produkčních vztahů velmi cenným kritériem, což např. uvádí V á ň a (1969) u pohanky, která má 0,65 cm² na jeden květek, jarní ječmen má 3,14 cm² a oves 2,14 cm² listové plochy na jeden klásek.

Výnosové výsledky a struktura výnosu v obou pokusných letech jsou uvedeny v tab. VII a VIII. V roce 1995 se výnosové jako první umístila odrůda Rapid (při výsevu 200 klíčivých zrn na 1 m², dále při výsevu 300 klíčivých zrn na 1 m² a 100 klíčivých zrn na 1 m²). Na čtvrtém místě se umístila odrůda Daňkovské nové při výsevu 400 klíčivých zrn na 1 m². Odrůda Rapid reagovala na vyšší výsevky (400 a 500 klíčivých zrn na 1 m²) výrazným snížením výnosu – při výsevu 500 klíčivých zrn na 1 m² byl dosažen vůbec nejnižší výnos z celého sledovaného souboru.

V roce 1996 dosáhla ze sledovaného souboru nejvyšších výnosů opět odrůda Rapid (při výsevcích 200 a 300 klíčivých zrn na 1 m²). Na dalších místech se umístily obě další hybridní odrůdy Marder a Locarno, rovněž při výsevcích 200 a 300 klíčivých zrn na 1 m². Při výsevcích 400 a 500 klíčivých zrn na 1 m² byly výnosy hybridních odrůd nižší ve srovnání s populační odrůdou Daňkovské nové. U ní se ukázal jako nejpříznivější výsevek 400 klíčivých zrn na 1 m². Celkově

VII. Struktura výnosu pro hybridní a populační odrůdy žita (1995) – The structure of the yield for hybrid and population rye varieties (1995)

Odrůda ¹	Výsevek ² (klíčivých zrn ³ ·m ⁻²)	Počet klasů ⁴ (m ⁻²)	Počet klasů (rostlina ⁻¹) ⁵	Počet zrn (klas ⁻¹) ⁶	Počet zrn ⁷ (m ⁻²)	HTZ ⁸ (g)	Výnos ⁹ (t·ha ⁻¹)	Objemová hmotnost ¹⁰ (g·l ⁻¹)	Podíl předního zrna ¹¹ (%)
Daňkovské nové	300	501	2,6	50,3	25 200	39,3	6,04	759	97,2
	400	522	2,4	49,8	25 995	38,9	6,11	748	99,4
	500	478	2,0	46,8	22 370	36,8	5,75	729	80,4
Rapid	100	445	5,2	60,3	26 833	33,4	6,55	733	96,3
	200	532	3,5	62,9	33 463	33,9	7,23	734	90,4
	300	553	3,0	59,3	32 792	34,7	7,05	727	89,4
	400	474	1,9	54,0	25 596	28,1	5,92	729	89,0
	500	425	1,5	54,7	23 247	26,3	5,35	721	81,6

¹variety, ²sowing rate, ³germinative grains, ⁴number of spikes, ⁵number of spikes (per plant), ⁶number of grains (per spike), ⁷number of grains, ⁸TKW, ⁹yield, ¹⁰bulk density, ¹¹share of high-quality grade grain

VIII. Struktura výnosu pro hybridní a populační odrůdy žita (1996) – The structure of the yield for hybrid and population rye varieties (1996)

Odrůda ¹	Výsevek ² (klíčivých zrn ³ ·m ⁻²)	Počet klasů ⁴ (m ⁻²)	Počet klasů (rostlina ⁻¹) ⁵	Počet zrn (klas ⁻¹) ⁶	Počet zrn ⁷ (m ⁻²)	HTZ ⁸ (g)	Výnos ⁹ (t·ha ⁻¹)	Objemová hmotnost ¹⁰ (g·l ⁻¹)	Podíl předního zrna ¹¹ (%)
Daňkovské nové	300	445	2,4	47,1	20 959	35,4	5,36	699	97,3
	400	528	2,7	43,9	23 179	34,9	5,84	694	96,8
	500	460	1,8	42,1	19 366	33,8	5,21	687	89,4
Rapid	100	455	5,4	60,1	27 345	32,5	6,02	690	94,6
	200	549	3,6	57,8	31 732	32,0	6,74	688	91,1
	300	546	2,8	56,4	30 794	31,6	6,72	682	89,4
	400	465	1,7	52,3	24 319	28,2	5,56	680	89,7
	500	426	1,5	49,8	21 215	26,9	5,03	671	89,9
Marder	100	466	5,5	58,1	27 074	32,9	5,99	689	93,7
	200	521	3,5	57,2	29 801	31,5	6,60	685	92,4
	300	533	2,8	56,3	30 008	31,4	6,64	687	89,8
	400	462	1,8	54,1	24 994	26,2	5,42	679	89,7
	500	412	1,5	50,5	20 806	25,0	5,01	674	88,3
Locarno	100	439	5,5	60,3	26 471	32,8	6,14	691	95,9
	200	527	3,5	59,8	31 515	31,9	6,70	686	94,3
	300	513	2,4	56,3	28 881	32,9	6,68	685	92,2
	400	487	1,6	52,7	25 665	28,8	5,45	687	91,7
	500	411	1,6	48,1	19 769	24,2	5,08	682	91,1

For I–II see Tab. VII

byly výnosy v klimaticky méně příznivém roce 1996 cca o 0,3 až 0,6 t·ha⁻¹ nižší ve srovnání s rokem 1995.

Statistické vyhodnocení rozdílů ve výnosech mezi jednotlivými výsevky je uvedeno v tab. IX. Z výsledků vyplývá, že u hybridních odrůd existovaly statisticky významné rozdíly ve výnosech mezi všemi výsevky, kromě výsevků 200 a 300 a dále 400 a 500 klíčivých zrn na 1 m², zatímco u odrůdy Daňkovské nové byly rozdíly ve výnosech při všech užitých výsevcích statisticky neprůkazné. To naznačuje, že populační odrůdy žita se ve srovnání s hybridními vyznačují větší autoregulační schopností. Vysokou autoregulační schopnost populačních odrůd žita zjistili již ve svých dřívějších pokusech Petr et al. (1984b) a Petr, Hradecká

(1993) – téměř stejných výnosů bylo dosaženo výsevkem 300 i 500 klíčivých zrn na 1 m².

Struktura výnosu (tab. VII, VIII) naznačuje, že podstata vyšší výnosové schopnosti hybridních odrůd žita ve srovnání s populačními odrůdami leží kromě vyššího a produktivnějšího odnožování i ve vyšší produktivitě klasu. Při optimálních výsevcích pro hybridní odrůdy (200 až 300 klíčivých zrn na 1 m²) se průměrný počet zrn v klasu u nich pohyboval kolem 60 v roce 1995 a mezi 57 až 59 v roce 1996. Tato kombinace přináší pak vysoké hodnoty počtu zrn na plošnou jednotku při relativně dobré úrovni hmotnosti zrn. Tím lze potvrdit vysokou úroveň úložné kapacity (sinku) u hybridních odrůd. Bylo do-

IX. Výsledky analýzy variance pro výsevek x výnos (Scheffeho test)
– Results of variance analysis for sowing rate x yield (Scheffe's test)

Diference ve výnosech mezi průměry skupin ¹		Statistická průkaznost ⁴	$F_{krit.}^7$
Hybridní odrůdy ²	A-B: 0,64	průkazné ⁵	0,56
	A-C: 0,60	průkazné	0,56
	A-D: 0,59	průkazné	0,56
	A-E: 1,06	průkazné	0,56
	B-C: 0,05	neprůkazné ⁶	0,56
	B-D: 1,23	průkazné	0,56
	B-E: 1,70	průkazné	0,56
	C-D: 1,19	průkazné	0,56
	C-E: 1,66	průkazné	0,56
Populační odrůdy ³	D-E: 0,47	neprůkazné	0,56
	C-D: 0,28	neprůkazné	0,81
	C-E: 0,22	neprůkazné	0,81
	D-E: 0,50	neprůkazné	0,81

Výsevek (počet zrn.m⁻²) – Sowing rate (number of grains.m⁻²):
A – 100, B – 200, C – 300, D – 400, E – 500

¹diference in yields among means for groups, ²hybrid varieties, ³population variety, ⁴statistical significance, ⁵significant, ⁶insignificant, ⁷ $F_{crit.}$

loženo, že tyto odrůdy mohou mít i zdroje asimilátů tuto kapacitu naplnit, protože na jeden klásek připadá větší asimilační plocha než u hustých výsevů, ale také než u populační odrůdy.

U odrůdy Daňkovské nové je průměrný počet zrn v klasu podstatně nižší – při výsevu 400 klíčivých zrn na 1 m², při kterém v obou pokusných letech dosáhla tato odrůda nejvyššího výnosu, to bylo 49 zrn v roce 1995 a 44 zrn v roce 1996.

Ke srovnávacím pokusům hybridních a populačních odrůd je možné však vznést námitku, že vzhledem k větší hustotě pylu v oblasti pokusu, zejména ze zdroje populačních odrůd, se nasazení obilí dobře realizuje. Je otázka, zda je tomu tak též na běžných plochách, kde podíl otcovského komponentu je jen 5 %.

Vliv různého výsevu se na struktuře výnosu projevuje obecně známým způsobem. Nejvyšší produktivní odnožování a počet klasů ve sklizni je u všech hybridních odrůd při optimálním rozmezí výsevu 200 až 300 klíčivých zrn na 1 m². Nejproduktivnější klasy jsou u nejhustších výsevů. Hmotnost 1000 zrn klesá od řídkých výsevů k nejhustším. Shodný trend se projevuje

u podílu předního zrna a objemové hmotnosti. Populační odrůda Daňkovské nové přinesla nejvyšší výnosy při výsevu 400 klíčivých zrn na 1 m², ale rozdíly ve výnosech mezi všemi použitými výsevy byly malé a statisticky neprůkazné.

Nepříznivým průvodním jevem pěstování hybridních odrůd je vyšší výskyt námele. V roce 1995 se vyskytovalo u hybridní odrůdy Rapid 0,1 % hmotnostních sklerocií námele, u odrůdy Daňkovské nové nebyl výskyt námele zaznamenán. V roce 1996 bylo zjištěno u hybridních odrůd 3,5 % hmotnostních sklerocií námele, u odrůdy Daňkovské nové 1,5 až 1,8 %.

LITERATURA

- ANONYM: Hybridrogen von Lochow-Petkus. Zahlen, Daten, Fakten, 1991–1996.
- AUFHAMMER, W. – KÜBLER, E.: Zur Ertragsbildung von Populationen und Hybridroggensorten (*Secale cereale* L.) bei differenziertem Bestandesaufbau. Bodenkultur, 40, 1989 (3): 207–220.
- GEIGER, H. H.: Breeding methods in diploid rye (*Secale cereale* L.). Tag.-Ber. Akad. Landwirtsch. Wiss. DDR, Berlin, 198, 1982: 305–332.
- PÁLFI, G. – DÉSZI, L.: A buza termő es meddő hajtázainak asványi táplálkozás. Növénytermelés, 9, 1960 (1).
- PETR, J. – HRADECKÁ, D.: Tvorba a redukce odnoží u tritikale. Rostl. Výr., 39, 1993 (1): 65–77.
- PETR, J. – HRADECKÁ, D. – HODAN, V. – BUBNOVÁ, J.: Tvorba a redukce odnoží a jejich podíl na výnosu u ozimého žita. Rostl. Výr., 30, 1984a (6): 579–589.
- PETR, J. – HRADECKÁ, D. – HODAN, V. – BUBNOVÁ, J.: Potenciální a reálná produktivita klasu žita ozimého. Rostl. Výr., 30, 1984b (10): 1049–1057.
- PETR, J. – HRADECKÁ, D. – HODAN, V. – BUBNOVÁ, J.: Vývoj a struktura asimilační plochy u ozimého žita. Rostl. Výr., 31, 1985 (10): 1055–1062.
- VÁŇA, Z.: Studium agrotechniky pohanky (*Fagopyrum vulgare* Hill.). [Kandidátská dizertace.] Ostrava, PF 1969.
- WILDE, P.: Hybridrogen – ein neuer Sortentyp. Inform. Saatbau Linz, 1990 (2): 12–13.
- WILDE, P.: Ertragsreaktion von Populationen und Hybridrogen auf stark unterschiedliche Standorte und Behandlungsdensität. Inform. Saatbau Linz, 1993 (2): 9–11.

Došlo 4. 6. 1997

Kontaktní adresa:

Ing. Ivana Capouchová, CSc., Česká zemědělská univerzita, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika, tel.: 02/24 38 25 34, fax: 02/20 92 03 12

ZMĚNY BOTANICKÉHO SLOŽENÍ A VÝNOSU V ZÁVISLOSTI NA TYPU TRAVNÍHO POROSTU A HNOJENÍ

THE CHANGES OF BOTANICAL COMPOSITION AND YIELD IN DEPENDENCE ON THE TYPE OF GRASSLAND AND FERTILIZATION

J. Gaisler, J. Fiala, B. Spoustová

*Institute of Agricultural and Food Information, Praha, Research Station of Grassland
Ecosystems, Liberec, Czech Republic*

ABSTRACT: In 1993 to 1995 at Oldřichov v Hájích in the Jizera Mountains three types of grasslands – renewed, slot seeded and permanent one – were studied. Observed the changes of botanical composition and yield were recorded in dependence on the type of grassland and fertilization. Experimental site, 420 m elevation, was on acid kambizem with average temperature of 7.1 °C and annual precipitation of 918 mm. The same clover – grass mixture composed of five components and the same sowing amount of single components (generic hybrid *Festulolium* – the variety Felina 12 kg.ha⁻¹, *Lolium perenne* – the variety Sport 8 kg.ha⁻¹, *Dactylis glomerata* – the variety Niva 4 kg.ha⁻¹, *Trifolium pratense* – the variety Kvarta 3 kg.ha⁻¹ and *Trifolium repens* – the variety Huia 2 kg.ha⁻¹) were used for the renovation and slot seeding. The grasslands were divided into four variants according to the fertilization. The first variant was unfertilized, in the second variant every year at the beginning of vegetation period 30 kg P.ha⁻¹ and 60 kg K.ha⁻¹ was applied. In the third and the fourth variants, with exception of P and K, N fertilizers in the separated dose 90, respectively 180 kg N.ha⁻¹, were used. The studied grassland area was cut three times and before every harvesting the portions of species were written down. The primary production of grasslands was recorded after each cutting. The original grassland seems to be the stablest as to the yield. During the first two years the yields of temporary grasslands were the highest (fourth variant reached average 8.89 t.ha⁻¹ against 8.12 t.ha⁻¹ permanent grassland) (Fig. 1), but then the yield was reduced, especially in the first cutting, with a relatively fast floristic degradation of grassland, where a considerable succession of native species and a fast drop of sown grass species occurred. Native species of the grass, mainly *Agrostis capillaris* L., *Holcus mollis* L. and *Festuca rubra* L. took empty places, as regards the variants fertilized with N also *Alopecurus pratensis* L. This development was slower in the variants fertilized with N. Of the sown components *Dactylis glomerata* L. was kept best, especially in the variants with the N fertilization (about 10%), the generic hybrid Felina had the worst result. Slot seeding did not bring the demanded results. The sown species, in spite of repeated seeding in 1995, were not practically put across. The germinated plants decayed and the vegetation was regenerated very difficult owing to bad weather and soil conditions. The results was the fall of covering of the vegetation and the following drop of yield of the forage (2.88 t.ha⁻¹) (Tab. I). The same species by renovation with predominance of *Festuca rubra* L. were increased here. The biggest changes of species composition of permanent grassland were caused by using N fertilizers. By the dose 180 kg N.ha⁻¹ *Alopecurus pratensis* L. was very increased to the detriment of other species, in the fourth year of the observation it reached about 75% of the portion in the grassland. In all types of grassland the development of clover was supported with the P and K fertilization without N (in permanent grasslands 20%), on the contrary, in the variants fertilized with N the clover diminution and a high predominance of grass were recorded (Fig. 2). The whole number of the species of renewed and slot seeded grasslands were kept approximately on the same level, by the permanent grassland a slow fall was noted, mostly in the last year of the observation (Tab. II).

grasslands; botanical composition; yield; renovation; slot seeding; fertilization

ABSTRAKT: V letech 1993 až 1996 byly na stanovišti Oldřichov v Hájích v Jizerských horách sledovány tři typy travních porostů – dočasný (radikální obnova), bezorebně přisetý a trvalý. Byl pozorován vývoj botanického složení a výnosu v závislosti na typu porostu a úrovni hnojení. Největší změny probíhaly u dočasných porostů. V prvních dvou letech dosahovaly nejvyšších výnosů (ve variantě 4 průměrně 8,89 t.ha⁻¹ sušiny ročně oproti 8,12 t.ha⁻¹ u porostů trvalých). Avšak floristické změny zapříčinily u dočasných porostů postupný pokles výnosů až na úroveň trvalých porostů (v roce 1996 5,71 t.ha⁻¹ oproti 5,99 t.ha⁻¹ u porostů trvalých). Byla zjištěna výrazná sukcese nativních druhů (*Agrostis capillaris* L., *Alopecurus pratensis* L., *Holcus mollis* L. aj.) a rychlý ústup vysetých druhů (*Dactylis glomerata* L., *Lolium perenne* L., rodového hybridu Felina, *Trifolium pratense* L. a *Trifolium repens* L.). Tento vývoj probíhal pomaleji na variantách hnojených N. Bezorebné přisetí stejné směsky, která byla použita pro obnovu, nepřineslo žádný efekt. Vyšetěné druhy se pravděpodobně vlivem působení nepříznivých podmínek a konkurenčního tlaku původního porostu i přes opakování přisěvu v roce 1995 prakticky neuplatnily.

Výsledkem bylo pouze snížení celkové pokrývnosti (okolo 50 %), a tím i následný pokles výnosu píce. Ve všech typech porostů byl potvrzen kladný vliv PK hnojení za současné absence N na rozvoj jetelovin (u trvalých porostů 20 %), na variantách hnojených N byl naopak zaznamenán jejich úbytek a vysoká převaha trav (až 90 %).

travní porosty; botanické složení; výnos; obnova; bezorebné přisevy; hnojení

ÚVOD

V minulých letech došlo k rapidnímu snížení stavu skotu. Tento úbytek způsobil zvláště v horských a podhorských oblastech negativní změnu v úrovni obhospodařování travních porostů. Řada ploch zůstala zcela bez jakéhokoliv ošetření. Nelze však význam lučních a bývalých pastevních porostů podceňovat. Mají své nezapustitelné místo jak z hlediska krajinnotvorného, tak i z hlediska ochrany půdy, vod a také ochrany genofundu. Je třeba promyšlenými zásahy příznivě ovlivňovat travní porosty tak, aby při ekonomicky únosných vstupech zůstala zachována (popřípadě u degradovaných porostů zlepšována) jejich druhová pestrost a schopnost poskytovat kvalitní píci. Určitou cestou by mohly být obnovy travních porostů za použití vytrvalých druhů trav a jetelovin nebo bezorebné přisevy do vyfyzérovacích drážek, při kterých zůstává zachována část původního drnu a přisetím vhodných komponentů se porost zlepší jak po stránce druhové pestrosti, tak i po stránce výnosu a nutriční hodnoty píce. Technologické přisevy, jak je uvádí Hrazdík (1989), ve srovnání s klasickou obnovou energeticky méně náročná (až o 70 % nižší spotřeba pohonných hmot) a jak uvádí Frame (1992), výrazně snižuje množství živin vyplavených do spodních vod. Také představuje menší riziko eroze půdy (Kohoutek, 1995).

MATERIÁL A METODA

Pozorování probíhala v letech 1993 až 1996 na stanovišti Oldřichov v Hájích (nadmořská výška 420 m n. m., průměrná roční teplota 7,1 °C, roční úhrn srážek 918 mm, kambizem kyselá, pH 4,9). V roce 1993 byla průměrná roční teplota 8,3 °C, za vegetační období 14,6 °C, úhrn srážek za rok 907 mm, za vegetační období 573 mm; v roce 1994 9,1 a 14,4 °C, 783 a 469 mm; v roce 1995 8,6 a 13,5 °C, 833 a 620 mm a v roce 1996 7,6 a 12,4 °C, 762 a 501 mm. Původní porost nebylo možno vzhledem k dřívější obnově přesně zařadit k žádnému z přirozených lučních společenstev. Nejvíce se blížil ke společenstvu svazu *Arrhenatherion* asociace *Trifolium-Festucetum rubrae* OBERD.

Pokus byl uspořádán ve třech blocích: DTP – dočasný, PTP – přisetý a TTP – trvalý travní porost. Pro obnovu i pro přisev byla použita stejná směska i stejné výsevné množství: rodový hybrid Felina 12 kg.ha⁻¹, *Lolium perenne* odrůda Sport 8 kg.ha⁻¹, *Dactylis glomerata* odrůda Niva 4 kg.ha⁻¹, *Trifolium pratense* odrůda Kvarta 3 kg.ha⁻¹, *Trifolium repens* odrůda Huia 2 kg.ha⁻¹. Obnova byla provedena orbou, povrch byl

upraven pomocí rotačního kypřiče a výsev pomocí sečího stroje SE 2024 (rozteč řádků 150 mm, hloubka 20 mm). Pro přisev byl použit pouze sečí stroj SE 2024. Oba zásahy byly realizovány na začátku vegetace. Každý blok byl rozdělen do čtyř variant podle hnojení ročně: 1. nehnojená, 2. 30 kg P.ha⁻¹ + 60 kg K.ha⁻¹, 3. 30 kg P.ha⁻¹ + 60 kg K.ha⁻¹ + 90 kg N.ha⁻¹, 4. 30 kg P.ha⁻¹ + 60 kg K.ha⁻¹ + 180 kg N.ha⁻¹. Jednotlivé varianty byly založeny ve čtyřech opakováních o velikosti parcelek 30 m² (skliziňová plocha 10 m²). Porosty byly koseny tříkráť za vegetací a před každou sklizní byl zjišťován podíl jednotlivých druhů metodou odhadu (Klapp, 1965) a podíl prázdných míst bez pokryvu. Při sklizni byla zjištěna produkce zelené píce vážením a ze všech variant byl odebrán průměrný vzorek pro laboratorní stanovení sušiny.

VÝSLEDKY A DISKUSE

V porovnání absolutních hodnot primární produkce mezi jednotlivými typy porostů v průměru všech let a variant bylo dosaženo výnosu sušiny u DTP 5,79 t.ha⁻¹, na TTP 4,91 t.ha⁻¹ a na PTP 4,42 t.ha⁻¹ (tab. I). Ke stejnému pořadí, tedy nejvyššímu u DTP a nejnižšímu u PTP, jsme došli i při porovnání všech bloků po jednotlivých variantách hnojení. V obdobných pokusech v Nitě se stejnou úrovní hnojení byl nejvýznamnější také DTP a v souladu s teoretickými předpoklady se zvýšil výnos u PTP oproti původnímu TTP (Slamka et al., 1997).

V prvních dvou letech se sice na našem stanovišti projevila mírná produkční převaha DTP i PTP nad TTP. Avšak v dalších letech klesla jejich produkce až na úroveň původních travních porostů (obr. 1). U DTP se od třetího užitkového roku snižovaly výnosy v ekonomicky nejvýznamnější první seči, což bylo způsobeno poměrně rychlou změnou floristické skladby obnoveného porostu, hlavně ústupem vysetých druhů, přičemž ve variantách hnojených N tyto druhy ustupovaly pomaleji než ve variantách bez N hnojení. Nejvíce se udržela *Dactylis glomerata* L. ve variantě 3 a 4 (okolo 10 %). Také Kohoutek (1994) poukazuje při dostatečné výživě na vytrvalost tohoto druhu. Na uvolněná místa nastupovaly zejména *Agrostis capillaris* L., *Holcus mollis* L. a *Festuca rubra* L., na variantách s N hnojením také *Alopecurus pratensis* L. Jeteloviny téměř vymizely, pouze ve variantě 2 se podíl *Trifolium repens* L. v posledním roce sledování pohyboval až okolo 10 %. Kleczek (1991) uvádí, že výpadkem jetelovin a *Lolium perenne* L. klesl výnos obnovovaných porostů během tří let od založení na úroveň pů-

I. Produkce sušiny ($t \cdot ha^{-1}$) – Production of dry matter ($t \cdot ha^{-1}$)

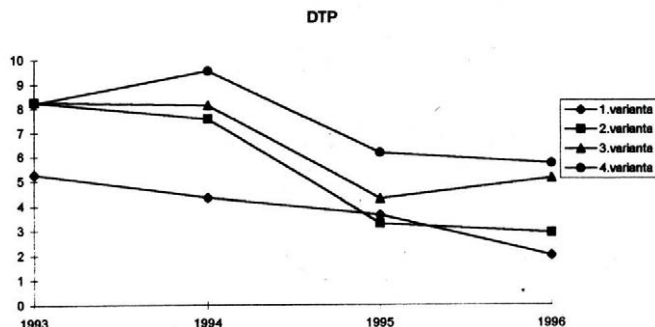
Varianta ¹	Seč ³	DTP						PTP						TTP					
		1993	1994	1995	1996	celkem ⁴	variační koeficient ⁵	1993	1994	1995	1996	celkem	variační koeficient	1993	1994	1995	1996	celkem	variační koeficient
1.	1.	2,26	1,99	1,73	0,41	1,60	46,84	1,16	1,67	0,19	0,73	0,94	53,12	1,50	1,57	2,02	0,78	1,47	27,64
	2.	1,52	1,20	1,55	1,25	1,38	35,91	1,14	0,78	1,08	1,11	1,03	29,02	0,94	1,14	1,26	0,86	1,05	35,43
	3.	1,49	1,16	0,35	0,34	0,83	58,41	0,74	0,77	0,33	0,26	0,52	56,83	0,85	0,88	0,30	0,33	0,59	64,76
	celkem ⁴	5,27	4,34	3,63	2,00	3,81	30,79	3,04	3,22	1,60	2,09	2,49	31,92	3,28	3,56	3,57	1,97	3,10	28,01
2.	1.	3,11	4,41	1,72	0,79	2,51	54,26	1,63	2,09	0,31	1,12	1,29	51,54	1,90	2,31	1,91	1,18	1,82	22,99
	2.	3,06	1,83	1,06	1,53	1,87	57,38	1,71	1,07	1,20	1,29	1,32	35,30	1,46	1,53	1,59	0,97	1,39	39,42
	3.	2,09	1,33	0,50	0,60	1,13	61,75	1,23	1,02	0,53	0,60	0,84	53,92	1,14	1,22	0,43	0,55	0,83	61,16
	celkem	8,26	7,57	3,28	2,92	5,50	50,17	4,57	4,18	2,04	3,00	3,45	39,29	4,49	5,07	3,92	2,71	4,05	32,18
3.	1.	2,98	4,60	1,96	1,40	2,73	44,90	2,04	3,10	0,46	2,09	1,92	54,30	2,40	2,91	2,75	2,12	2,54	22,22
	2.	2,85	1,71	1,75	2,59	2,22	46,82	2,66	1,06	1,84	1,70	1,81	64,82	1,78	1,62	1,72	1,43	1,64	36,95
	3.	2,45	1,83	0,58	1,13	1,50	53,76	1,38	1,86	1,06	0,80	1,27	50,86	1,68	2,05	0,56	1,03	1,33	64,59
	celkem	8,27	8,13	4,29	5,11	6,45	37,34	6,08	6,02	3,36	4,59	5,01	35,31	5,86	6,58	5,03	4,58	5,51	32,78
4.	1.	2,88	5,42	2,95	1,41	3,17	43,43	3,52	4,35	0,83	2,48	2,79	56,27	3,03	3,56	2,71	2,44	2,94	24,13
	2.	2,40	2,01	2,18	2,83	2,35	41,27	2,62	1,49	2,47	2,06	2,16	43,83	2,79	1,83	2,09	2,32	2,26	45,89
	3.	2,96	2,11	1,01	1,47	1,89	49,43	2,55	2,22	1,22	1,14	1,78	56,89	2,70	2,32	0,96	1,23	1,80	63,53
	celkem	8,23	9,54	6,15	5,71	7,41	30,99	8,69	8,06	4,52	5,67	3,73	44,38	8,52	7,71	5,76	5,99	7,00	35,80
Průměr ²	1.	2,81	4,10	2,09	1,00	2,50	47,43	2,09	2,80	0,45	1,60	1,73	53,81	2,21	2,59	2,35	1,63	2,19	24,25
	2.	2,46	1,68	1,63	2,05	1,96	45,35	2,03	1,10	1,65	1,54	1,58	43,24	1,74	1,53	1,66	1,40	1,58	39,42
	3.	2,24	1,60	0,61	0,88	1,34	55,84	1,47	1,47	0,79	0,70	1,11	54,63	1,59	1,62	0,56	0,78	1,14	63,50
	celkem	7,51	7,39	4,34	3,93	5,79	37,32	5,59	5,37	2,88	3,84	4,42	37,73	5,54	5,73	4,57	3,81	4,91	32,19

DTP – dočasný porost – temporary grassland

PTP – přisetý porost – slot seeded grassland

TTP – trvalý porost – permanent grassland

¹variant, ²average, ³cut, ⁴total, ⁵variation coefficient



1. Výnosy sušiny ($t \cdot ha^{-1}$) – Yields of dry matter ($t \cdot ha^{-1}$)

DTP – dočasný porost – temporary grassland

PTP – přisetý porost – slot seeded grassland

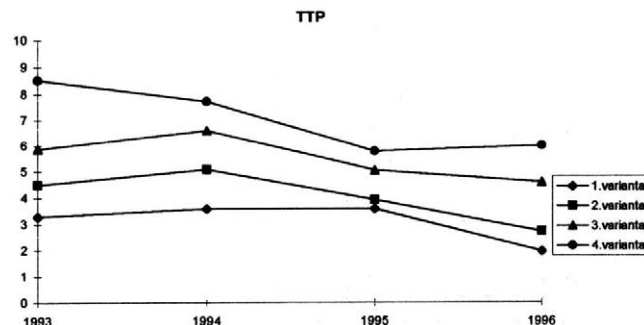
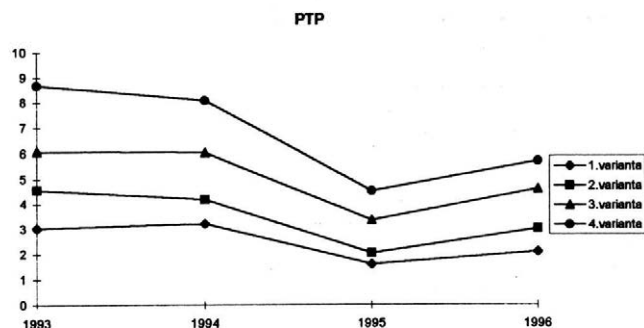
TTP – trvalý porost – permanent grassland

1 – 0 NPK

2 – 0 N + 30 P + 60 K

3 – 90 N + 30 P + 60 K

4 – 180 N + 30 P + 60 K

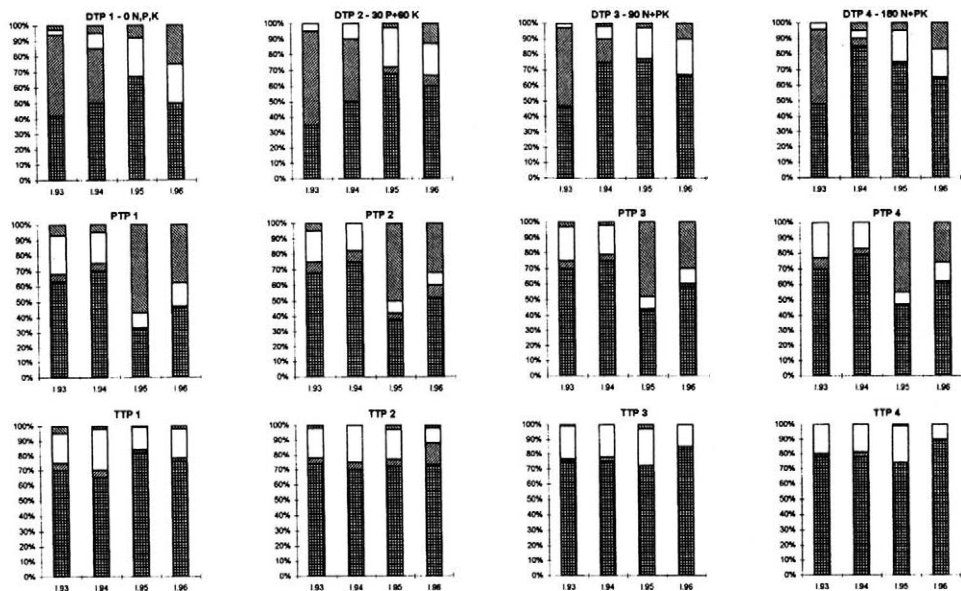


vodního travního porostu. Zajímavý je úbytek druhu *Plantago lanceolata* L. na začátku vegetačního období roku 1996, kdy byl zřejmě poškozen nepříznivým průběhem zimního období a jen zvolna během vegetace regeneroval. Ústup tohoto druhu a dalších (např. *Dactylis glomerata* L.) způsobil vyšší výskyt prázdných míst, která před první sečí tvořila 10 až 25 %, což se také negativně projevilo v produkci.

U PTP bylo možné pozorovat vyrovnaný výnos sušiny, který po neúspěšném opětovném přisetí v roce 1995 mírně klesal. Vyseté druhy se zde uplatnily málo, nejvíce opět *Dactylis glomerata* L. (ve variantě 3 v roce 1996 okolo 10 %). Z původních druhů byl největší podíl v porostu zaznamenán u *Festuca rubra* L., *Agrostis capillaris* L. a *Alopecurus pratensis* L. Mezi jete-

lovinami se nejvíce rozšířil *Trifolium repens* L., hlavně ve variantě 2. Velký výskyt prázdných míst (okolo 50 %) byl zapříčiněn opakovaným přisевem v roce 1995, kdy vlivem nepříznivých podmínek vzházející rostliny vysetých druhů uhynuly a porost se jen obtížně zapojoval (obr. 2).

Při sledování výnosů u TTP je možné konstatovat, že ve variantě 2 (nehnojené) byl výnos zhruba vyrovnaný. Ve variantě 2 a 3 výnosy do roku 1994 stoupaly, zřejmě vlivem počátečního produkčního efektu zvýšené úrovně hnojení (Velich, 1986), a od třetího roku se přibližovaly k výnosům v prvním roce. U varianty 4 výnosy klesaly. Změny druhového složení v trvalých porostech byly vyvolány ponejvíce hnojením a zčásti také přechodem porostů na intenzivnější způsob obhospo-



2. Podíl hlavních botanických skupin – Rate of the main botanical groups

- trávky – grass
- ▒ jeteloviny – clover
- ostatní dvouděložné – other forbs
- ░ prázdná místa – empty places

osa x: seč a rok – x axis: cut and year

DTP – dočasný porost – temporary grassland

PTP – přisetý porost – slot seeded grassland

TTP – trvalý porost – permanent grassland

II. Počet druhů – Number of species

Varianta ¹	Seč a rok ²											
	I. 1993	II. 1993	III. 1993	I. 1994	II. 1994	III. 1994	I. 1995	II. 1995	III. 1995	I. 1996	II. 1996	III. 1996
DTP1	27	24	23	28	30	25	28	28	21	28	25	19
DTP2	27	24	22	24	25	25	29	23	20	24	27	27
DTP3	33	26	21	26	24	26	26	27	22	27	25	24
DTP4	28	25	19	19	22	21	29	23	21	26	23	22
PTP1	26	21	24	30	20	21	26	27	23	23	26	19
PTP2	27	23	24	30	24	23	29	25	24	26	24	17
PTP3	27	23	22	29	25	25	29	21	22	24	27	18
PTP4	26	25	24	26	24	25	28	2	24	24	24	16
TTP1	28	23	24	29	24	23	21	19	17	19	18	13
TTP2	25	21	23	30	21	20	29	20	16	19	15	13
TTP3	26	23	24	27	26	26	27	23	22	24	20	23
TTP4	24	25	21	28	22	22	23	21	21	17	13	14

DTP – dočasný porost – temporary grassland

PTP – přisetý porost – slot seeded grassland

TTP – trvalý porost – permanent grassland

1 – 0 NPK

2 – 0 N + 30 P + 60 K

3 – 90 N + 30 P + 60 K

4 – 180 N + 30 P + 60 K

	1. varianta ¹			2. varianta			3. varianta			4. varianta		
	DTP/PTP	DTP/TTP	PTP/TTP	DTP/PTP	DTP/TTP	PTP/TTP	DTP/PTP	DTP/TTP	PTP/TTP	DTP/PTP	DTP/TTP	PTP/TTP
1993	–	–	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–
1994	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1995	+	–	+	–	–	+	–	–	–	–	–	–
1996	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

DTP – dočasný porost – temporary grassland

PTP – přisetý porost – slot seeded grassland

TTP – trvalý porost – permanent grassland

¹variant

podáování. Se stoupající dávkou N hnojení se mezi travními druhy rozšířily zejména *Alopecurus pratensis* L. (okolo 75 %) a *Poa pratensis* L. (až 10 %), zvýšení pokryvnosti těchto druhů zaznamenal také např. Velich (1986). Na nehnojených variantách se nejvíce uplatnily *Festuca rubra* L. a *Agrostis capillaris* L., zpočátku vegetace také *Luzula campestris* (L.) DC. a *Anthoxanthum odoratum* L. Mezi jetelovinami se hlavně ve variantě 2 rozšířily *Trifolium repens* L. a *Vicia cracca* L. Pozitivní vliv PK hnojení na rozšíření vikvovitých v TTP udává i Šimon (1985). Výskyt prázdných míst byl zanedbatelný, pouze ve variantě 1 bylo zjištěno v některých obdobích okolo 5 %.

Srovnáme-li porosty z hlediska počtu druhů (tab. II), zjistíme, že mezi DTP a PTP nebyly výraznější rozdíly a od druhého roku po výsevu si udržovaly s různými obměnami přibližně stejný počet druhů. U TTP byl zaznamenán jeho postupný pokles, nejvýraznější v posledním sledovaném roce, a to i v nehnojené variantě. U DTP a PTP však byly počty ovlivněny výskytem některých plevelných druhů, které se mohly rozšířit díky narušenému pokryvu. Statisticky významný rozdíl ve vyšší produkci sušiny podle analýzy variancí vykazovaly DTP oproti oběma dalším blokům pouze v prvních dvou letech u varianty 2. Další statisticky významné rozdíly výnosů mezi typy porostů se stejnou úrovní hnojení (až na rok 1995, kdy bylo znovu přiséváno) analýza variancí neprokázala (tab. III).

Mírou strukturální a funkční stability je koeficient K_Q . Podle tohoto ukazatele byl nejméně stabilní dočasný porost ($K_Q = 3,5$), podobně přisěvaný porost ($K_Q = 4,2$) a nejstabilnější z hlediska primární produkce byl porost trvalý ($K_Q = 6,8$).

Výsledků bylo dosaženo za podpory GA ČR (projekt č. 503/94/1040).

LITERATURA

- FRAME, J.: Improved grassland management. Ipswich, Farming Press 1992. 351 s.
- HRAZDÍRA, Z.: Intenzifikace travních porostů přisevem jetelovin. Ved. práce VÚLP (Banská Bystrica), 20, 1989: 165–171.
- KLAPP, E.: Grünlandvegetation und Standort. Berlin und Hamburg, 1965.
- KLECZEK, C.: The results of complete renovation on mountain pasture with soil cultivation. In: Conf. Grassland renovation and weed control in Europe, Graz, 1991 (9): 143–145.
- KOHOUBEK, A.: Produkční schopnost a vytrvalost trav setých v jednoduchých směskách s jetelem lučním a jetelem plazivým na obnovených loukách. Rostl. Vyr., 40, 1994 (11): 1015–1025.
- KOHOUBEK, A.: Přisevy trav a jetelovin do travních porostů. [Závěrečná zpráva.] Jeviško, VSTE 1995. 86 s.
- SLAMKA, P. – POSPÍŠIL, R. – HOLUBEK, R.: Energetická analýza prátotechnických technologií obnovy travních porostů při různé úrovni výživy. Rostl. Vyr., 43, 1997 (2): 53–58.
- ŠIMON, J.: Vliv stupňovaných dávek dusíka na floristické složení a nutriční hodnotu trvalých travních porostů. Rostl. Vyr., 31, 1985 (4): 369–376.
- VELICH, J.: Studium vývoje produkční schopnosti trvalých lučních porostů a drnového procesu při dlouhodobém hnojení a jeho optimalizace. Praha, VŠZ 1986. 162 s.

Došlo 15. 5. 1997

Kontaktní adresa:

Ing. Jan Gaisler, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, Výzkumná stanice travních ekosystémů, Rolnická 6, 460 11 Liberec 11, Česká republika, tel.: 048/510 37 18, fax: 048/510 37 18

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 dvojitě mezeru), k rukopisu je vhodné přiložit disketu s prací pořízenou na PC v některém textovém editoru, nejlépe v T602, a s grafickou dokumentací. Tabulky, grafy a fotografie se dodávají zvlášť, nepodlepují se. Na všechny přílohy musí být odkazy v textu.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

CONTENTS

Hlušek J., Jůzl M., Zrůst J.: Iron, manganese and copper content in tubers of very early potato varieties	1
Tlustoš P., Balík J., Száková J., Pavlíková D.: The accumulation of arsenic in radish biomass when different forms of As were applied in the soil	7
Fecenko J., Ložek O.: Maize grain yield formation in dependence on applied zinc doses and its content in soil	15
Kubinec S.: Effects of nitrogen fertilization and pesticides on spring barley yield	19
Králová M., Růžek P., Krejčová J.: Denitrification in orthic Luvisol	25
Capouchová I., Petr J., Škeřík J.: Peculiarities of yield formation of rye varieties	31
Gaisler J., Fiala J., Spoustová B.: The changes of botanical composition and yield in dependence on the type of grassland and fertilization	39

ROSTLINNÁ VÝROBA

OBSAH

Hlušek J., Jůzl M., Zrůst J.: Obsah železa, manganu a mědi v hlízách velmi raných odrůd brambor	1
Tlustoš P., Balík J., Száková J., Pavlíková D.: Akumulace arzenu v ředkvičce po přidavku vybraných forem As do půdy	7
Fecenko J., Ložek O.: Tvorba úrody zrna kukurice v závislosti od aplikovaných dávek zinku a jeho obsahu v půdě	15
Kubinec S.: Vplyv dusíkatého hnojenia a pesticídov na úrody jarného jačmeňa	19
Králová M., Růžek P., Krejčová J.: Denitrifikace v hnědozemí	25
Capouchová I., Petr J., Škeřík J.: Zvláštnosti tvorby výnosu hybridních odrůd žita	31
Gaisler J., Fiala J., Spoustová B.: Změny botanického složení a výnosu v závislosti na typu travního porostu a hnojení	39

Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA

Míka V.: 8. Mezinárodní konference o NIR spektroskopii	14
--	----

Vědecký časopis ROSTLINNÁ VÝROBA ● Vydává Česká akademie zemědělských věd – Ústav zemědělských a potravinářských informací ● Redakce: Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/24 25 79 39, fax: 02/24 25 39 38 ● Sazba: Studio DOMINO – Ing. Jakub Černý, Bří Nejedlých 245, 266 01 Beroun, tel.: 0311/22 959 ● Tisk: ÚZPI Praha ● © Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha 1998