



ÚZPI

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

ROSTLINNÁ VÝROBA

Plant Production

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

4

VOLUME 42 (LXIX)
PRAHA
DUBEN 1996
CS ISSN 0370-663X

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

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

Redakční rada – Editorial Board

Předseda – Chairman

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

Členové – Members

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

Vedoucí redaktorka – Editor-in-Chief

RNDr. Eva Stříbrná

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

VLIV ZVRSTVENÍ REKULTIVOVANÝCH PROFILŮ VÝSYPEK NA VODNÍ REŽIM

INFLUENCE OF STRATIFICATION OF RECLAIMED SLOPES OF DUMPS ON WATER REGIME

V. Kuráž¹, P. Čermák², J. Gurtz³

¹*Czech Technical University, Faculty of Civil Engineering, Praha, Czech Republic*

²*Research Institute for Soil and Water Conservation, Praha, Czech Republic*

³*ETH, Institute of Geography, Zurich, Switzerland*

ABSTRACT: Reclamation of surface dumps, where the waste earth from surface mining is collected, seems to be very important technical problem. At the present time, the following variants of reclamation of the dump surface are used: surface covered by 10 to 20 cm of different organic matter and mixture of organic matter and the basic earth of the dump. The influence of stratification of soil profile in the case, when hydraulic functions of layers are significantly different have been tested in laboratory conditions. The results were compared with those of numerical simulation using model BOWAM and with results of field measurements. It was proved, that the covering of the surface of the dump using organic matter negatively influences water regime. Total amount of rainfall is consumed by the organic matter and due to stratification of soil profile and significantly lower hydraulic conductivity of basic material water is not able to penetrate to deeper parts of the profile.

reclamation of dumps; numerical simulation; moisture measurements; hydraulic characteristics; water regime

ABSTRAKT: Rekultivace povrchu výsypek v oblastech povrchových dolů je závažným technickým problémem. V současné době jsou používány tyto varianty rekultivace: pokrytí povrchu vrstvou 10 až 20 cm organického materiálu ve formě mulče a promísení organického materiálu s povrchovou vrstvou výsypky. Jsou srovnány výsledky poloprovozních laboratorních pokusů, numerického modelu BOWAM s terénními měřeními z hlediska vlivu zvrstvení na vodní režim. Bylo prokázáno, že pokrytí povrchu výsypky vrstvou mulče negativně ovlivňuje vodní režim. Vzhledem k vysoké vodní kapacitě organického materiálu a rozdílným hydraulickým charakteristikám jednotlivých vrstev je prakticky celá srážka absorbována touto povrchovou vrstvou, infiltrace do spodní méně propustné vrstvy je prakticky zanedbatelná.

rekultivace výsypek; numerická simulace; měření vlhkosti; hydraulické charakteristiky; vodní režim

ÚVOD

Naše republika patří k nejvíce zatíženým zemím na světě, pokud jde o množství těžných nerostných surovin na 1 km² území. Velký podíl zde zaujímají povrchové doly, kde je těžba spojena se skryvkou nadložních hornin a s jejich následným ukládáním. Nedílnou součástí musí být potom rekultivace těchto výsypek. Úkolem rekultivace je nejen obnova zdevastovaného území, ale i tvorba zcela nové krajiny. Rekultivace výsypek je velmi složitý technický problém, který je náročný jak z ekonomického, tak z časového hlediska.

Mimo základní technický problém – stabilitu tělesa výsypky – je třeba řešit problematiku vodní eroze a chemického složení rekultivačních materiálů, ale také otázky spojené s hydrofyzikálními charakteristikami povrchových vrstev rekultivovaného tělesa výsypky a vodní režim výsypky.

V současné době se zvyšuje podíl lesnických rekultivací, případně trvalých travních porostů nad zemědělským využitím rekultivovaných ploch. Pro rekultivaci je využívána celá řada odpadních materiálů organického původu. Postupy při rekultivaci můžeme rozdělit do těchto skupin:

- aplikace organického substrátu o mocnosti 10 až 20 cm na povrch výsypky (ve formě mulče);
- dle následující vegetační úpravou;
- promísení organických substrátů a povrchu výsypky do hloubky 20 cm (v poměru 1 : 1 až 1 : 2);
- rekultivace ornici.

Vzhledem k potřebě rekultivačních materiálů pro rekultivace je důvodný předpoklad, že v budoucnosti budou pro tyto účely využívány další, většinou odpadní materiály organického původu. Také tento fakt je jedním z důvodů, aby byl metodicky řešen vliv rekultivací na vodní režim. Optimalizace rekultivačních úprav z hlediska vodního režimu je zvláště důležitá u lesnic-

kých rekultivací, kde dochází k velkým ekonomickým ztrátám v období příslušku. Důkladnější znalost dynamiky vodního režimu umožní také určit optimální dobu pro novou výsadbu včetně prognózy vodního režimu v návaznosti na meteorologické charakteristiky.

MATERIÁL A METODA

Pro řešení vlivu zvrstvení povrchových vrstev výsypek na vodní režim byly použity tyto metody: laboratorní poloprovozní řešení a numerické modelové řešení. Postupy byly doplněny laboratorním stanovením hydrofyzikálních charakteristik a výsledky byly ověřeny terénním měřením.

Laboratorní poloprovozní řešení

Uvedené řešení umožňuje sledovat časové rozdělení vlhkosti v půdním profilu během simulace deště známé intenzity a délky trvání a dále redistribuci půdní vody. Výhodou této metody je možnost definice a volby počátečních a okrajových podmínek (stratigrafie profilu, rozdělení vlhkosti, definovaná intenzita srážky a její délka trvání – shodně pro všechny testované varianty). Nevýhodou je experimentální a časová náročnost.

Simulace byla prováděna pro zvrstvený půdní profil plochy 50 x 50 cm, hloubky také 50 cm. Byly testovány tyto varianty rekultivačních opatření:

- vrstva kůrového substrátu o mocnosti 20 cm na povrchu;
- vrstva celulózových kalů o mocnosti 20 cm na povrchu;
- promísení vrstvy 20 cm kůrovým substrátem v poměru 1 : 1;
- homogenní profil z původního výsypkového materiálu.

Pro simulaci deště byl použit tryskový dešťový simulátor s tryskou typu FULLJET 1/2 HH 30 WSQ. Vhodnost simulátoru byla posuzována podle těchto kritérií:

- rozdělení dešťových kapek musí být obdobné jako u přírodních dešťů;
- rychlost kapek při dopadu na půdní povrch musí být blízká rychlosti kapek přírodního deště;
- intenzita simulovaného deště musí odpovídat přírodním podmínkám (v našich podmínkách do 100 mm/h);
- simulovaný dešť musí být homogenní a rozdělení velikosti kapek musí být náhodné.

Zvolený dešťový simulátor po příslušných úpravách přibližně tato kritéria splňuje, i když použití pouze jedné trysky se ukázalo jako poněkud problematické, hlavně z hlediska rovnoměrnosti postřiku. Proto byla zvolena postřikovaná plocha 100 cm x 100 cm, přičemž půdní monolit byl umístěn na základě výsledků testování simulátoru tak, aby rovnoměrnost postřiku byla dostatečná.

Pro měření rozdělení vlhkosti v půdním profilu byl použit dielektrický měřič vlhkosti zemin (Kuráž,

Matoušek, 1977). Pro každou z variant rekultivace byla provedena simulace deště o intenzitě 40 mm/h a délce trvání 30 min. Rozdělení vlhkosti během redistribuce bylo měřeno po dobu 24 h.

Numerická simulace

Pro numerickou simulaci vlivu zvrstvení na vodní režim byl použit model BOWAM (Peschke et al., 1986; Gurtz, 1988). Jde o jednorozměrný model s infiltračním submodem založeným na teorii Greena a Ampt. Půdní profil lze rozdělit na dvě vrstvy s rozdílnou hydraulickou vodivostí. V případě intenzity srážky vyšší, než je vsakovací schopnost půdy, model umožňuje separaci povrchového a podpovrchového odtoku. Pro náš případ je důležitý výpočet hypodermického odtoku na styku půdních vrstev. Za velmi důležitou je také třeba považovat možnost použití submodelu, kterým je řešeno proudění vody v makropórech. Použití tohoto submodelu ovšem předpokládá velmi podrobný terénní průzkum. U původního substrátu výsypek může poměrně často jít o jednoznačně dominantní jev (voda proudí prakticky pouze makropóry a různými trhlinami), ovšem pokud je tento materiál během ukládání výrazně hutněn a má pro zpracování optimální vlhkost, vliv makropórů se nemusí vůbec uplatňovat. Proto jsme v současné fázi výzkumu vliv makropórů neuvažovali, což nám na druhé straně umožnilo soustředit se na vliv hydrofyzikálních charakteristik homogenního půdního matrixu. Pro praktické terénní aplikace může být ovšem vliv makropórů velmi významný.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Laboratorní poloprovozní pokusy

Pokud srovnáváme rekultivaci s použitím organického kůrového substrátu a celulózových kalů, z hlediska vodního režimu se zdá jako vhodnější kůrový substrát. Pórovitost kůrového substrátu se pohybuje v rozmezí 71 až 79 %, u celulózových kalů je to cca 88 %. Naproti tomu využitelná vodní kapacita je u kůrového substrátu cca 20 % a u celulózových kalů pouze 15 %. Z toho plyne výrazně vyšší podíl hrubých nekapilárních pórů u celulózových kalů.

V obou případech došlo při simulaci uvedené srážky k zasáknutí celé srážky, bez povrchového odtoku (resp. výtopy). Rozdíly byly zjištěny na rozhraní mulče a původní zeminy. U kůrového substrátu došlo v průběhu redistribuce k mírnému zvýšení vlhkosti (v rozmezí do 5 % obj.), kdežto u celulózových kalů se vlhkost v podpovrchové vrstvě nezvyšila. Podle našeho názoru je to důsledek vyššího rozdílu mezi hydraulickou vodivostí celulózových kalů a původního materiálu, než je tomu u varianty s kůrovým substrátem.

Nejlépeší výsledky podle předpokladu byly dosaženy při promísení původního materiálu s kůrovým substrátem. Tento materiál má optimální fyzikální charakteristiky.

Horizont ¹ A 20 cm	$K = 12$	$K = 12$	$K = 120$	$K = 120$	$K = 1,2$	$K = 1,2$	$K = 12$	$K = 12$
Horizont B 80 cm	$K = 1,2$	$K = 1,2$	$K = 1,2$	$K = 1,2$	$K = 1,2$	$K = 1,2$	$K = 12$	$K = 12$
θ_{WP}	18	18	10	10	21	21	18	18
θ_{FC}	44	44	55	55	38	38	44	44
θ_S	48	48	65	65	41	41	48	48
Srážka ²	30	60	30	60	30	60	30	60
Odtok ³	12,32	40,83	–	1,32	27,8	57,81	14,46	44,4
Infiltrace ⁴	17,68	19,17	30	58,68	2,20	2,19	15,54	15,6
Hypodermický odtok ⁵	13,16	7,20	–	19,80	–	–	–	–
Průsak ⁶	7,20	4,90	–	–	–	–	–	–

θ_{WP} – bod vadnutí (% obj.) – wilting point (% of volume)

θ_{FC} – polní vodní kapacita (% obj.) – field water capacity (% of volume)

θ_S – plná vodní kapacita (% obj.) – full water capacity (% of volume)

K – nasycená hydraulická vodivost (cm.den^{-1}) – saturated hydraulic conductivity (cm.day^{-1})

¹horizon, ²precipitation, ³discharge, ⁴infiltration, ⁵hypodermic discharge, ⁶seepage

ristiky – využitelnou vodní kapacitu 15 %, pórovitost 45 % při objemové hmotnosti $1,25 \text{ g.cm}^{-3}$. U této rekultivační úpravy je hydraulická vodivost ještě dostatečně vysoká, při simulaci srážky dochází za předpokladu počáteční vlhkosti cca v oblasti bodu snížené dostupnosti k počátku povrchového odtoku (výtopy) cca po 20 min při zvolené intenzitě deště. Vsak je zde rovnoměrný, na rozhraní promísené vrstvy s původním materiálem nedochází ke změně vlhkosti skokem.

U původního materiálu (bez úpravy) jsou fyzikální vlastnosti nepříznivé. Využitelná vodní kapacita je cca 10 % při pórovitosti 41 % a objemové hmotnosti $1,63 \text{ g.cm}^{-3}$. Vzhledem k nízké hodnotě hydraulické vodivosti dochází již v prvních minutách srážky k povrchovému odtoku (výtopě), infiltrace je zde oproti ostatním variantám výrazně snižena.

Numerická simulace

Na základě fyzikálních rozborů, laboratorních provozních testů a terénních měření byly numerickým modelem testovány tyto varianty:

- horizont A 20 cm, $K = 120 \text{ cm.den}^{-1}$ (odpovídá kůrovému substrátu), horizont B 80 cm, $K = 1,2 \text{ cm.den}^{-1}$ (původní materiál);
- horizont A 20 cm, $K = 12 \text{ cm.den}^{-1}$ (odpovídá promísení kůrového substrátu s původním materiálem v poměru 1 : 1), horizont B 80 cm, $K = 1,2 \text{ cm.den}^{-1}$;
- celý profil 100 cm, $K = 12 \text{ cm.den}^{-1}$ (odpovídá promísení, resp. jiné rekultivační úpravě celého profilu);
- celý profil 100 cm, $K = 1,2 \text{ cm.den}^{-1}$ (odpovídá fyzikálním charakteristikám původního materiálu výsypky).

Pro simulaci byly zvoleny dvě intenzity srážky (30 a 60 mm.h^{-1}). Výsledky numerické simulace plynou z tab. I. U všech variant byla počáteční vlhkost volena

stejná v celém testovaném profilu – rovná polní vodní kapacitě. Tyto počáteční podmínky byly voleny z toho důvodu, že jde o variantu z hlediska erozní ohroženosti nepříznivou.

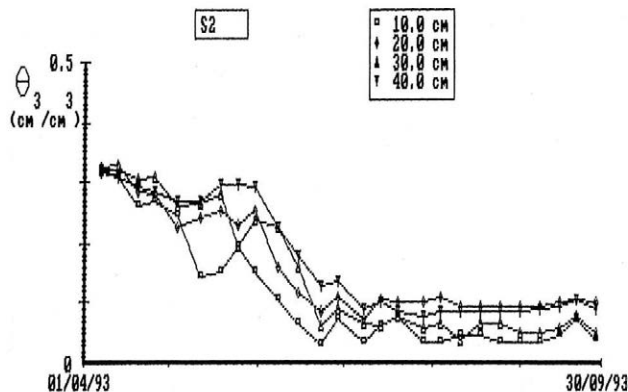
U varianty s vrstvou kůrového substrátu se celá srážka o intenzitě 30 mm.h^{-1} vsákla, nedošlo zde k povrchovému odtoku, ani k hypodermickému odtoku na styku obou vrstev. V průběhu redistribuce nedošlo ani k posunu čela zvlhčení do původního substrátu, uplatnila se zde pouze evapotranspirace. U srážky o intenzitě 60 mm.h^{-1} se začal tvořit povrchový odtok, výrazný byl hypodermický odtok na styku vrstev (19,8 mm).

U varianty s promíseným povrchovým horizontem kůrovým substrátem se začal vytvářet poměrně výrazný povrchový odtok, na styku vrstev došlo k hypodermickému odtoku. Pokud by měl obdobné hydrofyzikální charakteristiky celý půdní profil, výrazné rozdíly mezi těmito variantami nastanou pouze v tom, že při této variantě se nevytváří hypodermický odtok.

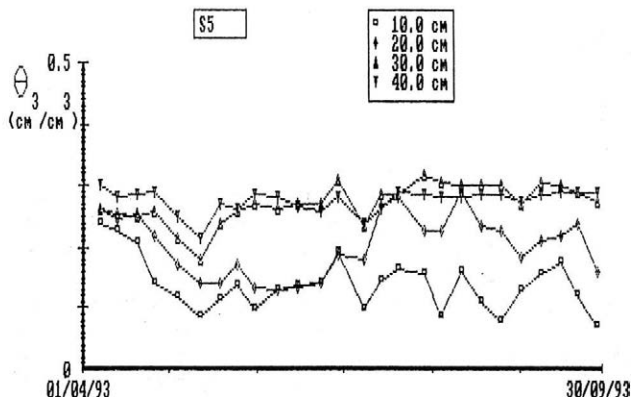
Půdní profil bez rekultivace, vytvořený z původního substrátu, měl nepříznivé hydrofyzikální vlastnosti. Bez rozdílu intenzity deště prakticky celá srážka odtékla povrchovým odtokem, však byl zanedbatelný.

Terénní měření

Pro srovnání jsou uvedeny výsledky terénního měření časového průběhu vlhkosti pro profil s povrchovým mulčem kůrovým substrátem (obr. 1) a profil bez této povrchové úpravy (obr. 2). Na počátku měření (v období po jarním tání) byly zásoby vody v obou profilech srovnatelné. Půdní profil s povrchovým mulčem dále v průběhu vegetačního období vysychal, srážky se prakticky neprojevovaly v dynamice vlhkostních změn. Naproti tomu profil bez povrchového mulče měl vodní režim mnohem vyrovnanější, v závislosti na průběhu srážek.



1. Časový průběh vlhkosti půdy v profilu s pokryvem kůrovým substrátem – Time pattern of soil moisture in the profile covered by organic matter



2. Časový průběh vlhkosti půdy v homogenním profilu bez povrchového mulče – Time pattern of soil moisture in the soil profile without surface cover

ZÁVĚR

Při rekultivacích výsypek dochází velmi často k vytváření zvrstvených půdních profilů, přičemž jednotlivé vrstvy mají řádově odlišnou hydraulickou vodivost a výrazně odlišné hydrofyzikální charakteristiky. Toto zvrstvení může mít negativní vliv na vodní režim výsypky.

Pokud povrchová vrstva má vysokou pórovitost a vysokou hodnotu využitelné vodní kapacity, infiltrační kapacita je tak vysoká, že dynamika vlhkostních změn v průběhu vegetačního období se v podpovrchové vrstvě prakticky neprojevuje. Důležitá je také možnost vzniku hypodermického odtoku na styku vrstev, což může způsobit ve svažitých poměrech nebezpečí vzniku sesuvů. Rovněž ohrožení vodní erozí je zde vyšší. Z těchto důvodů je velmi důležité testování hydrofyzikálních charakteristik používaných rekultivačních materiálů včetně využití numerických simulačních mo-

delů, případně poloprovozních fyzikálních modelů pro testování vodního režimu.

LITERATURA

- GURTZ, J.: Betraig zu den hydrologischen Grundlagen für die Gefahrleistung der gesellschaftlich notwendigen Mehrfachnutzung der Wasserressourcen. [Disertation.] Dresden, 1988. – TU.
- KURÁŽ, V. – MATOUŠEK, J.: A new dielectric soil moisture meter for field measurement of soil moisture. Bull. ICID, 26, 1977 (1): 76–79.
- PESCHKE, G. – DUNGER, J. – GURTZ, J.: Changes in soil moisture by infiltration and evaporation. IAHS Publ., 156, 1986: 291–300.

Došlo 20. 4. 1995

Kontaktní adresa:

Doc. Ing. Václav Kuráž, CSc., České vysoké učení technické, Stavební fakulta, Thákurova 7, 166 29 Praha 6-Dejvice, Česká republika, tel.: 02/24 35 47 71, fax: 02/311 70 34

RYCHLOST UVOLŇOVÁNÍ AMONNÝCH IONTŮ ZE ZEOLITŮ OBOHACENÝCH AMONNÝM DUSÍKEM V PŮDNÍM PROSTŘEDÍ

THE RELEASE OF AMMONIUM-IONS FROM THE AMMONIUM-ENRICHED ZEOLITES IN THE SOIL SYSTEM

F. Kovanda¹, P. Růžek²

¹*Institute of Chemical Technology, Department of Solid State Chemistry, Praha, Czech Republic*

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

ABSTRACT: The effect of NH_4^+ -enriched zeolites as a source of slow released ammonium nitrogen in the soil system was tested in the pot experiments. The natural clinoptilolite (Eastern Slovakia) and the synthetic zeolite P_c prepared by hydrothermal alteration from the power station ashes were used. The NH_4^+ -enriched zeolites (54 mg $\text{NH}_4^+\text{-N.g}^{-1}$ synthetic zeolite P_c and 12 mg $\text{NH}_4^+\text{-N.g}^{-1}$ natural clinoptilolite) were mixed with the soil (orthic Luvisol of the Praha-Ruzyně location) to achieve the nitrogen content of 300 mg $\text{NH}_4^+\text{-N.kg}^{-1}$ dry soil. The comparative experimental set with the addition of the crystalline ammonium sulphate into the soil and the control set without the fertilizer addition were also observed. The samples of the soil solution from pots were sampled and NH_4^+ , NO_3^- , K^+ , Na^+ , Ca^{2+} and Mg^{2+} concentrations were determined. The relatively rapid release of NH_4^+ ions occurred with respect to the ion-exchange reactions between the zeolites and soil solution. After the first five to seven days the relatively high concentrations of ammonium nitrogen in the soil solution (40 to 70 mg $\text{NH}_4^+\text{-N.l}^{-1}$) decreased rapidly owing to the nitrification processes and after 20 to 25 days the NH_4^+ ions were not determined in the soil solution. The same trend both in the experimental sets with NH_4^+ -enriched zeolites addition and in the one with ammonium sulphate addition was observed.

zeolites; ion-exchange; soil solution

ABSTRAKT: V nádobových pokusech bylo ověřováno působení zeolitů s nasorbovanými ionty NH_4^+ jako zdroje pozvolně uvolnitelného amonného dusíku v půdě. K experimentům byl použit přírodní klinoptilolit z východního Slovenska a syntetický zeolit P_c připravený hydrotermální alterací z elektrárenského popílku. Zeolity obohacené amonnými ionty (54 mg $\text{NH}_4^+\text{-N.g}^{-1}$ syntetického zeolitu P_c a 12 mg $\text{NH}_4^+\text{-N.g}^{-1}$ přírodního klinoptilolitu) byly smíseny se zeminou (hnědozem z lokality Praha-Ruzyně) tak, aby dávka dusíku činila 300 mg $\text{NH}_4^+\text{-N.kg}^{-1}$ suché zeminy. Pro srovnání byla sledována varianta, u které byl do zeminy přidán krystalický síran amonný a kontrolní varianta bez přidavku hnojiva. Z nádob byly odebrány vzorky půdního roztoku, v nichž byly stanoveny koncentrace NH_4^+ , NO_3^- , K^+ , Na^+ , Ca^{2+} a Mg^{2+} . V důsledku iontově-výměnných reakcí mezi zeolity a půdním roztokem došlo k poměrně rychlému uvolnění amonných iontů do půdního roztoku a jejich následné nitrifikaci, takže počáteční relativně vysoké obsahy amonného dusíku v půdním roztoku (40 až 70 mg $\text{NH}_4^+\text{-N.l}^{-1}$) začaly po pěti až sedmi dnech rychle klesat a po 20 až 25 dnech již nebyly ionty NH_4^+ v půdním roztoku zjištěny. Tento trend byl shodný u variant s přidavkem zeolitů obohacených ionty NH_4^+ , jakož i u varianty, kde byl do půdy přidán síran amonný. Vliv přidavku zeolitů v půdě se neprojevil ani po opakované aplikaci amonného dusíku do půdy ve formě roztoku síranu amonného.

zeolity; iontová výměna; půdní roztok

ÚVOD

Zeolity jsou hliníto-křemičitanové minerály se specifickou krystalovou strukturou, která předurčuje i jejich fyzikálně-chemické vlastnosti. Zeolity jsou proto schopny dobře vázat různé ionty v důsledku iontově-výměnných reakcí, adsorpce apod. Aplikace zeolitů do půdy může zlepšovat některé její fyzikálně-chemické vlastnosti jako pH, kapilární vodní kapacitu nebo ka-

tiontově-výměnnou kapacitu (Králová et al., 1994). Přírodní zeolity (např. klinoptilolit nebo phillipsit) velmi dobře vážou amonné ionty, čehož lze využít při čištění odpadních vod (Ciambelli et al., 1988; Collera, Aiello, 1988; Hagiwara, Uchida, 1978). Existují i synteticky připravené zeolity, avšak jejich cena je ve srovnání s přírodními zeolity poměrně vysoká. Cenově srovnatelné syntetické zeolity lze vyrobit hydrotermální alterací z popelovin (Ko-

loušek et al., 1990). Takto připravený zeolit typu phillipsitu byl přibližně 2,5krát účinnější při odstraňování amonných iontů z vodných roztoků ve srovnání s přírodním klinoptilolitem (Kovanda et al., 1994).

Zeolity obohacené amonnými ionty, např. po použití v procesech čištění odpadních vod, by mohly být využity v zemědělské výrobě jako levný zdroj dusíku. Amonné ionty mohou totiž být ze zeolitu následně uvolněny v důsledku iontově-výměnných reakcí po aplikaci do půdy. V této souvislosti se o zeolitech s nasorbovanými živinami často hovoří jako o zdrojích s pozvolným uvolňováním živin, především v různých propagačních a reklamních materiálech. V různých pracích byl sledován proces uvolňování amonného dusíku, popřípadě i jiných živin sorbovaných v zeolitech (Lewis et al., 1984; Pirela et al., 1984; Weber et al., 1984; Sopková et al., 1993). Ve VÚRV v Praze-Ružyni proběhly maloparcelkové pokusy se zaměřením na působení přídatků zeolitu obohaceného amonným dusíkem v půdě, avšak předpokládaný efekt pozvolného uvolňování amonných iontů do půdy se nepodařilo prokázat. Uvolňování amonných iontů do půdy je zřejmě ovlivněno kinetikou iontově-výměnných reakcí mezi zeolitem a půdním roztokem a rovněž podmínkami, v nichž je dosaženo dynamické rovnováhy v půdním systému. V této práci jsou popsány výsledky nádobových pokusů, které si klady za cíl alespoň zčásti odpovědět na otázku, jaké procesy nastávají v půdě po aplikaci zeolitu obohaceného amonnými ionty a jak rychlé tyto procesy jsou.

MATERIÁL A METODA

Příprava zeolitů

Syntetický zeolit P_c byl vyroben hydrotermální alterací elektrárenského popílku vzniklého spálením hnědého uhlí. Syntéza probíhala v relativně koncentrovaném roztoku hydroxidu sodného, přičemž i po promytí byl produkt značně alkalický (hodnota pH vodného extraktu byla rovna 12), proto byl zeolit promyt zředěnou kyselinou chlorovodíkovou a pak destilovanou vodou. Hodnota pH vodného extraktu byla takto snížena na pH 6. Potom byl zeolit po dobu 24 h míchán s roztokem chloridu amonného o koncentraci 5 mol.l⁻¹, následně odfiltrován a promyt destilovanou vodou. Tento postup byl opakován šestkrát, aby bylo docíleno maximálního obohacení zeolitu ionty NH₄⁺. Destilací vzorku obohaceného zeolitu s roztokem hydroxidu sodného byl zjištěn obsah 54 mg NH₄⁺-N.g⁻¹ suchého vzorku. Určitý podíl amonných iontů byl zjištěn ve vodném extraktu připraveném v poměru 1 díl zeolitu ku 10 dílům destilované vody (2 mg NH₄⁺-N.g⁻¹ suchého vzorku).

Obdobným způsobem byl amonnými ionty obohacen i přírodní klinoptilolit těžný na východním Slovensku v lokalitě Nižný Hrabovec. Destilací obohaceného vzorku s roztokem hydroxidu sodného byl zjištěn obsah 12 mg NH₄⁺-N.g⁻¹ suchého vzorku.

Stanovení rovnovážných podmínek iontově-výměnných reakcí

Po aplikaci zeolitu obohaceného amonnými ionty do půdy může dojít k řadě paralelně probíhajících výměnných reakcí s ionty přítomnými v půdním roztoku. Proto byly za definovaných podmínek (teplota a složení roztoku) proměřeny průběhy reakcí mezi zeolitem s nasorbovanými ionty NH₄⁺ a roztoky kationtů, které se ve významných koncentracích nacházejí v půdním roztoku, konkrétně K⁺, Na⁺, Ca²⁺ a Mg²⁺. Z dusičnanů uvedených kovů čistoty p. a. a redestilované vody byly připraveny roztoky jednotlivých kationtů o těchto počátečních koncentracích: 50 mg K.l⁻¹, 60 mg Na.l⁻¹, 190 mg Ca.l⁻¹ a 50 mg Mg.l⁻¹. Ionově-výměnné reakce probíhaly za izotermních podmínek ve vsádkovém uspořádání. Směs roztoku a zeolitu byla třepána v plastových nádobách za konstantní teploty po dobu dostatečnou k ustavení rovnovážného stavu. Měření byla provedena při teplotách 0, 10 a 22 °C. Navážky zeolitů byly voleny tak, aby výsledné koncentrace kovového kationtu v roztoku obsáhly koncentrační rozmezí, v nichž se tyto kationty obvykle nalézají ve skutečném půdním roztoku. Dosažené rovnovážné koncentrace se pohybovaly přibližně v těchto rozmezích: 5 až 50 mg K.l⁻¹, 20 až 40 mg Na.l⁻¹, 20 až 150 mg Ca.l⁻¹ a 20 až 50 mg Mg.l⁻¹. Zároveň byla v roztocích měřena i koncentrace amonných iontů. Doby potřebné k ustavení rovnováhy byly stanoveny experimentálně. V případě syntetického zeolitu P_c se koncentrace v roztocích jednomocných kationtů (K⁺ a Na⁺) ustálily již po 48 h a v roztocích dvojmocných kationtů (Ca²⁺ a Mg²⁺) po 96 h. V případě přírodního klinoptilolitu byly doby potřebné k ustavení rovnováhy přibližně dvakrát delší. Při prováděných experimentálních měřeních byly uvedené reakční doby ještě prodlouženy o dalších 24 až 48 h. Koncentrace K⁺, Na⁺, Ca²⁺ a Mg²⁺ v roztocích byly stanoveny pomocí AAS a koncentrace NH₄⁺ byly stanoveny metodou FIA.

Nádobové pokusy

Nádobové pokusy probíhaly za laboratorních podmínek a byly sledovány změny koncentrací vybraných iontů v půdním roztoku, ke kterým docházelo po přidání zeolitu obohaceného amonnými ionty do půdy. K experimentům byla použita hnědozem z lokality Praha-Ružyně [pH = 6,9, obsah humusu 1,86 %, obsah N 0,18 %, obsah přijatelných živin podle metody Mehlich II (v mg.kg⁻¹): P 30, K 141, Ca 3 576, Mg 150, Na 12]. Do Mitscherlichových nádob bylo nasypáno 5 kg suché zeminy promísené s hnojivem. Dávka aplikovaného dusíku činila 1,5 g na nádobu, tedy 300 mg NH₄⁺-N.kg⁻¹ suché zeminy. Společně byly sledovány čtyři varianty pokusu: 1) zemina smíšená s krystalickým síranem amonným, 2) zemina smíšená se syntetickým zeolitem P_c s nasorbovaným NH₄⁺-N, 3) zemina smíšená s přírodním klinoptilolitem s nasorbovaným NH₄⁺-N a 4) kontrolní varianta bez přídatku dusíkatého hnojiva. Každá va-

rianta byla sledována ve třech opakováních. Aby bylo omezeno vypařování vody z nádob, byla půda převrstvena 5 cm silnou vrstvou promytého hrubozrnného křemičitého písku. Všechny nádoby byly zváženy a pak bylo do každé nádoby aplikováno 800 ml destilované vody. První vzorky půdního roztoku byly odebrány po 24 h, další vzorky pak byly odbírány v tří- až čtyřdenních intervalech. Před každým odběrem vzorku byly nádoby zváženy, aby bylo možno korigovat naměřené koncentrace iontů v půdním roztoku vzhledem ke změně množství vody v nádobách. Ztráty vody způsobené odpařováním byly průběžně doplňovány destilovanou vodou. Vzorky půdního roztoku byly odbírány přímo z nádob pomocí zařízení Rhizon Soil Moisture Samplers. Ve vzorcích byly metodou FIA stanoveny koncentrace $\text{NH}_4^+\text{-N}$ a $\text{NO}_3^+\text{-N}$. Dále byly ve vzorcích metodou AAS stanoveny koncentrace K^+ , Na^+ , Ca^{2+} a Mg^{2+} .

VÝSLEDKY A DISKUSE

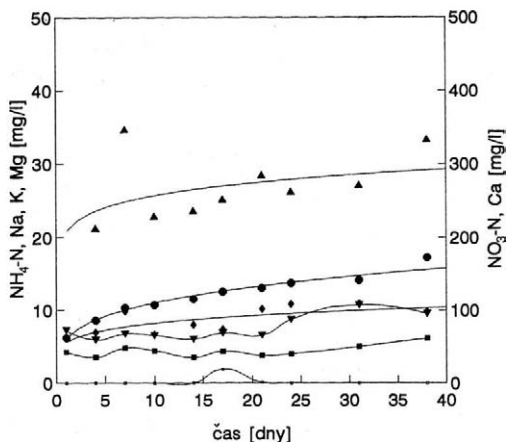
Studiem iontově-výměnných reakcí mezi zeolitem obohaceným amonnými ionty a vodnými roztoky kationtů (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} a Mg^{2+}) bylo zjištěno, že v uzavřeném systému dojde k ustavení rovnováhy dříve, než byly vyměněny všechny amonné ionty původně přítomné v zeolitu. Další výměna je teoreticky možná, protože v roztoku je stále přítomno dostatečné množství kovových kationtů. V přítomnosti draselných nebo vápenatých iontů v roztoku bylo vyměněno 70 až 80 % z celkového obsahu amonných iontů v zeolitu. V roztoku sodných iontů bylo takto vyměněno necelých 60 % a v roztoku hořečnatých iontů jen asi 50 % přítomných amonných iontů (Kusá, 1994). Z hlediska rozsahu uskutečněné výměny vyplynuly z daných experimentálních podmínek pro sledované ionty tyto preference: $\text{Ca}^{2+} > \text{K}^+ > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+}$ pro syntetický zeolit P_c a $\text{K}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+}$ pro přírodní klinoptilolit.

Z rovnovážných izoterem iontově-výměnných reakcí naměřených při teplotách 0 až 22 °C (tj. za obvyklých klimatických podmínek) v oblasti koncentrací, v nichž jsou jmenované kationty většinou nalézány v půdních roztocích, vyplynuly tyto poznatky: Za uvedených podmínek je preferována iontová výměna $\text{NH}_4^+\text{-Ca}$ a do jisté míry i $\text{NH}_4^+\text{-K}$, tzn. jak syntetický zeolit P_c , tak přírodní klinoptilolit jsou v amonné formě selektivní k vápenatým nebo draselným iontům. V důsledku výměnných reakcí s ionty Ca^{2+} a K^+ lze předpokládat postupné uvolnění veškerých amonných iontů přítomných v zeolitu do půdního roztoku. Vzhledem k poměrně krátké době, za kterou se ustavuje rovnováha v uzavřeném systému (několik desítek hodin), je tento proces pravděpodobně dosti rychlý. Iontová výměna $\text{NH}_4^+\text{-Na}$ probíhá dosti omezeně a oba zeolity vykazovaly k sodným iontům zápornou selektivitu. Změnou teploty došlo ve všech případech k mírnému posunu izoterem, avšak ke změně selektivity zeolitů

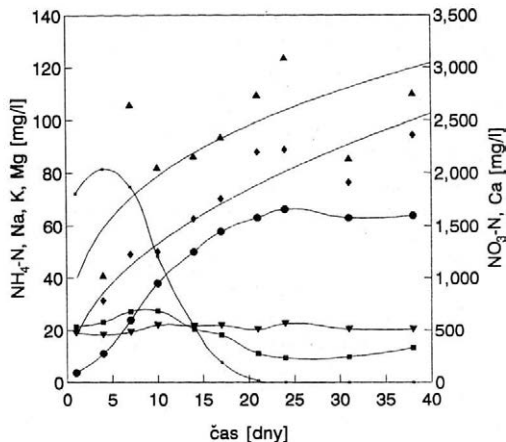
k uvedeným iontům nedošlo. Ionty Mg^{2+} byly vyměňovány za amonné ionty pouze ve velmi omezené míře a jejich podíl v pevné fázi za daných experimentálních podmínek zřídka přesáhl 30 %. Úbytek koncentrace hořečnatých iontů v roztoku rovněž málo závisel na množství zeolitu v reakční směsi. Vzhledem k relativně úzkému koncentračnímu rozmezí, v nichž byla experimentální data měřena, je matematický popis získaných izoterem dosti problematický a nebyl proto v této fázi prací proveden.

Na obr. 1 až 4 jsou znázorněny změny koncentrací $\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NO}_3^+\text{-N}$, K^+ , Na^+ , Ca^{2+} a Mg^{2+} v půdním roztoku, zjištěné během nádobových pokusů v jednotlivých experimentálních variantách. Nulové nebo velmi malé množství amonného dusíku bylo zjištěno v půdním roztoku u kontrolní varianty (obr. 1). Obsah nitrátového dusíku postupně vzrůstal, pravděpodobně v důsledku mineralizace půdní organické hmoty a následné nitrifikace. Obsah sodných a draselných iontů v půdním roztoku se měnil velmi málo a zůstal prakticky konstantní. Naproti tomu je patrný postupný vzrůst koncentrací vápenatých a hořečnatých iontů, který odpovídá nárůstu koncentrace nitrátových iontů. Pokud byl do půdy přidán krystalický síran amonný (obr. 2), byly na začátku experimentu zjištěny v půdním roztoku vysoké koncentrace amonného dusíku (70 až 80 mg $\text{NH}_4^+\text{-N l}^{-1}$), zřejmě v důsledku rozpuštění síranu amonného v půdní vodě. Po pěti až sedmi dnech však začala koncentrace amonného dusíku v půdním roztoku rychle klesat a po 20 dnech již byla nulová. Pokles koncentrace amonných iontů byl doprovázen prudkým vzrůstem koncentrace nitrátového dusíku, zřejmě v důsledku průběhu nitrifikačních procesů v půdě. Vzrůst koncentrace nitrátových iontů byl opět následován nárůstem koncentrací vápenatých a hořečnatých iontů v půdním roztoku. Tyto koncentrace dosáhly několikanásobně vyšších hodnot ve srovnání s kontrolní variantou. Obsah sodných iontů v půdním roztoku zůstal prakticky konstantní, obsah draselných iontů nejprve mírně vzrostl a pak postupně klesal, až se ustálil na konstantní hladině.

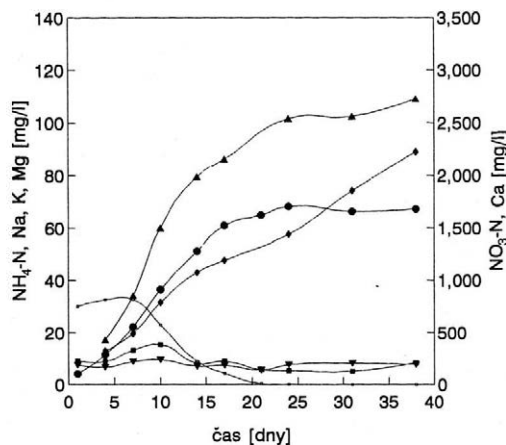
Koncentrační změny u variant s přírodním klinoptilitem (obr. 3) i syntetickým zeolitem P_c (obr. 4) s nasorbovanými amonnými ionty vykazovaly stejné tendence jako u varianty s krystalickým síranem amonným. Relativně vysoké hladiny amonného dusíku na počátku pokusu (prvních pět až sedm dní) lze vysvětlit rychlým uvolněním iontů NH_4^+ do roztoku v důsledku iontově-výměnných reakcí s Ca^{2+} a K^+ . Poté pravděpodobně nastává nitrifikace uvolněných amonných iontů a rychlý pokles jejich koncentrace v půdním roztoku. Na rozdíl od jiných variant došlo v případě varianty se syntetickým zeolitem P_c na počátku pokusu ke zvýšení koncentrace sodných iontů v půdním roztoku. Nezávislými experimenty bylo zjištěno, že i po opakované iontové výměně $\text{NH}_4^+\text{-Na}^+$ v dosti koncentrovaném roztoku chloridu amonného (5 mol. l^{-1}) neproběhla iontově-výměnná reakce úplně a část sodných iontů (cca 10 %) zůstala v zeolitu. Tyto zbylé sodné ionty se pak účastní



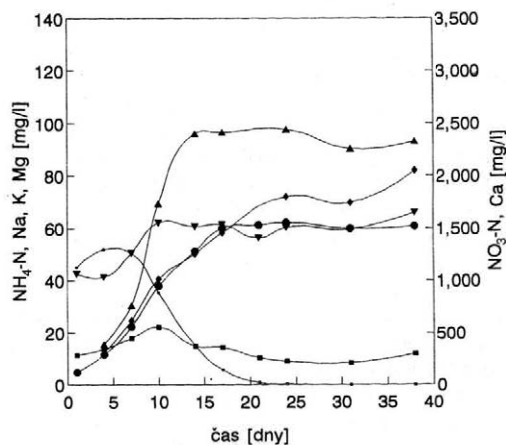
1. Změny koncentrací iontů v půdním roztoku; kontrolní varianta bez přidavku $\text{NH}_4^+\text{-N}$ – Changes in ion concentration in soil solution; control treatment without addition of $\text{NH}_4^+\text{-N}$



2. Změny koncentrací iontů v půdním roztoku; varianta s přidavkem krystalického síranu amonného ($300 \text{ mg NH}_4^+\text{-N.kg}^{-1}$ suché zeminy) – Changes in ion concentration in soil solution; treatment with addition of crystalline ammonium sulphate ($300 \text{ mg NH}_4^+\text{-N.kg}^{-1}$ of dry soil)



3. Změny koncentrací iontů v půdním roztoku; varianta s přidavkem přírodního klinoptilolitu s nasorbovanými amonnými ionty ($300 \text{ mg NH}_4^+\text{-N.kg}^{-1}$ suché zeminy) – Changes in ion concentration in soil solution; treatment with addition of natural clinoptilolite with adsorbed ammonium ions ($300 \text{ mg of NH}_4^+\text{-N.kg}^{-1}$ of dry soil)



4. Změny koncentrací iontů v půdním roztoku; varianta s přidavkem syntetického zeolitu P_6 s nasorbovanými amonnými ionty ($300 \text{ mg NH}_4^+\text{-N.kg}^{-1}$ suché zeminy) – Changes in ion concentration in soil solution; treatment with addition of synthetic zeolite P_6 with adsorbed ammonium ions ($300 \text{ mg of NH}_4^+\text{-N.kg}^{-1}$ of dry soil)

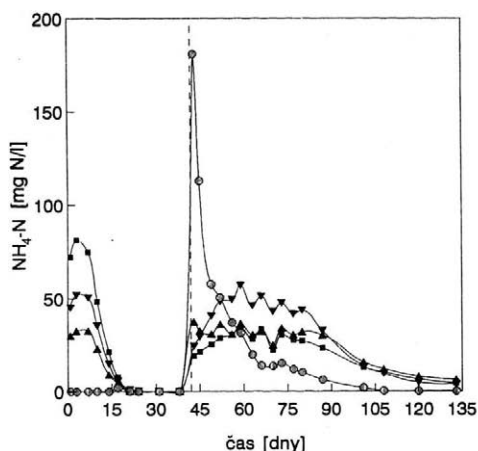
osa x: čas (dny) – x axis: time (days)

$\blacktriangle$ $\text{NH}_4^+\text{-N}$ $\blacklozenge$ K
 $\bullet$ $\text{NO}_3^-\text{-N}$ $\blacktriangleright$ Ca
 $\blacksquare$ Na $\blacktimes$ Mg

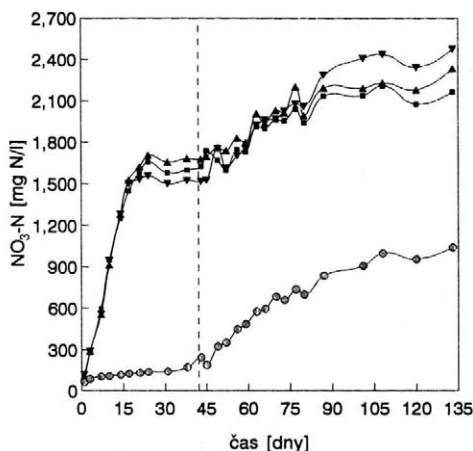
iontově-výměnných reakcí společně s amonnými ionty po aplikaci zeolitu do půdy, což mělo za následek vzrůst jejich koncentrace v půdním roztoku. Po několika dnech zřejmě došlo k ustavení rovnovážného stavu, protože koncentrace sodných iontů v půdním roztoku se již dále neměnila.

Po 20 až 25 dnech od začátku experimentu již v žádné z variant nebyly v půdním roztoku zjištěny amonné

ionty a hladina nitrátového dusíku rovněž u všech variant zůstávala prakticky konstantní. Po 42 dnech od začátku experimentu bylo do všech nádob (včetně kontrolní varianty) přidáno $1,5 \text{ g NH}_4^+\text{-N}$ ve formě roztoku síranu amonného. Změny koncentrace amonného dusíku v půdním roztoku u jednotlivých variant jsou znázorněny na obr. 5. Velmi výrazný byl vzrůst koncentrace amonného dusíku u kontrolní varianty, následovaný



5. Změny koncentrace amonného dusíku v půdním roztoku v jednotlivých experimentálních variantách; po 42 dnech byla aplikována nová dávka dusíku ($300 \text{ mg NH}_4^+\text{-N.kg}^{-1}$ suché zeminy) ve formě roztoku síranu amonného – Changes in ammonium nitrogen in soil solution in different experimental treatments; after 42 days new nitrogen rate was applied ($300 \text{ mg of NH}_4^+\text{-N.kg}^{-1}$ of dry soil) in the form of ammonium sulphate



6. Změny koncentrace nitrátového dusíku v půdním roztoku v jednotlivých experimentálních variantách; po 42 dnech byla aplikována nová dávka dusíku ($300 \text{ mg NH}_4^+\text{-N.kg}^{-1}$ suché zeminy) ve formě roztoku síranu amonného – Changes in nitrate nitrogen in soil solution in different experimental treatments; after 42 days new nitrogen rate was applied ($300 \text{ mg of NH}_4^+\text{-N.kg}^{-1}$ of dry soil) in the form of ammonium sulphate

osa x: čas (dny) – x axis: time (days)

■ sírán amonný – ammonium sulfate
▲ klinoptilolit – clinoptilolite

▼ zeolit P_c – zeolite P_c
● kontrola – control

však velmi rychlým poklesem na hodnoty srovnatelné s ostatními variantami a postupným vymizením amonných iontů z půdního roztoku. U ostatních variant došlo rovněž k prudkému vzrůstu koncentrace amonných iontů v půdním roztoku, pak se jejich koncentrace po dobu asi 40 dnů měnila velmi málo a teprve potom začala postupně klesat. Související změny koncentrace nitrátového dusíku v půdním roztoku jsou znázorněny na obr. 6, z něhož je patrné, že po aplikaci nové dávky dusíku došlo u všech variant k postupnému narůstání koncentrace nitrátového dusíku v půdním roztoku. Ze závislostí uvedených na obr. 5 a 6 nelze vysledovat žádný výrazný vliv přidávaných zeolitů na hladinu dusíku v půdním roztoku po opakované aplikaci amonného dusíku do půdy. Koncentrace jednomocných kationtů (K^+ a Na^+) se i po přidavku amonného dusíku měnily jen velmi málo. Koncentrace dvojmocných kationtů (Ca^{2+} a Mg^{2+}) v půdním roztoku postupně vzrůstaly a lze vysledovat jistý vztah tohoto děje k již zmíněnému vzrůstu koncentrace iontů NO_3^- .

Po celkem 133 dnech byl experiment ukončen. Z nádob byly odebrány vzorky zeminy, v nichž byly stanoveny obsahy $\text{NH}_4^+\text{-N}$ a $\text{NO}_3^+\text{-N}$ (po extrakci vzorku zeminy v 1% K_2SO_4 v poměru 1 : 5), dále byly stanoveny hodnoty pH půdy, její kapilární vodní kapacita a kationtově-výměnná kapacita (Králová et al., 1990). V rámci stanovení kationtově-výměnné kapacity byly ve vzorcích zeminy stanoveny i obsahy uvolnitelných

kationtů K^+ , Na^+ , Ca^{2+} a Mg^{2+} (Matula, Pírk, 1988). Výsledky stanovení jsou shrnuty v tab. I. Z hodnot uvedených v tab. I je patrné, že přidavek zeolitu v půdě zvýšil její kationtově-výměnnou kapacitu. U variant se zeolity se zvýšilo množství vyměněných vápenatých iontů, v případě klinoptilolitu i množství vyměněných draselných iontů ve srovnání s ostatními variantami. Lze předpokládat, že v důsledku iontové výměny s těmito kationty došlo k uvolnění původně vázaných amonných iontů ze zeolitu do půdního roztoku. U varianty se syntetickým zeolitem P_c bylo zjištěno i zvýšené množství uvolněných sodných iontů. V ostatních měřených veličinách nejsou patrné výraznější rozdíly mezi jednotlivými experimentálními variantami.

ZÁVĚR

Po aplikaci zeolitu s nasorbvanými ionty NH_4^+ do půdy dochází k poměrně rychlé iontové-výměnné reakci mezi amonnými ionty vázanými v zeolitu a kationty přítomnými v půdním roztoku, především Ca^{2+} a K^+ . Z tohoto důvodu se během experimentů neprojevil vliv zeolitu jako faktoru významně zpomalujícího uvolňování amonného dusíku do půdy. Považovat zeolity obohacené amonným dusíkem za zdroj s pozvolným uvolňováním živin je proto dosti diskutabilní.

Vzorek ¹	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	WHC [obj. %]	KVK [mmol.kg ⁻¹]	Sušina ² [hmotn. %]	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
Ko	6,71	6,74	21,27	169,0	97,13	15,46	267,7	170,8	15,3	1 334	78,1
SA	6,22	5,90	21,93	181,0	97,07	56,80	479,4	159,9	9,1	1 323	88,3
KI	6,44	6,28	21,79	211,9	96,71	55,19	480,7	297,9	18,8	1 742	92,6
P _c	6,39	6,14	22,59	190,5	96,91	30,06	496,9	153,8	39,6	1 921	89,3

Hodnoty koncentrací jsou uvedeny v mg.kg⁻¹ suché zeminy – Values of concentrations are in mg.kg⁻¹ of dry soil

WHC – kapilární vodní kapacita – water holding capacity

KVK – kationtově-výměnná kapacita – cation exchange capacity

Ko – kontrolní varianta – control treatment

SA – varianta se síranem amonným – treatment with ammonium sulphate

KI – varianta s přírodním klinoptilolitem s nasorbvaným NH₄⁺-N – treatment with natural clinoptilolite with absorbed NH₄⁺-N

P_c – varianta se syntetickým zeolitem P_c s nasorbvaným NH₄⁺-N – treatment with synthetic zeolite P_c with absorbed NH₄⁺-N

¹sample, ²dry matter

LITERATURA

CIAMBELLI, P. – CORBO, P. – LIBERTI, L. – LOPEZ, A.: Ammonium recovery from urban sewage by natural zeolites. In: KALLÓ, D. – SHERRY, H. S. (eds): Occurrence, properties and utilization of natural zeolites. Budapest, Hungary, Akadémiai Kiadó 1988: 501–510.

COLLELA, C. – AIELLO, R.: Ammonium removal from tannery sewages by selective ion exchange using natural phillipsite. In: KALLÓ, D. – SHERRY, H. S. (eds): Occurrence, properties and utilization of natural zeolites. Budapest, Hungary, Akadémiai Kiadó 1988: 491–500.

HAGIWARA, Z. – UCHIDA, M.: Ion-exchange reactions of processed zeolite and its application to the removal of ammonia-nitrogen in wastes. In: SAND, L. B. – MUMPTON, F. A. (eds): Natural zeolites: Occurrence, properties, use. New York, Pergamon Press 1978: 463–470.

KOLOUŠEK, D. – PROCHÁZKOVÁ, E. – SEIDL, V. – ŠMEJKALOVÁ, M.: Způsob přípravy zeolitů. Czech Patent Application No 04530-90R, C-01-B-33/34, 1990.

KOVANDA, F. – KOLOUŠEK, D. – SEIDL, V. – PROCHÁZKOVÁ, E. – OBŠASNÍKOVÁ, J.: Utilization of synthetic phillipsite as a means for decreasing the concentration of ammonium ions in waste water. *Ceramics – Silikáty*, 38, 1994: 75–79.

KRÁLOVÁ, M. et al.: Vybrané metody chemické analýzy půd a rostlin. Praha, Academia 1990.

KRÁLOVÁ, M. – HROZINKOVÁ, A. – RŮŽEK, P. – KOVANDA, F. – KOLOUŠEK, D.: Synthetic and natural zeolites affecting the physical-chemical soil properties. *Rostl. Vyr.*, 40, 1994 (2): 131–141.

KUSÁ, H.: Ionově-výměnné schopnosti zeolitů syntetizovaných z popelů. [Diplomová práce.] Praha, 1994. – VŠCHT. LEWIS, M. D. – MOORE, F. D. – GOLDSBERY, K. L.: Ammonium-exchanged clinoptilolite and granulated clinoptilolite with urea as nitrogen fertilizers. In: POND, W. G. – MUMPTON, F. A. (eds): Zeo-agriculture: use of natural zeolites in agriculture and aquaculture. Boulder, Colorado, Westview Press 1984: 105–111.

MATULA, J. – PIRKL, J.: Vyluhovací roztok pro stanovení draslíku, hořčíku, vápníku, sodíku, manganu a rostlinám dostupného fosforu v půdě a hodnoty kationtové výměnné kapacity. AO č. 272804, Praha, Úřad pro vynálezy a objevy, 1988.

PIRELA, H. J. – WESTFALL, D. G. – BARBARICK, K. A.: Use of clinoptilolite in combination with nitrogen fertilization to increase plant growth. In: POND, W. G. – MUMPTON, F. A. (eds): Zeo-agriculture: use of natural zeolites in agriculture and aquaculture. Boulder, Colorado, Westview Press 1984: 113.

SOPKOVÁ, A. – BUBANEC, J. – ČERNAJ, P. – ŠINGLIAR, M. – MONDÍK, P. – BUDINSKÁ, V.: Hnojivá s vyšší účinností využívající přírodní zeolity. *Chem. Prům.*, 43, 1993 (68): 145–149.

WEBER, M. A. – BARBARICK, K. A. – WESTFALL, D. G.: Application of clinoptilolite to soil amended with municipal sewage sludge. In: POND, W. G. – MUMPTON, F. A. (eds): Zeo-agriculture: use of natural zeolites in agriculture and aquaculture. Boulder, Colorado, Westview Press 1984: 263–271.

Došlo 16. 5. 1995

Kontaktní adresa:

Ing. František Kovanda, Vysoká škola chemicko-technologická, Ústav chemie pevných látek, Technická 5, 166 28 Praha 6-Dejvice, Česká republika, tel.: 02/24 35 40 87, fax: 02/24 31 10 82

ZMENY PÔDNEJ REAKCIE A OBSAHU AKTÍVNEHO HLINÍKA VYVOLANÉ SIMULÁCIOU KYSLÝCH ZRÁŽOK

CHANGES IN SOIL REACTION AND ACTIVE ALUMINIUM CONTENT INDUCED BY SIMULATION OF ACID PRECIPITATION

J. Makovníková, R. Kanianska

Research Institute of Soil Fertility, Banská Bystrica, Slovak Republic

ABSTRACT: Changes in soil reaction and active Al content induced by simulation of acid precipitation were studied in the model vegetation trial with grown plant of spring barley. Six different soil textures were used as a material: typical chernozem ČMm, typical fluvisol FMm, typical pseudo-gleyic PGm, typical saturated cambisol KMmⁿ, typical acid cambisol KMm^a, typical podzol PZm. Three treatments in two replications were applied in the trial (treatment 1: soil sample, plant, watering – distilled water of pH 5.4; treatment 2: soil sample, plant, watering – acid solution of pH 2.5; treatment 3: soil sample, watering – acid solution of pH 2.5). Soil samples were taken and analyzed four times in the course of the trial. The results obtained show that simulated acid load resulted in significant changes in the values of soil reaction and in active Al content in all six soil types and all three treatments. While in the control treatment with watering of distilled water pH increased on soils PGm, FMm and KMmⁿ, it fell on soils ČMm, KMm^a and PZm (Fig. 1), pH fell on all six soil types in treatments 2 and 3 due to acid watering (Figs 2, 3). The greatest reduction of pH value was recorded on oligobasic soil types of very weak buffering capacity (Fig. 4), in treatment 2 on PZm it was $-62,847 \cdot 10^{-9} [H^+]$, and in treatment 3 on KMmⁿ it was $-56,930 \cdot 10^{-9} [H^+]$. Mesobasic soil types FMm and KMmⁿ resist better to acid load (Tab. I). Minimum changes in pH values were recorded with eubasic ČMm in all three treatments; pH curves in ČMm oscillated in the course of the whole experiment close to the average pH value without lasting changes (Figs 1 to 3). The effect of spring barley was manifested in ČMm, PGm, KMmⁿ and KMm^a as a buffering reduction in pH value. When a plant was present, pH fell more, compared with treatment 3 without plant. Active Al content measured by the method after Sokolov on three soil types PGm, KMm^a and PZm (Figs 5 to 7), increased in all three treatments during the trial. Active Al content decreased only on PZm in treatment 3. This reduction as well as total pattern of changes in the active Al content in most cases confirms its negative correlation with pH (Tab. II). The content of active Al was significantly higher in treatments when watering was applied, compared with treatment 1, when distilled water was used for watering.

acid precipitation; change in soil reaction (pH); active Al; change in active Al content

ABSTRAKT: Na modelovom vegetačnom pokuse sme sledovali zmeny pôdnej reakcie a obsahu aktívneho Al na šiestich typoch pôd, vyvolané simuláciou kyslých zrážok. Kyslá zálievka, roztok s pH 2,5 (zmes destilovanej vody, kyseliny sírovej a dusíčnej) spôsobila najväčšie zníženie pôdnej reakcie na oligobázických pôdnych typoch o $-62\,847 \cdot 10^{-9} [H^+]$ na PZm (podzol typický) a o $-56\,930 \cdot 10^{-9} [H^+]$ na KMm^a (kambizem typická kyslá). Výrazne nižší pokles pôdnej reakcie sme zaznamenali na mezobázických pôdnych typoch FMm (fluvisem typická nasýtená) a KMmⁿ (kambizem typická nasýtená) s dobrou pufrovacou schopnosťou. Najväčšiu rezistenciu voči zakysleniu kyslými zrážkami prejavila ČMm (černozem typická). Na ČMm, PGm (pseudoglej typický nenásýtený), KMmⁿ (kambizem typická nasýtená) a KMm^a sa prejavil vplyv rastliny (jarného jačmeňa) ako tlmiaci pokles pH. Vo väčšine prípadov sa potvrdila záporná korelácia medzi pH a obsahom aktívneho Al v pôde, stanoveného (s ohľadom na pH) na PGm, KMm^a a PZm. Aplikovaná kyslá zálievka spôsobila nielen pokles pôdnej reakcie, ale zároveň došlo jej vplyvom k prudkému nárastu obsahu aktívneho Al na PGm, KMm^a a PZm, čoho následkom môže byť až jeho toxická koncentrácia, nebezpečná pre rastliny a následne i pre ľudí.

kyslé zrážky; zmena pôdnej reakcie (pH); aktívny Al; zmena obsahu aktívneho Al

ÚVOD

Medzi významné faktory ovplyvňujúce kvalitu životného prostredia zaraďujeme kyslé zrážky. Podľa výsledkov meraní EMEP (Environmental Monitoring and

Evaluation Program) sa SR nachádza na juhovýchodnom okraji v oblasti s najväčším regionálnym znečistením ovzdušia a kyslosťou zrážkových vôd v Európe (Mitošinková, 1993). Vplyv kyslých zrážok na rôzne typy pôd sa v literatúre opisuje rôzne, čo núti

k riešeniu tohto problému osobitne na každom území, ktoré je pod ich vplyvom (Grišina, Baranova, 1990). Simulovaním kyslej záťaže na modelovom vegetačnom pokuse sme sledovali zmeny pôdnej reakcie a obsahu aktívneho Al na šiestich pôdnych typoch.

MATERIÁL A METÓDA

Ako materiál sme použili šesť typov pôd s rozpätím pH/CaCl₂ od 4,43 do 7,70, ktoré podľa kritérií acidity pôdneho profilu a nasýtenosti sorpčného komplexu (Němček, Hraško, 1981) zaraďujeme medzi: eubázické pôdy:

- černozem typická ČMm
- mezobázické pôdy:
 - fluvizem typická FMm
 - kambizem typická nasýtená KMmⁿ
- oligobázické pôdy:
 - pseudoglej typický nenасыtený PGm
 - kambizem typická kyslá KMm^a
 - podzol typický PZm

Vzorky pôd sme odobrali z prvého horizontu. Ako pokusnú rastlinu sme si zvolili jarný jačmeň. Zhomogenizované pôdne vzorky o hmotnosti 3 až 4 kg sme dali do plastových nádob o objeme 4 dm³. Zvolili sme tri varianty s dvoma opakovaniami:

1. variant:
 - pôdna vzorka, rastlina (20 rastlín v nádobe)
 - zálievka – destilovaná voda s pH 5,4
2. variant:
 - pôdna vzorka, rastlina (20 rastlín v nádobe)
 - zálievka – kyslý roztok s pH 2,5
3. variant:
 - pôdna vzorka
 - zálievka – kyslý roztok s pH 2,5

Zálievku sme aplikovali trikrát týždenne po 200 ml (vypočítané z ročného úhrnu zrážok 600 ml). Kyslý roztok s pH 2,5 sme použili na simuláciu kyslých zrážok. Bol pripravený ako zmes destilovanej vody, kyseliny sírovej a kyseliny dusičnej. V prepočte tri mesiace zalievania roztokom s pH 2,5 sa vyrovnajú (kyslou záťažou) zrážkam s pH 4,4 počas 19 rokov (vypočítané podľa ročného váženého priemeru zrážok na území SR za rok 1989, Mitošinková, 1993). Vegetačný pokus trval 88 dní, prvý odber sme urobili s odberom pôdnych vzoriek, druhý odber na 38. deň, tretí odber na 63. deň a štvrtý na 88. deň pokusu. Pôdne vzorky boli vysušené na vzduchu, zhomogenizované, preosiate cez sito 2 mm. Vo vzorkách sme stanovili pH/CaCl₂, pufrovitosť a obsah aktívneho Al metódou podľa Sokolova (Hanes, 1988).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Dosiahnuté výsledky ukazujú, že simulovaná kyslá záťaž spôsobila výrazné zmeny v hodnotách pôdnej reakcie (tab. I, obr. 1 až 3) i v obsahu aktívneho Al

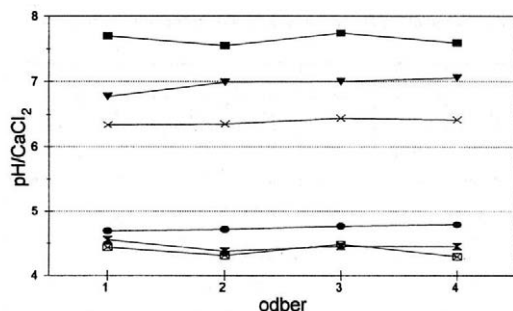
v pôde (obr. 5 až 7). Zmeny sa prejavili na všetkých troch variantoch. Pri porovnávaní zmien pH vidíme rozdiely medzi variantami 2 a 3, kde sme aplikovali kyslý roztok, a kontrolným variantom 1 so zálievkou destilovanou vodou. Na kontrolnom variante 1 sme na troch pôdnych typoch PGm, FMm a KMmⁿ zaznamenali nárast a na troch pôdnych typoch ČMm, KMm^a a PZm pokles pH (obr. 1). Vychádzajúc z predpokladu, že rozpustnosť vápenatých zlúčenín sa zvyšuje s poklesom pH (Bolt, Bruggenwert, 1978), usudzujeme, že mierne zakyslenie destilovanou vodou na pôdach PGm, FMm a KMmⁿ spôsobilo zvýšenie rozpustnosti prítomných vápenatých zlúčenín, dôsledkom čoho bolo uvoľnenie Ca²⁺ a následné zvýšenie pH.

Na variantoch 2 a 3 došlo vplyvom kyslej zálievky na všetkých šiestich pôdnych typoch k poklesu pH (obr. 2, 3). Najväčší pokles o $-62\ 847 \cdot 10^{-9}$ [H⁺] sme zaznamenali na variante 2 na PZm. Tento pokles u PZm, ktorého sorpčný komplex, ako i pôdny roztok, je slabý nasýtený bázami, je dôsledkom silného zakyslenia, pri ktorom dochádza k vytesňovaniu výmenných kationov kationmi H⁺ a Al³⁺ zo sorpčného komplexu a následnému vyluhovaniu týchto výmenných kationov z pôdy (Mathzer et al., 1985).

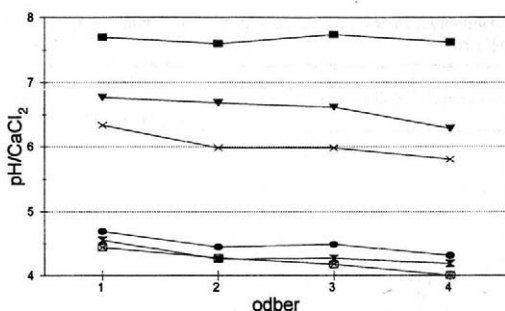
Na variante 3 došlo k najväčšiemu poklesu pH na KMm^a o $-56\ 930 \cdot 10^{-9}$ [H⁺]. Oba pôdne typy PZm i KMm^a sú oligobázické s veľmi slabou pufrovacou schopnosťou v istej oblasti (obr. 4) a so slabou rezistenciou voči vplyvu kyslých zrážok. Mezobázické pôdne typy FMm a KMmⁿ sú lepšie schopné odolávať vplyvu kyslej záťaže. Zaznamenali sme u nich výrazne menší pokles pH oproti oligobázickým pôdnym typom. Na eubázickej ČMm bol na variante s aplikáciou kyslej zálievky, ako aj na kontrolnom variante s destilovanou vodou, pokles minimálny v rozsahu od $-4 \cdot 10^{-9}$ [H⁺] do $-9 \cdot 10^{-9}$ [H⁺] a z obr. 1 až 3 je zrejme, že krivka pH u ČMm osciluje v priebehu celého pokusu v blízkosti priemernej hodnoty pH a nedochádza k trvalejším zmenám.

V priebehu pokusu neostáva bez povšimnutia ani vplyv rastliny jarného jačmeňa na pH, ktorý sa u ČMm, PGm, KMmⁿ a KMm^a prejavil ako činiteľ tlmiaci pokles pH. Iba v prípade FMm, ale najmä PZm, došlo na variante 2 v prítomnosti rastliny k väčšiemu poklesu pH ako na variante 3 bez rastliny. Predpokladáme, že k poklesu pH mohli prispieť kyslé výlučky koreňového systému jarného jačmeňa.

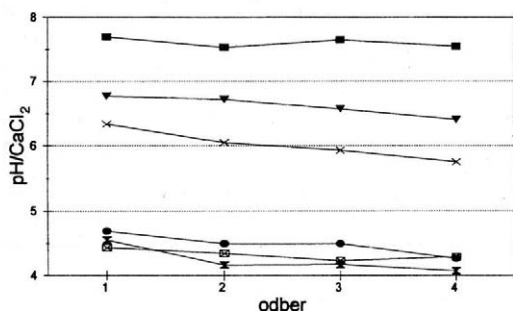
S pôdnou reakciou bezprostredne súvisí aktivita Al v pôde. Zlúčeniny Al sa stávajú pohyblivejšími v podmienkach s veľmi kyslou a kyslou pôdnou reakciou (Bache, 1989). Obsah aktívneho Al sme namerali metódou podľa Sokolova, pri pH/CaCl₂ < 6,0 na troch pôdnych typoch PGm, KMm^a a PZm (obr. 5 až 7). Na všetkých troch variantoch a pôdnych typoch došlo k zvýšeniu obsahu aktívneho Al v pôde. Len u PZm došlo pri aplikácii kyslého roztoku na variante 3 k minimálnemu zníženiu obsahu aktívneho Al o $-0,06$ mg/100 g pôdy, rozpustnosť Al pri veľmi nízkej hodnote pH sa už výrazne nemení, nakoľko je tu pevne viazaný ako



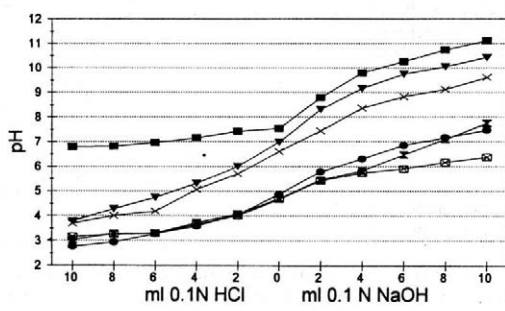
1. Zmeny pH na variante 1 – Changes in pH in treatment 1



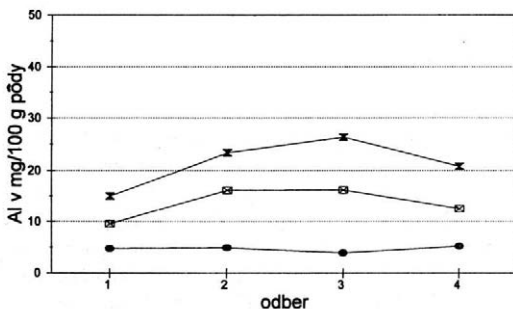
2. Zmeny pH na variante 2 – Changes in pH in treatment 2



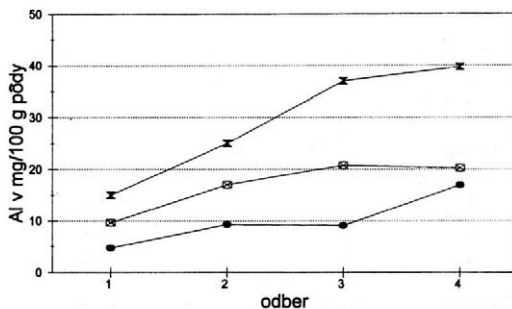
3. Zmeny pH na variante 3 – Changes in pH in treatment 3



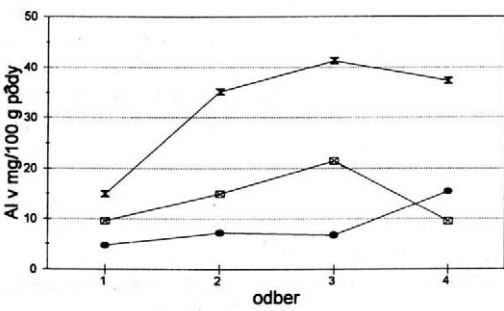
4. Krivky pufrovitosti – Curve of buffering capacity



5. Obsah Al na variante 1 – Al content in treatment 1



6. Obsah Al na variante 2 – Al content in treatment 2



7. Obsah Al na variante 3 – Al content in treatment 3
os x: odber – x axis: sampling

I. Hodnoty a zmeny pH/CaCl₂ a zodpovedajúce koncentrácie [H⁺].10⁻⁹ – Values and changes in pH/CaCl₂ and corresponding concentrations [H⁺].10⁻⁹

Variant ¹	Odbor ²	ČMm		FMm		PGm		KMm ^a		KMm ^a		PZm	
		pH	[H ⁺]	pH	[H ⁺]	pH	[H ⁺]	pH	[H ⁺]	pH	[H ⁺]	pH	[H ⁺]
1.	1	7,70	19	6,77	169	4,69	20 417	6,34	457	4,55	28 183	4,43	37 153
	2	7,55	28	6,99	102	4,71	19 498	6,35	446	4,37	42 657	4,30	50 118
	3	7,74	18	7,00	100	4,76	17 378	6,44	363	4,45	35 481	4,48	33 113
	4	7,59	25	7,06	87	4,79	16 218	6,42	380	4,45	35 481	4,29	51 386
Zmena pH medzi 1. a 4. odberom ³		-0,11	-6	+0,29	+82	+0,10	+4 199	+0,08	+77	-0,10	-7 298	-0,14	-14 133
2.	1	7,70	19	6,77	169	4,69	20 417	6,34	457	4,55	28 183	4,43	37 153
	2	7,60	25	6,69	204	4,44	36 307	5,98	1 047	4,25	56 234	4,27	53 703
	3	7,74	18	6,62	239	4,48	33 113	5,98	1 047	4,26	54 954	4,17	67 608
	4	7,62	23	6,29	512	4,30	50 118	5,80	1 584	4,18	66 069	4,00	10 000
Zmena pH medzi 1. a 4. odberom		-0,08	-4	-0,48	-343	-0,39	-29 701	-0,54	-1 127	-0,37	-37 886	-0,43	-62 847
3.	1	7,70	19	6,77	169	4,69	20 417	6,34	457	4,55	28 183	4,43	37 153
	2	7,53	29	6,72	190	4,49	32 359	6,05	891	4,16	69 183	4,34	45 708
	3	7,65	22	6,57	269	4,49	32 359	5,93	1 174	4,17	67 608	4,23	58 884
	4	7,55	28	6,41	389	4,26	54 954	5,75	1 778	4,07	85 113	4,29	51 286
Zmena pH medzi 1. a 4. odberom		-0,15	-9	-0,36	-220	-0,43	-34 537	-0,59	-1 321	-0,48	-5 693	-0,14	-14 133

1. variant: pôda, rastlina, zálievka – destilovaná voda – treatment 1: soil, plant, watering – distilled water
 2. variant: pôda, rastlina, zálievka – roztok s pH 2,5 – treatment 2: soil, plant, watering – solution of pH 2.5
 3. variant: pôda, zálievka – roztok s pH 2,5 – treatment 3: soil, watering – solution of pH 2.5

¹treatment, ²sampling, ³change in pH between 1st and 4th samplings

II. Hodnoty korelačných koeficientov medzi pH/CaCl₂ a obsahom aktívneho Al – Values of correlation coefficients between pH/CaCl₂ and active Al content

Variant ¹		PGm	KMm ^a	PZm
		pH/CaCl ₂		
1.	Al	+0,0446	-0,7692	-0,0391
2.		-0,9503	-0,8815	-0,8877
3.		-0,9405	-0,9426	-0,7097

Kritická hodnota korelačného koeficientu pri $\alpha 0,05 = 0,75$ – Critical value of correlation coefficient at $\alpha 0,05 = 0,75$

¹treatment

ión v kryštalickej mriežke. Ako vidíme v tab. II, v ktorej sú uvedené korelačné koeficienty, vypočítané z málopočetného súboru dát, tento pokles, ako aj celkový priebeh zmien obsahu aktívneho Al na ostatných pôdnych typoch a variantoch, potvrdzuje vo väčšine prípadov jeho zápornú koreláciu s pH. Vplyv kyslej zálievky na variantoch 2 a 3 sa i tu výrazne prejavil, a to zvýšením obsahu aktívneho Al v pôde oproti kontrolnému variantu 1. Na variante 2 je obsah aktívneho Al na PGm 22,5krát väčší, na KMm^a 3,3krát väčší a na PZm 2,7krát väčší v porovnaní s kontrolným variantom 1.

ZÁVER

Z uvedených výsledkov, ktoré ukázali predpokladaný vývoj šiestich typov pôd, vystavených kyslej záťaži v období 19 rokov pri ročnom váženom priemere pH zrážok 4,4, vyplýva, že s kyslou záťažou sa najlepšie vyrovná ČMm. Pôdne typy patriace do skupiny mezo-bázických pôd s neutrálnou a slabou kyslou pôdnou reakciou FMm a KMm^a môžeme vďaka dostatočnej pufrovacej schopnosti pokladať za rezistentnejšie voči kyslým zrážkam ako oligobázické pôdy PGm a KMm^a s kyslou pôdnou reakciou. Najväčší negatívny dopad bude mať kyslá záťaž na PZm. Nezanedbateľný je i vplyv rastliny na priebeh zmien pôdnej reakcie.

Pokus zároveň potvrdil, že so zmenami pôdnej reakcie koreluje obsah aktívneho Al v pôde. To sa stáva aktuálnym najmä pri prudkom poklese pH, spôsobenom kyslými zrážkami, čoho následkom je aktivizácia Al až do toxikkej koncentrácie, nebezpečnej pre rastliny a následne i pre zdravie ľudí.

LITERATÚRA

BACHE, B. W.: The release of aluminium into soil solutions and drainage waters. England, 1989: 91–102.

BOLT, G. H. – BRUGGENWERT, M. G. M.: Soil chemistry. Amsterdam, ESPC 1978.

GRÍŠINA, L. A. – BARANOVA, T. A.: Vplyv kyslých zrážok na vlastnosti pôd lesného ekosystému južnej tajgy. Les. Pôdoznal., 10, 1990: 121–136.

HANES, J.: Rozbor chemických a fyzikálno-chemických vlastností pôd. Návod na cvičenie z geológie a pôdoznamectva. Bratislava, Príroda 1988.

MATHZER, E. – ULRICH, B. – MURACH, D. – ROST-SCHICHERT, K.: Zur Beteiligung des Bodens am Waldsterben. Staub-Reihalt. Z., 45, 1985 (6): 278–284.

MITOŠINKOVÁ, M.: Regionálne znečistenie ovzdušia a chemické zloženie zrážok na území SR. Čist. Ovzd., 23, 1993 (5): 197–205.

NĚMEČEK, J. – HRAŠKO, J.: Půdní fond ČSSR a jeho acidita. In: Zbor. Ref. II. celošt. Konf. Optimalizácia pôdnej reakcie, 1981: 3–21.

Došlo 14. 8. 1995

Kontaktná adresa:

RNDr. Jarmila Makovníková, Výskumný ústav pôdnej úrodnosti, Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, Slovenská republika, tel.: 088/73 52 72, fax: 088/352 84

Upozornění pro autory vědeckých časopisů

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

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

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

Redakce časopisu

VPLYV OPAKOVANÉHO PESTOVANIA OZIMNEJ PŠENICE NA ŠTRUKTÚRU ÚRODY

EFFECT OF WINTER WHEAT CONTINUAL GROWING ON YIELD STRUCTURE

K. Mačuhová

Research Institute of Plant Production, Piešťany, Slovak Republic

ABSTRACT: Our objective was to study in long-term polyfactorial experiments the effect of monoculture growing on winter wheat yields and to eliminate adverse effects of a high concentration of cereals through organic fertilization and interrupting crops. Field experiments established at Borovce belong to subregions Podunajská pahorkatina and the soil-ecological region Trnavská pahorkatina. Elevation of experimental site is 167 m, with average annual temperature of 9.2 °C and atmospheric precipitation sum 625 mm. The soil is degraded chernozem with humus content in topsoil 1.8 to 2.0%. Stationary experiments were established in 1975 by Blaha's method in four replications. Two winter wheat varieties, Livia (I) and Ilona (II) were included in these experiments. Evaluated crop sequences: 1. winter wheat monoculture with use of organic fertilization; 2. rotation of winter wheat and spring barley with use of organic fertilization; 3. inclusion of interrupting crop maize for silage; 4. inclusion of interrupting crop oat. Variety: straw ploughing down (SL); straw ploughing down + green manuring (SL + Z). The lowest yields have been obtained with both varieties in winter wheat monoculture in that variant, where the straw ploughing down was applied with green manuring, reducing yields in Livia variety (I) by 0.10 t.ha⁻¹ and in Ilona variety (II) by 0.14 t.ha⁻¹ compared to control. Significant yield increase of varieties due to organic fertilization was in individual years. On the average of years, however, any form of organic fertilization did not influence positively wheat yield, on the contrast, it partly reduced the yields (Tab. I). In spring barley-winter wheat rotation and application of straw ploughing down with green manuring yield increase was found in both varieties due to organic fertilization depending on weather conditions in individual years. Significant yield increase of varieties resulting from organic fertilization in Livia variety (I) was 0.34 t.ha⁻¹ and in Ilona variety (II) 0.11 t.ha⁻¹. Yield reduction of winter wheat depending on duration of its growing was not found out (Tab. II). Inclusion of maize for silage between two winter wheat varieties had a positive highly significant effect on yields (Tab. III) that varied, however, according to weather in individual years. A different response of varieties to forecrops has been found. Highest yield 9.09 t.ha⁻¹ was reached in 1992 with Ilona variety grown after direct forecrop maize for silage. On the average of the years the yield of Ilona variety grown after forecrop maize for silage was higher by 0.45 t.ha⁻¹. Similar results were obtained with oat as an interrupter of cereals sequence. In all experimental years and in both varieties (Tab. IV) higher yields of winter wheat were recorded after oat used as a direct forecrop. The increase ranged from 0.01 to 0.49 t.ha⁻¹, but it was not significant. Statistically significant differences were found between years and varieties. In our experiments we have studied also the effect of organic fertilization and inclusion of interrupting crops on basic yield forming elements (spikes number per 1 m², grain number per spike, and thousand-grain weight). Between varieties and agrotechnical measures there were found differences in spikes number per 1 m² and grain number per spike. Thousand grain weight was the most stable element, ranging from 43.2 to 45.2 g in Livia variety and from 37.9 to 39.4 g in Ilona variety. Rotation of cereal species did not affect yield-forming elements studied. Greater differences in spikes number per 1 m² were found in variants with inclusion of interrupting crops (maize for silage and oat). When interrupting crops were included (maize for silage and oat), spikes number per 1 m² and thousand grain weight increased.

winter wheat; monoculture; interrupting crop; yield-forming elements

ABSTRAKT: Cieľom bolo zistiť v dlhodobých polyfaktoriálnych pokusoch vplyv monokultúrneho pestovania na úrody ozimnej pšenice a zaradením organického hnojenia a prerušovacích plodín eliminovať nepriaznivé účinky vysokej koncentrácie obilnín. Experimentálne poľné pokusy sú založené v lokalite Borovce, ktoré sú zaradené do podoblasti Podunajská pahorkatina a pôdno-ekologického regiónu Trnavská pahorkatina. Pokusy sú stacionárne a boli založené v roku 1975 blokovo metódou v štyroch opakovaniach. V pokuse sú zaradené dve odrody ozimnej pšenice Livia (I) a Ilona (II). Najnižšie úrody boli dosiahnuté pri obidvoch odrodách v slede monokultúry ozimná pšenica na variante, kde bola aplikovaná zaorávka slamy so zeleným hnojením, ktoré znižovalo úrody pri odrode Livia (I) o 0,10 t.ha⁻¹ a pri odrode Ilona (II) o 0,14 t.ha⁻¹ v porovnaní s kontrolou. Preukazné zvýšenie úrody vplyvom organického hnojenia bolo medzi odrodami v jednotlivých rokoch. V priemere za roky však ani jedna z foriem organického hnojenia neovplyvnila pozitívne výšku úrod pšenice, naopak čiastočne znižovala úrody. V slede striedania jarný jačmeň-ozimná pšenica pri aplikácii zaorávky slamy so zeleným hnojením

sme zaznamenali pri obidvoch odrodách vplyvom organického hnojenia v závislosti od poveternostných podmienok v jednotlivých rokoch pokusu zvýšenie úrod. Preukazné zvýšenie úrod vplyvom organického hnojenia medzi odrodami pri odrode Livia (I) predstavovalo 0,34 t.ha⁻¹ a pri odrode Ilona (II) 0,11 t.ha⁻¹. Nebol zistený pokles úrod ozimnej pšenice v závislosti od dĺžky jej pestovania. Zaradenie kukurice na siláž medzi dve odrody ozimnej pšenice malo pozitívny vysokopreukazný vplyv na výšku úrod, ktoré však kolísali v závislosti od priebehu počasia v jednotlivých rokoch pokusu. Bola zistená rozdielna reakcia odrôd na predplodiny. Podobné výsledky sme dosiahli pri zaradení ovsu ako prerušovača obilného sledu. Vo všetkých rokoch pokusu a pri obidvoch odrodách boli vyššie úrody ozimnej pšenice po priamej predplodine ovos. Zvýšenie sa pohybovalo od 0,01 do 0,49 t.ha⁻¹, avšak toto zvýšenie nedosiahlo hranicu preukaznosti. Štatisticky významné rozdiely boli zistené medzi ročníkmi a odrodami. Medzi odrodami a agrotechnickými opatreniami boli zistené rozdiely v počte klasov na 1 m² a v počte zŕn v klase. Najstabilnejším prvkom bola HTS, ktorá kolísala od 43,2 do 45,2 g pri odrode Livia a pri odrode Ilona od 37,9 do 39,4 g. Striedanie obilných druhov sa neprejavilo na sledovaných prvkoch úrodnosti. Po zaradení prerušovacích plodín (kukurica na siláž a ovos) stúpol počet klasov na 1 m² a zvýšila sa HTS.

ozimná pšenica; monokultúra; prerušovacie plodiny; prvky úrodnosti

ÚVOD

Jedným z dôvodov opakovaného pestovania obilnín po sebe až po tzv. krátkodobú monokultúru bola snaha po špecializácii a koncentrácii.

Z obilnín je na opakované pestovanie najcitlivejšia ozimná pšenica, ktorá po obilninách aj pri zvýšených dávkach minerálnych živín dáva nižšie úrody. Priemerné zastúpenie ozimnej pšenice u nás sa v posledných rokoch zvýšilo z 15 na 25 % ornej pôdy a v intenzívnych oblastiach sa pohybovalo od 35 až do 40 % (Kvěčh, 1985). Vplyvom opakovaného pestovania úrody pšenice, ako zistili Gonet, Gonet (1976), poklesli až o 28 %. Stojkovič et al. (1976) uvádzajú zníženie v priemere za päť rokov o 10,4 až 17,2 % a Pomyer et al. (1979) o 14,0 % v porovnaní s ich pestovaním v oševnom postupe. Podobné výsledky dosiahli Vrkoč (1976), Strnad (1991), Šuvanova (1984) a Mačuhová (1993). Zníženie úrod ozimnej pšenice pri viacročnom a nepretržitom pestovaní nemožno zamedziť intenzifikačnými opatreniami ani zmenou odrôd.

Naším cieľom bolo zistiť v dlhodobých polyfaktoriálnych pokusoch vplyv monokultúrneho pestovania na úrody ozimnej pšenice a zaradením organického hnojenia a prerušovacích plodín eliminovať nepriaznivé účinky vysokej koncentrácie obilnín.

MATERIÁL A METÓDA

Experimentálne poľné pokusy sú založené v lokalite Borovce, ktoré sú na základe pôdneho typu, produkčného potenciálu a klimatického regiónu zaradené do podoblasti Podunajská pahorkatina a pôdno-ekologického regiónu Trnavská pahorkatina.

Nadmorská výška pokusného miesta je 167 m, s priemernou ročnou teplotou 9,2 °C a sumou atmosférických zrážok 625 mm. Suma teplôt za vegetačné obdobie sa pohybuje v rozpätí 2 800 až 3 000 °C s priemernou sumou zrážok 325 mm. Pôda je degradovaná černoziem s obsahom humusu v ornici 1,8 až 2,0 %.

Sledované obdobie 1989 až 1993 v porovnaní s normálom možno hodnotiť ako teplotne nadpriemerné s výrazným vlhkovým deficitom. Priebeh teplôt a zrážok v pokusných rokoch v porovnaní s normálom bol nasledovný: roku 1989 teplota 108,7 %, zrážky 61,8 %, roku 1990 teplota 107,6 %, zrážky 75,0 %, roku 1991 teplota 97,8 %, zrážky 65,8 %, roku 1992 teplota 111,9 %, zrážky 81,4 %, roku 1993 teplota 101,1 %, zrážky 78,8 %.

Pokusy sú stacionárne a boli založené v roku 1975 blokovoú metódou v štyroch opakovaní. V pokuse sú zaradené dve odrody ozimnej pšenice Livia (I) a Ilona (II), ktoré sme v priebehu riešenia obmieňali.

Hodnotené oševné sledy

1. monokultúra ozimnej pšenice
varianty
kontrola (K)
zaorávka slamy (SL)
zaorávka slamy v kombinácii so zeleným hnojením (SL + Z)
2. striedanie ozimnej pšenice a jarného jačmeňa
varianty
kontrola (K)
zaorávka slamy v kombinácii so zeleným hnojením (SL + Z)
3. zaradenie prerušovacej plodiny (kukurica na siláž)
varianty
ozimná pšenica–ozimná pšenica–kukurica na siláž–ozimná pšenica–ozimná pšenica
4. zaradenie prerušovacej plodiny (ovos)
varianty
ovos–pšenica–jačmeň–ovos

Na zamedzenie dusíkovej depresie sme použili vyrovnávajúcu dávku N v dávke 1 kg močoviny na 0,1 t slamy. Na zelené hnojenie sme použili repku olejku.

Aplikácia živín

Fosforečné a draselné hnojivá boli použité pred sejbou, dusíkaté hnojenie bolo urobené deleným spôsobom.

Roky ¹	Organické hnojenie ²											
	K	SL I.	SL + Z	$\bar{x}$	K	SL II.	SL + Z	$\bar{x}$	K	SL	SL + Z	$\bar{x}$
1989	6,83	6,61	6,97	6,80	7,71	7,20	7,47	7,46	7,27	6,90	7,22	7,13
1990	3,87	3,78	3,75	3,80	3,74	3,82	3,51	3,69	3,80	3,80	3,63	3,74
1991	6,62	6,61	6,55	6,59	6,44	6,53	6,22	6,40	6,53	6,57	6,38	6,49
1992	5,85	5,58	5,26	5,56	6,69	6,84	6,61	6,71	6,27	6,21	5,93	6,13
1993	4,35	4,69	4,48	4,51	4,90	5,23	4,98	5,04	4,62	4,96	4,73	4,77
$\bar{x}$	5,50	5,45	5,40	5,45	5,90	5,92	5,76	5,86	5,70	5,69	5,58	5,65

Odroda³

Roky Hd 5 % 0,32 Odrody x roky Hd 5 % 0,53
 1 % 0,41 1 % 0,62

Odrody Hd 5 % 0,15
 1 % 0,19

¹years, ²organic fertilization, ³variety

II. Úrody ozimnej pšenice v slede jarný jačmeň–ozimná pšenica za roky 1989–1993 (predplodina jačmeň) – Winter wheat yields in spring barley–winter wheat sequence in the years 1989–1993 (forecrop barley)

Roky ³	Organické hnojenie ⁴								
	K	SL + Z I.	$\bar{x}$	K	SL + Z II.	$\bar{x}$	K	SL + Z	$\bar{x}$
1989	6,77	7,25	7,01	7,31	8,30	7,80	7,04	7,77	7,40
1990	4,49	4,63	4,56	4,11	3,95	4,03	4,30	4,29	4,29
1991	5,98	6,74	6,36	6,12	6,00	6,06	6,05	6,37	6,21
1992	6,25	6,60	6,42	7,67	7,67	7,67	6,96	7,13	7,04
1993	4,89	4,86	4,87	5,55	5,39	5,47	5,22	5,12	5,17
$\bar{x}$	5,68	6,02	5,84++	6,15	6,26	6,21++	5,91	6,14	6,02

Odroda⁵

Hnojenie + Hd 5 % 0,31 Roky ++ Hd 5 % 0,80
 1 % 0,41 1 % 0,98

Roky ++ Hd 5 % 0,69
 1 % 0,85

Odroda ++ Hd 5 % 0,23
 1 % 0,30

Roky Hd 5 % 0,50
 1 % 0,61

Odrody x roky 5 % 0,83
 1 % 0,98

¹years, ²organic fertilization, ³variety

bom. Z celkovej dávky jedna tretina bola použitá pred sejbou. Regeneračné a produkčné hnojenie bolo urobené v 21–25 a 30–31 DC stupnice. Dávky hnojív v čistých živinách: N 150 (50 : 50 : 50), P 52, K 100.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pri hodnotení monokultúrneho pestovania ozimnej pšenice odrôd Lívia (I) a Ilona (II) sme vychádzali z ich reakcie na formy organického hnojenia a reakcie na zaradenie prerošovacích plodín ako intenzifikačných faktorov eliminujúcich nepriaznivý vplyv vysokého zaštipenia obilnín.

Priebeh poveternostných pomerov za celé obdobie sa vyznačoval vlahovým deficitom. Množstvo zrážok ani v jednom roku nedosiahlo úroveň dlhodobého prie-

meru. Vlahový deficit sa prejavil hlavne pri pestovaní pšenice v monokultúre, čoho dôkazom sú i najnižšie úrody (tab. I). Najnižšie úrody boli dosiahnuté pri obidvoch odrodách v slede monokultúry ozimná pšenica na variante, kde bola aplikovaná zaorávka slamy so zeleným hnojením, ktoré znižovalo úrody pri odrode Lívia (I) o 0,10 t.ha⁻¹ a pri odrode Ilona (II) o 0,14 t.ha⁻¹ v porovnaní s kontrolou. Z tab. I je zrejmé, že preukazné zvýšenie úrody vplyvom organického hnojenia bolo medzi odrodami v jednotlivých rokoch. V priemere za roky však ani jedna z foriem organického hnojenia neovplyvnila pozitívne výšku úrod pšenice, naopak čiastočne znižovala úrody, čo je v súlade s výsledkami výskumu.

V slede striedania jarný jačmeň–ozimná pšenica (tab. II) pri aplikácii zaorávky slamy so zeleným hnojením sme zaznamenali pri obidvoch odrodách vply-

Roky ¹	Odroda ²	Predplodiny ³		
		silážna kukurica ⁴	pšenica ⁵	$\bar{x}$
1989	I.	6,94	6,84	6,89
	II.	8,12	7,55	7,83
	$\bar{x}$	7,53	7,19	7,36
1990	I.	6,26	4,82	5,54
	II.	5,64	4,53	5,08
	$\bar{x}$	5,95	4,67	5,31
1991	I.	7,25	6,69	6,97
	II.	6,34	6,41	6,37
	$\bar{x}$	6,79	6,55	6,67
1992	I.	7,24	6,81	7,02
	II.	9,09	7,36	8,22
	$\bar{x}$	8,16	7,08	7,62
1993	I.	4,26	4,72	4,49
	II.	4,67	5,61	5,14
	$\bar{x}$	4,46	5,16	4,81
$\bar{x}$	I.	6,39++	5,98++	6,18
	II.	6,77	6,29	6,53
	$\bar{x}$	6,58	6,13	6,35

I.		II.		Pšenica	
Predplodiny ++	Hd 5 % 0,27 1 % 0,37	Hd	5 % 0,32 1 % 0,43	Predplodiny ++	Hd 5 % 0,20 1 % 0,27
Roky ++	Hd 5 % 0,61 1 % 0,75	Hd	5 % 0,72 1 % 0,88	Odrody ++	Hd 5 % 0,20 1 % 0,27
Predplodiny x roky ++	Hd 5 % 1,01 1 % 1,21	Hd ++	5 % 1,19 1 % 1,43		
Predplodiny x roky	Hd 5 % 0,76 1 % 0,89				
Odrody x roky	Hd 5 % 0,76 1 % 0,89				

¹ years, ² variety, ³ forecrops, ⁴ maize for silage, ⁵ wheat

vom organického hnojenia v závislosti od poveternostných podmienok v jednotlivých rokoch pokusu zvýšenie úrod. Preukazné zvýšenie úrod vplyvom organického hnojenia medzi odrodami pri odrode Livia (I) predstavovalo 0,34 t.ha⁻¹ a pri odrode Ilona (II) 0,11 t.ha⁻¹. Celkové zvýšenie predstavovalo 0,23 t.ha⁻¹ oproti kontrole. Variabilita úrod medzi odrodami sa pohybovala od 3,95 t.ha⁻¹ do 8,30 t.ha⁻¹, čo predstavuje 210,1 %, z čoho možno usudzovať na vysokú závislosť dosahovaných úrod od poveternostných podmienok. Nebol zistený pokles úrod ozimnej pšenice v závislosti od dĺžky jej pestovania. Dosiahnuté výsledky korešpondujú s výsledkami viacerých autorov, ktorých cituje K o s (1979), keď organické hnojenie pri dlhodobom pestovaní obilnín zvýšilo úrody od 0,06 do 0,09 t.ha⁻¹.

Zaradenie kukurice na siláž medzi dve odrody ozimnej pšenice malo vysokopreukazný vplyv na výšku úrod (tab. III), ktoré však kolísali v závislosti od priebehu počasia v jednotlivých rokoch pokusu. Bola zis-

tená rozdielna reakcia odrôd na predplodiny. Odroda Livia (I), ktorá je odporúčaná na pestovanie po horších predplodinách a podľa šľachtiteľov by mala znášať aj pestovanie po obilninách v našich pokusoch, dosahovala nižšie úrody v porovnaní s odrodou Ilona (II). Najvyššiu úrodu za celé pokusné obdobie sme dosiahli v roku 1992 pri odrode Ilona, keď bola pestovaná po priamej predplodine kukurica na siláž, a to 9,09 t.ha⁻¹. V tom istom roku po predplodine ozimná pšenica bola úroda vo výške 7,36 t.ha⁻¹ nižšia o 1,78 t.ha⁻¹. V extrémne vlhkom ročníku 1993 sme dosiahli najnižšie úrody pri oboch odrodách. Rozdiely medzi odrodami v priemere rokov boli 0,45 t.ha⁻¹ v prospech odrody Ilona pestovanej po predplodine kukurica na siláž. Zvýšenie úrod vplyvom prerušovacej plodiny sa pohybovalo od 0,10 do 1,84 t.ha⁻¹.

Podobné výsledky sme dosiahli pri zaradení ovsu ako prerušovacej obilniny sledu. Vo všetkých rokoch pokusu a pri oboch odrodách (tab. IV) boli vyššie úrody ozimnej pšenice po priamej predplodine ovos.

Roky ¹	Odroda ²	Predplodiny ³		
		jačmeň ⁴	ovos ⁵	$\bar{x}$
1989	I.	6,24	6,57	6,41
	II.	8,40	8,23	8,31
	$\bar{x}$	7,32	7,40	7,36
1990	I.	5,98	5,28	5,63
	II.	5,18	5,91	5,54
	$\bar{x}$	5,58	5,59	5,58
1991	I.	6,50	6,77	6,63
	II.	6,36	6,28	6,32
	$\bar{x}$	6,43	6,52	6,47
1992	I.	6,61	6,85	6,73
	II.	7,85	7,67	7,76
	$\bar{x}$	7,23	7,26	7,24
1993	I.	4,46	4,69	4,57
	II.	4,83	5,58	5,20
	$\bar{x}$	4,64	5,13	4,88
$\bar{x}$	I.	5,97	6,03	5,99
	II.	6,52	6,73	6,63
	$\bar{x}$	6,24	6,38	6,31

I. Roky ++ Hd 5 % 0,47
1 % 0,58
Roky x predplodiny + Hd 5 % 0,78
1 % 0,93

II. Roky Hd 5 % 0,59
1 % 0,68

Pšenica
Odrody ++ Hd 5 % 0,17
1 % 0,22
Roky ++ Hd 5 % 0,37
1 % 0,45
Odroda x roky ++ Hd 5 % 0,61
1 % 0,72

¹ years, ² variety, ³ forecrops, ⁴ barley, ⁵ oat

Zvýšenie sa pohybovalo od 0,01 do 0,49 t.ha⁻¹, avšak toto zvýšenie nedosiahlo hranicu preukaznosti. Štatisticky významné rozdiely boli zistené medzi ročníkmi a odrodami.

Vplyv ovsa ako prerušovacej plodiny potvrdili aj Krištan (1976), Nawrocki et al. (1976) a Kos (1979), ktorí ho odporúčajú pestovať už pri 50% prekročení obilnín v osevnom postupe.

Bolo potvrdené, že priame pôsobenie predplodiny je vyššie než samotný podiel obilnín v osevných postupoch, čo uvádzajú Vrkoč (1976), Herman (1991), Pešík, Kopecký (1978) a Kvěch (1985).

V našich pokusoch sme tiež sledovali, ako vplýva organické hnojenie a zaradenie prerušovacích plodín na základné prvky úrodnosti (počet klasov na 1 m², počet zŕn v klase a HTS).

Najnižší počet klasov na 1 m² a najnižšiu HTS sme zistili pri pšenici, keď bola pestovaná ako monokultúra pri súčasnej aplikácii organického hnojenia SL + Z (tab. V). Medzi odrodami a agrotechnickými opatreniami

boli zistené rozdiely v počte klasov na 1 m² a v počte zŕn v klase. Najstabilnejším prvkom bola HTS, ktorá kolísala pri odrode Lívia od 43,2 do 45,2 g a pri odrode Ilona od 37,9 do 39,4 g.

Organické hnojenie nemalo preukazný vplyv na sledované prvky úrodnosti, hoci Vymětal, Rous (1987) uvádzajú, že organické hnojenie, hlavne zaorávka slamy, podporuje tvorbu produktívnych stebiel a počet zŕn v klase. Striedanie obilných druhov sa neprejavilo na sledovaných prvkoch úrodnosti. Výraznejšie rozdiely v počte klasov na 1 m² sme zaznamenali na variantoch so zaradením prerušovacích plodín kukurica na siláž a ovos. Po zaradení prerušovacích plodín (kukurica na siláž a ovos) stúpol počet klasov na 1 m² a zvýšila sa HTS. V priemere bez ohľadu na odrody bolo zvýšenie počtu klasov po zaradení kukurice 50 a po ovse 70 klasov na 1 m².

Z dosiahnutých výsledkov je zrejmy pozitívny vplyv zaradenia prerušovacích plodín na základné prvky úrodnosti, a tým aj na dosiahnuté úrody.

V. Vplyv organického hnojenia a prerušovacích plodín na prvky úrodnosti ozimnej pšenice v priemere rokov 1989–1993 – Effect of organic fertilization and interrupting crops on yield components of winter wheat on the average of the years 1989–1993

Osevné sledy ¹	Variant ⁶	Odroda ⁷								Pšenica ⁸			
		I.				II.							
		úroda ⁹ (t.ha ⁻¹)	počet klasov ¹⁰ (.m ²)	počet zŕn v klase ¹¹	HTS ¹² (g)	úroda (t.ha ⁻¹)	počet klasov (.m ²)	počet zŕn v klase	HTS (g)	úroda (t.ha ⁻¹)	počet klasov (.m ²)	počet zŕn v klase	HTS (g)
Monokultúra ozimnej pšenice ²	K	5,51	624	30,0	43,9	5,90	576	39,7	37,9	5,70	600	34,8	40,9
	SL	5,50	585	31,2	43,8	5,93	603	38,8	38,2	5,71	594	35,0	41,0
	SL + Z	5,40	541	32,3	43,2	5,76	543	40,8	38,8	5,58	542	36,5	41,0
	$\bar{x}$	5,47	583	31,2	43,6	5,86	574	39,8	38,3	5,66	579	35,4	41,0
Striedanie obilných druhov ³	K	5,68	608	30,3	43,9	6,15	594	35,4	38,1	5,91	601	32,8	41,0
	SL + Z	6,02	554	31,8	44,5	6,26	569	35,7	38,7	6,14	561	33,7	41,6
	$\bar{x}$	5,85	581	31,0	44,2	6,21	582	35,5	38,4	6,03	581	33,3	41,3
Prerušovač kukurica ⁴	kukurica ¹³	6,39	647	29,3	43,3	6,77	653	37,9	38,6	6,58	650	33,6	40,9
	pšenica ⁸	5,98	675	28,7	44,5	6,29	624	37,4	38,6	6,13	650	33,0	41,6
	$\bar{x}$	6,18	661	29,0	43,9	6,53	639	37,6	38,6	6,36	650	33,3	41,2
Prerušovač ovos ⁵	jačmeň ¹⁴	5,96	664	27,4	45,2	6,53	629	36,8	39,3	6,24	646	32,1	42,2
	ovos ¹⁵	6,02	667	28,8	44,7	6,73	674	37,1	39,4	6,37	670	32,9	42,0
	$\bar{x}$	5,99	665	28,1	44,9	6,63	652	36,9	39,3	6,31	658	32,5	42,1

¹sequence of crop rotations, ²winter wheat monoculture, ³rotation of cereal species, ⁴maize as interrupting crop, ⁵oat as interrupting crop, ⁶variant, ⁷varieties, ⁸wheat, ⁹yield, ¹⁰spikes number, ¹¹grain number per spike, ¹²thousand-grain weight, ¹³maize, ¹⁴barley, ¹⁵oat

LITERATÚRA

GONET, Z. – GONET, T.: Erträge der wichtigsten Kulturpflanzen in Fruchtfolge und in dreijähriger Monokultur. Tag.-Ber. Berlin, Akad. Landwirtsch.-Wiss. 1976 (118): 213–220.

HERMAN, M.: Projevy škodlivosti černání kořenů a pat stébel v osevním postupu a různém zpracování půdy. In: Sbor. Ref. Synteza i perspektywa nauki o plodozmianach w seminarium plodozmianowe, Olsztyn, ART 1991: 13–20.

KOS, M.: Kompenzace negativních účinků vysoké koncentrace plodin. [Výzkumná zpráva.] Hrušovany u Brna, VÚZA 1979. 27 s.

KŘÍŠŤAN, F.: Fruchtwechsel und Bodeenfruchtbarkeit. Tag.-Ber. Berlin, Akad. Landwirtsch.-Wiss. 1976: 173–180.

KVĚCH, O. a kol.: Osevní postupy. Praha, 1985.

MAČUHOVÁ, K.: Výskum možnosti zvyšovania koncentrácie hustosiatych obilnín v štruktúre osevu. [Závěrečná správa.] Piešťany, VÚRV 1993. 40 s.

NAWROCKI, S. – JELINOVSKI, S. – KUS, J.: Getreideerträge und Getreidegesamtleistung in Fruchtfolgen mit unterschiedlichen Getreideanteil. Tag.-Ber. Berlin, Akad. Landwirtsch.-Wiss. 1976: 115–122.

PEŠÍK, J. – KOPECKÝ, M.: Zvláštnosti agrotechniky obilovin při jejich vysokém zastoupení. Úroda, 26, 1978 (8): 339–341.

POMYER, G. – OPPITS, K. – FINK, K.: Winterweizensorten in Fruchtwechsel und Daueranbau. Ertragsrelation und Einfluss produktionstechnischer Massnahmen. Z. Acker-Pfl.-Bau, 148, 1979 (3): 214–229.

STOJKOVIČ, L. – BELIČ, B. – MOLNAR, I.: Fruchtfolge-wirkung in verschiedenen Anbausystemen Tschernos jom-böden. Tag.-Ber. Berlin, Akad. Landwirtsch.-Wiss. 1976: 35–42.

STRNAD, P.: Organominerální hnojení v osevním postupu na degradované černozemi In: Sbor. Ref. Synteza i perspektywa nauki o plodozmianach w seminarium plodozmianowe, Olsztyn, ART 1991: 157–162.

ŠUVANOVA, G. V.: Zavisimost vlagoobezpečenosti i urožaja ozimoy pšenicy ot predšestvennika i udobrenij. Chim. sel. Choz., 22, 1984 (8): 19–21.

VRKOČ, F.: Einfluss verschiedener Anbaukonzentrationen aus Ertragsstruktur und Biomassebildung. Tag.-Ber. Berlin, Akad. Landwirtsch.-Wiss., 1976 (148): 167–171.

VYMĚTAL, V. – ROUS, D.: Výnosové prvky v dlouhodobé monokultuře ječmene jarního. In: IV. Semin. Osevní postupy, Brno, 1987: 126–130.

Došlo 21. 9. 1995

Kontaktná adresa:

Ing. Katarína Mačuhová, CSc., Výskumný ústav rastlinnej výroby, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, Slovenská republika, tel.: 0838/223 11, fax: 0838/26 306

**Nejčerstvější informace o časopiseckých článcích
poskytuje automatizovaný systém**

Current Contents

na disketách

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna odebírá časopis „**Current Contents**“ řadu „**Agriculture, Biology and Environmental Sciences**“ a řadu „**Life Sciences**“ na disketách. Řada „Agriculture, Biology and Environmental Sciences“ je od roku 1994 k dispozici i s abstrakty. Obě tyto řady vycházejí 52krát ročně a zahrnují všechny významné časopisy a pokračovací sborníky z uvedených oborů.

Uložení informací z Current Contents na disketách umožňuje nejrozmanitější referenční služby z prakticky nejčerstvějších literárních pramenů, neboť báze dat je **doplňována každý týden** a neprodleně expedována odběratelům. V systému si lze nejen prohlížet jednotlivá čísla Current Contents, ale po přesném nadefinování sledovaného profilu je možné adresně vyhledávat informace, tisknout je nebo kopírovat na disketu s možností dalšího zpracování na vlastním počítači. Systém umožňuje i tisk žádank o separát apod. Kumulované vyhledávání v šesti číslech Current Contents najednou velice urychluje rešeršní práci.

Přístup k informacím Current Contents je umožněn dvojím způsobem:

- 1) Zakázkový přístup** – po vyplnění příslušného zakázkového listu (objednávky) je vhodný především pro mimopražské zájemce.

Finanční podmínky: – použití PC – 15 Kč za každou započatou půlhodinu
– odborná obsluha – 10 Kč za 10 minut práce
– vytištění rešerše – 1 Kč za 1 stranu A4
– žádanky o separát – 1 Kč za 1 kus
– poštovné + režijní poplatek 15 %

- 2) „Self-service“** – samoobslužná práce na osobním počítači v ÚZLK.

Finanční podmínky jsou obdobné. Vzhledem k tomu, že si uživatel zpracovává rešerši sám, je to maximálně úsporné. (Do kalkulace cen nezapočítáváme cenu programu a databáze Current Contents.)

V případě Vašeho zájmu o tyto služby se obraťte na adresu:

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna

Dr. Bartošová

Slezská 7

120 56 Praha 2

Tel.: 02/25 75 41, l. 520, fax: 02/25 70 90

Na této adrese obdržíte bližší informace a získáte formuláře pro objednávku zakázkové služby. V případě „self-servisu“ je vhodné se předem telefonicky objednat. V případě zájmu je možné si objednat i průběžné sledování profilu (cena se podle složitosti zadání pohybuje čtvrtletně kolem 100 až 150 Kč).

ELECTROPHORETIC DISTINGUISHING OF CULTIVATED OATS (*AVENA SATIVA* L.) BY SEED STORAGE PROTEINS

ELEKTROFORETICKÉ ROZLIŠOVANIE OVSA (*AVENA SATIVA* L.) POMOCOÚ ZÁSOBNÝCH SEMENNÝCH BIELKOVÍN

E. Gregová¹, I. Longauer², I. Žák¹, J. Kraic¹

¹Research Institute of Plant Production, Piešťany, Slovak Republic

²Breeding Station, Víglaš-Pstruša, Slovak Republic

ABSTRACT: Polymorphism in seed storage protein profiles of oats (*Avena sativa* L.) were used for cultivars and lines characterization and identification. Genetic similarity coefficients resulted from comparisons by globulin patterns, between all 22 genotypes used, showed that the genetic similarity ranged from 16.7% to 100%. Two breeding lines not distinguishable by SDS-PAGE were differentiated by acid-PAGE. The cultivars Euro and Expander were not distinguished neither by globulin, nor by prolamin profiles.

oat; genotype distinguishing; globulins; prolamins

ABSTRAKT: Cieľom práce bolo charakterizovať globulínové a prolaminové frakcie genotypov ovsu pomocou SDS-PAGE a PAGE a vzájomne porovnať tieto spektrá v súbore 22 genotypov ovsu (*Avena sativa* L.). Do experimentov bolo vybratých 13 odrôd a deväť novošľachtencov ovsu (*Avena sativa* L.). Prolamíny extrahované v 25% 2-chlóretanole sme separovali v kyslej PAGE. Extrahované globulíny sme delili v 17,5% SDS-PAGE. Analýza bielkovinových profilov bola robená pomocou denzitometra Image Master DTS (Pharmacia LKB). Elektroforetickou separáciou v 17,5% SDS-PAGE sme docielili podstatne lepšiu rozlišovaciu schopnosť v spektre zásobných proteínov ovsu než v géloch s 10% alebo 13% koncentráciou polyakrylamidu. Spektrum globulínov obsahovalo bielkoviny s relatívnou molekulovou hmotnosťou 110 000 až 10 000, pričom najväčšia variabilita bola v proteínoch s molekulovou hmotnosťou 45 000 až 65 000 a 15 000 až 40 000. Koefficient genetickej podobnosti stanovený na základe analýz v SDS-PAGE sa pohyboval v rozmedzí 16,7 % až 100 % (Tab. I). Pomocou SDS-PAGE sme nedosiahli vzájomné rozlíšenie novošľachtencov PS-47 a PS-4795 a odrôd Euro a Expander. Naopak, najnižší koefficient genetickej podobnosti (16,7 %) mala odroda Flämingssnova s odrodami Ábel a Zlafák. Pre vzájomné rozlíšenie genotypov nerozlišiteľných v SDS-PAGE sme použili delenie avenínov pomocou kyslej PAGE. Takto sme dosiahli vzájomné odlíšenie línie PS-47 od PS-4795 (obr. 1), avenínové spektrá odrôd Euro a Expander zostali zhodné. Genetická interpretácia spektrier zásobných bielkovín ovsu nie je v súčasnosti dostatočne rozpracovaná. Lokusy Avn A, Avn B a Avn C kódujúce aveníny sú lokalizované na troch homeologických chromozómoch, pričom na každom lokuse boli objavené tri až štyri alelické varianty. Doteraz nebola popísaná ich väzba na niektoré znaky alebo vlastnosti.

ovos; rozlíšenie genotypov; globulíny; prolamíny

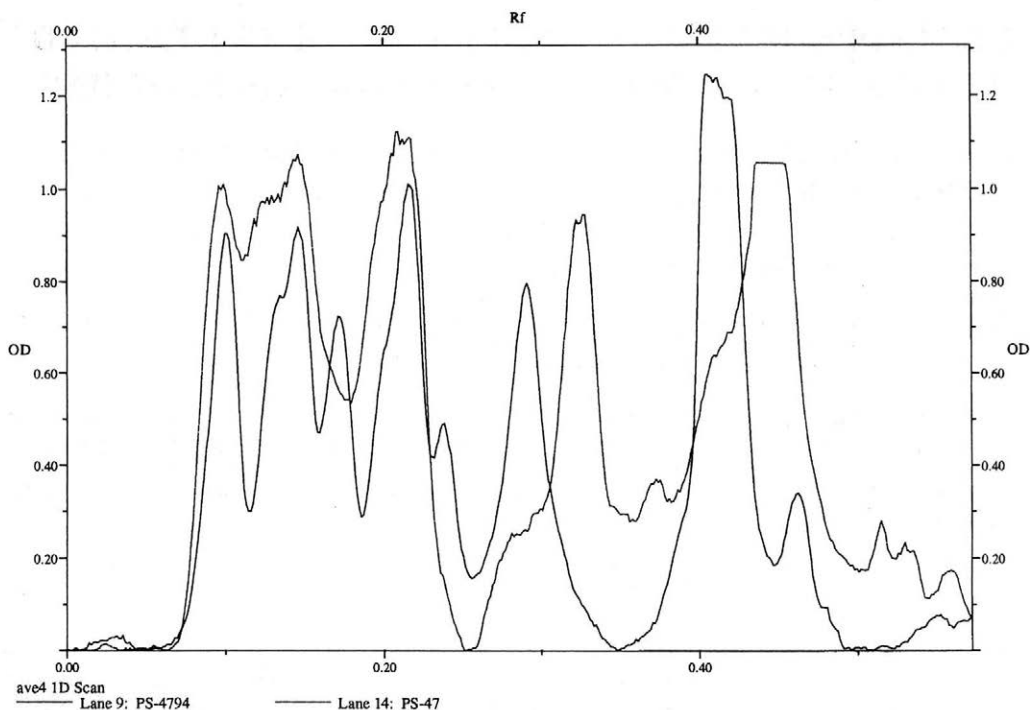
INTRODUCTION

Genotypes distinguishing by electrophoretic separation of seed storage proteins belongs to one of the most efficient method of cereal genotypes identification. Largely it is valid for identification of oat genotypes (*Avena sativa* L.) too. Plant breeding frequently reduces the genetic variability between breeding lines. Nevertheless, it is possible to distinguish new bred lines, hybrids and varieties from each other.

The oat genotypes show a valuable and reproducible polymorphism in prolamin fraction – avenins. Polymorphism in avenin patterns is more heterogeneous than the globulin fraction (Robert et al., 1983). There

were used more electrophoretic separation systems for avenin profiles. At present almost all of electrophoretic methods for oat prolamin separation are based on different variants of polyacrylamide gel electrophoresis (PAGE). The differences in avenin patterns of oat cultivars were shown by ultra-thin layer SDS-PAGE using the Phast System (Pharmacia) (Hansen et al., 1988). Dahleen et al. (1991) identified the avenin banding patterns variation in oat lines by one- and two-dimensional isoelectric focusing.

Several other methods for oat genotypes distinguishing are used also – RFLP technology (Smart et al., 1991), isozymes detection (Murphy, Phillips, 1993), capillary zone electrophoresis of grain proteins (Looookhart, Bean, 1995).



1. The comparison of avenin patterns of lines PS-47 and PS-4795

The objectives of this study were to (i) identify prolamins and globulin fractions of oat genotypes by PAGE and SDS-PAGE and (ii) compare protein patterns in collection of 22 oat genotypes (*Avena sativa* L.) and their distinguishing.

MATERIAL AND METHODS

A collection of six Czech varieties (Adam, Ardo, David, Zlaták, Ábel, Auron), seven varieties originated from different countries (Eberhard, Cory, Expoler, Expander, Euro, Flämingsnova, Master) and nine contemporary Slovak advanced breeding lines (PS-175/92, PS-36, PS-38, PS-46, PS-4694, PS-47, PS-4794, PS-49, PS-54) of oat (*Avena sativa* L.) were selected for our experiments. Samples of oat seeds were obtained from the Breeding Station Krukanice and Breeding Station Víglaš-Pstruša.

The prolamins were extracted with 25% 2-chloroethanol. Acid polyacrylamide gels (Draper, 1987) were used for electrophoretic resolution with modification of Horváth (1994) as described by Kraic et al. (1995). The globulin extracts were separated in 17.5% SDS-PAGE by method of Ng et al. (1988). The protein fractions were extracted from single seeds and every extraction and gel separation were repeated four to five times.

Gels were stained in the Coomassie Brilliant Blue R250 solution, destained in water. The protein profiles were analysed and evaluated by densitometer (Image Master DTS, Pharmacia LKB). Each cultivar tested was evaluated for the presence or absence of matched protein bands. Genetic similarity matrix was based on Nei's estimate of similarity (Nei, Li, 1979):

$$\text{Genetic similarity [\%]} = \frac{(2 \cdot N_{XY}) \cdot 100}{N_X + N_Y}$$

where: N_{XY} – number of shared fragments
 N_X – number of fragments of genotype X
 N_Y – number of fragments of genotype Y

RESULTS AND DISCUSSION

The globulin fraction is about 80% of oat seed proteins (Robert et al., 1983). Their extraction and electrophoretic separation in SDS-PAGE is very easy and minimal training is required. We attained a better electrophoretic resolution of oat seed storage proteins using the 17.5% separation polyacrylamide gels than by gels with 10% or 13% concentration of acrylamide. The spectrum of oat globulins comprised proteins with relative molecular weight in range from 110 000 to 10 000. The highest polymorphism in globulin patterns exhibited

	PS-36	PS-38	PS-46	PS-47	PS-49	PS-54	PS-175/92	PS-4694	PS-4794	Abel	Adam	Ardo	Auron	Flamingsnova	Master	Zlaták	David	Cory	Euro	Expander	Eberhard	Explorer
PS-36																						
PS-38	50																					
PS-46	40	61.5																				
PS-47	71.4	50	53.3																			
PS-49	62.5	42.9	35.3																			
PS-54	62.5	71.4	58.8	50	66.7																	
PS-175/92	50	42.9	47.1	50	88.9	66.7	44.4															
PS-4694	37.5	57.1	82.4	50	44.4	77.8	50	50														
PS-4794	71.4	50	53.3	100	62.5	50	50	50	53.3													
Ábel	53.3	46.2	62.5	53.3	58.8	53.3	58.8	70.6	47.1	53.3												
Adam	61.5	54.5	28.6	46.2	66.7	53.3	53.3	26.7	46.2	42.9												
Ardo	61.5	54.5	57.1	61.5	53.3	66.7	53.3	53.3	61.5	85.7	33.3											
Auron	47.1	40	66.7	70.6	73.7	52.6	63.2	73.7	70.6	44.4	50	37.5										
Flamingsnova	72.7	66.7	33.3	54.5	46.2	46.2	30.8	30.8	54.5	16.7	60	20	42.9									
Master	71.4	50	53.3	85.7	75	62.5	62.5	50	85.7	53.3	61.5	61.5	70.6	54.5								
Zlaták	40	46.2	62.5	40	70.6	70.6	70.6	70.6	40	75	42.9	71.4	66.7	16.7	53.3							
David	46.2	36.4	42.9	61.5	80	53.3	80	40	61.5	71.5	50	66.7	62.5	20	76.9	71.4	92.3					
Cory	42.9	33.3	40	57.1	87.5	62.5	87.5	50	57.1	66.7	46.2	61.5	70.6	18.2	71.4	80	92.3	80				
Euro	40	46.2	50	66.7	70.6	70.6	70.6	70.6	66.7	50	42.9	42.9	77.8	33.3	66.7	62.5	71.4	80	100			
Expander	40	46.2	50	66.7	70.6	70.6	70.6	70.6	66.7	50	42.9	42.9	77.8	33.3	66.7	62.5	71.4	80				
Eberhard	26.7	46.2	62.5	40	58.8	70.6	58.8	82.4	40	62.5	28.6	57.1	66.7	16.7	40	75	57.1	66.7	75	75		
Explorer	53.3	61.5	50	66.7	70.6	70.6	70.6	58.8	66.7	50	57.1	42.9	66.7	50	66.7	50	71.4	66.7	87.5	87.5	62.5	
Average	54.6	52.4	54.1	61.7	65.8	64.2	62.8	57.6	61.7	57.8	49.8	56.7	63.3	41.7	65.4	60.8	62.9	64.5	65.5	65.5	57.7	64.9

proteins with relative molecular weight of 65 000 to 45 000 and 40 000 to 15 000.

The coefficients of genetic similarity, resulted from SDS-PAGE analyses, between identified genotypes, ranged from 16.7% to 100% (Tab. I). Only two varieties (Euro and Expander) and two breeding lines (PS-47 and PS-4795) were not distinguished from each other by SDS-PAGE. On the opposite, the lowest similarity was detected between the cultivar Flämingsnova and cultivars Ábel and Zlaták.

Further experiments with avenins separation in acid polyacrylamide gels were carried out to distinguish genotypes with genetic similarity of 100%. The avenin pattern of line PS-47 was different from PS-4795 patterns (Fig. 1), but the patterns of cultivars Euro and Expander were identical. It means that 22 selected oat genotypes were classified into 21 groups and we suggest that the SDS-PAGE with combination with acid-PAGE may be useful in oat genotypes identification and verification, in assessing the genetic variability in genetic resources of oat, variety and author's protection, seeds certification, etc.

For practical purposes, it is useful that the nomenclature of avenins, like the nomenclature of gliadins in wheat and hordeins in barley, is based on the assumption that a stable inherited unit is the block of avenin components controlled by three independent loci *Avn A*, *Avn B*, and *Avn C* in hexaploid oats (Portjanko et al., 1987). Linkage of avenin blocks with any trait has not been confirmed to the present time.

REFERENCES

- DAHLEEN, L. S. – RINES, H. W. – STUTHMAN, D. D.: Avenin banding pattern variation in tissue culture-derived oat lines. *Crop Sci.*, 31, 1991: 1663–1668.
- DRAPER, S. R.: ISTA variety committee. Report of the working group for biochemical tests for cultivar identification 1983–1986. *Seed Sci. Technol.*, 15, 1987: 431–434.
- HANSEN, A. E. – NASSUTH, A. – ALTOSAAR, I.: Rapid electrophoresis of oat (*Avena sativa* L.) prolamins from single seeds for cultivar identification. *Cereal Chem.*, 65, 1988: 153–154.
- HORVÁTH, L.: Štandardná a referenčná metóda pre identifikáciu odrôd pšenice a jačmeňa. *Poľnohosp. Skúšobn.*, 1, 1994: 34–36.
- KRAIC, J. – HORVÁTH, L. – GREGOVÁ, E. – ŽÁK, I.: Štandardné metódy elektroforetickej separácie glutenínov a gliadínov v SDS-PAGE a A-PAGE. *Rostl. Vyr.*, 41, 1995 (5): 219–223.
- LOOKHART, G. L. – BEAN, S. R.: Rapid differentiation of oat cultivars and of rice cultivars by capillary zone electrophoresis. *Cereal Chem.*, 72, 1995: 312–316.
- MURPHY, J. P. – PHILLIPS, T. D.: Isozyme variation in cultivated oat and its progenitor species, *Avena sterilis* L. *Crop Sci.*, 33, 1993: 1366–1372.
- NEI, M. – LI, W. H.: Mathematical model for studying genetic variation terms of restriction endonucleases. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 76, 1979: 5269–5273.
- NG, P. K. W. – SCANLON, M. G. – BUSHUK, W.: A catalogue of biochemical fingerprints of registered Canadian wheat cultivars by electrophoresis and high-performance liquid chromatography. *Winnipeg*, 1988: 1–83.
- PORTJANKO, V. A. – POMORCEV, A. A. – KALAŠNIK, N. A. – BOGAČKOV, V. I. – SOZINOV, A. A.: Genetičeskij kontrol aveninov i principy ich klassifikacii. *Genetika*, 23, 1987: 845–853.
- ROBERT, L. S. – NOZZOLILLO, S. – ALTOSAAR, I.: Molecular weight and charge heterogeneity of prolamins (avenins) from nine oat (*Avena sativa* L.) cultivars of different protein content and from developing seeds. *Cereal Chem.*, 60, 1983: 438–442.
- SMART, G. F. – RAWLES, H. – CHOJECKI, J.: Application of RFLP technology to oat cultivar identification. *Cereal Res. Commun.*, 19, 1991: 459–464.

Received on September 21, 1995

Contact Address:

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

7SL RNA POLYMORPHISM IN HOP (*HUMULUS LUPULUS* L.)

POLYMORFISMUS 7SL RNA U CHMELU OTÁČIVÉHO (*HUMULUS LUPULUS* L.)

J. Matoušek, L. Trněná

*Institute of Plant Molecular Biology, Academy of Sciences of the Czech Republic, České
Budějovice, Czech Republic*

ABSTRACT: Signal recognition particle (7SL RNA) – specific DNA sequences were amplified by PCR from genomic DNA of hop, using 17-base primers derived from two conservative elements close to 5' (overlapping promoter box A) and 3' ends of the 7SL RNAs. When analysed on a 2.5% agarose gel the PCR products showed an apparently homogeneous band of 230 bp. These 230 bp products were cloned and sequenced. A 7SL RNA-specific riboprobe (designated 7SR) was prepared for further analysis of 7S RNA by molecular hybridization. This riboprobe sequence was fully complementary to positions 20-250 of 7SL RNA from the hop cv. Spalter described earlier in the GenBank (AC X65985) as sequence S10o. Using Northern blot analysis, we found that sequences complementary to the 7S riboprobe are highly expressed in all hop cultivars examined, including Bohemian Osvald's clones 72 and 31, cultivars Wye Challenger, Yeoman, and samples Nonsuch OM26 and Nonsuch OB53. For *N. tabacum* cv. White Burley we found about 25 times weaker signal suggesting low homology between 7SL RNA from hop and tobacco. For further analyses LiCl-soluble RNA was extracted from viroid-free clone Osvald 72 and cv. Yeoman and additionally fractionated by precipitation in 20% of PEG 6000 in order to enrich low molecular weight RNAs. Using these extracts, we examined 7SR hybridizing sequences by temperature gradient gel electrophoresis (TGGE). This analysis revealed many individual melting points and transition curves, indicating a high variability of 7S RNA and suggesting presence of different closely related 7S RNA variants. Moreover, the hop cultivars examined clearly differed in TGGE patterns of 7SL RNA, suggesting apparent polymorphism of these RNAs in hop.

Humulus lupulus L.; RNA polymorphism; 7S RNA; TGGE-fingerprinting

ABSTRAKT: Pomocí PCR byly amplifikovány sekvence DNA specifické pro 7SL RNA tvořící „signal recognition particle“. Amplifikace byla provedena s použitím primerů dlouhých 17 bází, které byly odvozeny od dvou konzervativních sekvenčních elementů u 5' (pokrývající box A interního promotoru) a 3' konců molekul 7SL RNA. Analýza těchto produktů PCR na 2,5% agarózových gelech prokázala jejich homogenitu jako sekvenci majících délku zhruba 230 párů bází. Tyto produkty byly klonovány a sekvenovány a na jejich základě byla připravena transkripční sonda specifická pro 7SL RNA, dále označovaná jako 7SR. Tato sonda byla použita pro další analýzu 7SL RNA metodou molekulární hybridizace. Transkripční sonda byla plně komplementární k již dříve izolované 7SL RNA z chmelu, deponované v genové bance GenBank pod přístupovým kódem AC X65985 jako sekvence S10o z odrůdy Spalter. S použitím Northern hybridizace jsme prokázali, že sekvence komplementární 7SR se silně exprimují ve všech zkoumaných chmelových materiálech včetně českých chmelů Osvaldových klonů 72 a 31, odrůd Wye Challenger, Yeoman a vzorků Nonsuch OM26 a Nonsuch OB53. Hybridizační signál 25krát slabší byl zjištěn u druhu *N. tabacum* odrůdy White burley, což svědčí o nízké sekvenční homologii chmelové a tabákové 7SL RNA. Pro další analýzy byly připraveny extrakty RNA rozpustné v LiCl z bezviroidních materiálů Osvald 72 a odrůdy Yeoman. Tato RNA byla dále frakcionována 20% PEG 6000 s cílem obohacení o nízkomolekulární druhy RNA. V těchto extraktech byla 7S RNA zkoumána s použitím elektroforézy v teplotním gradientu (TGGE). Uvedená analýza odhalila mnohačetné body tání a křivky tranzičních přechodů 7S RNA k denaturované formě, což svědčí o přítomnosti příbuzných sekvencí 7S RNA v uvedených vzorcích a o jejich značné rozmanitosti. Navíc byly zjištěny rozdíly u zkoumaných materiálů ve spektrech TGGE, což svědčí o polymorfismu 7S RNA u chmelu.

Humulus lupulus L.; polymorfismus RNA; 7S RNA; TGGE-fingerprinting

INTRODUCTION

Hop of the Czech provenance has a non replaceable position in the world market. In this respect, it is of interest to develop advanced molecular genetics methods,

which can be used for fine identification of origin of hop products and new breeding material to allow its certification. It is also important to monitor newly introduced components of breeding and selection systems, including handling with hop via tissue and meristem

culture and plant transformation, in order to prevent some genetic variations, which are not desired.

Recently, genom of hop chloroplasts has been investigated by restriction endonuclease analysis (Pillay, Kenny, 1994). RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) technology has also been used successfully to distinguish between different polymorphic loci among different hop cultivars (Abbott, Fedele, 1994; Jakšić et al., 1995). An alternative technology based on PCR, which utilizes definite DNA primers, should be very reproducible and specific on both DNA and RNA levels. This approach needs, however, some basic information about sequences, which should be „targeted“.

Good candidates for such „PCR targeting“ are hop genes encoding for signal recognition particle (SRP) RNA, called also 7SL RNA (Walter, Blobel, 1982). An information about some of these sequences isolated from hops is available from GenBank (Benson et al., 1993). Signal recognition particle, which is a ribonucleoprotein composed of RNA having 7S and six proteins, was shown to function as the cellular adapter between the proteosynthesis and membrane-associated protein-translocation machinery of the endoplasmic reticulum (for review see Walter, Lingappa, 1986). Different sequence variants of plant-specific 7SL RNA have been identified and isolated from maize endosperm (Campos et al., 1989), wheat germ (Marshall et al., 1989) and recently from tomato (Riedel et al., 1995). It seems, that unlike animal 7SL RNAs, plant 7SL RNAs showed high sequence heterogeneity.

In the present study we show variability of 7SL RNA specific sequences in hop by means of temperature-gradient-gel electrophoresis (Riesner et al., 1989). In our study this method is combined with the hybridization screening for 7SL RNA using 7SL RNA-specific probe derived by PCR from hop genomic DNA. A possible 7SL RNA fingerprinting system for the identification of hop variants is discussed.

MATERIAL AND METHODS

Plant material and extraction of nucleic acids

For DNA and RNA extractions we used the following hops grown in the greenhouse: Oswald's 31 and 72 (hops of Czech origin obtained from Hop Institute GmbH, Žatec, Czech Republic); cvs. Yeoman, Wye Challenger and two samples Nonsuch OM26 and OB53 (all viroid-free hop samples provided by Dr. D. J. Barbara from Department of Crop and Environment Protection AFRC Institute of Horticultural Research, Kent, UK). For TGGE analysis we used exclusively virus and viroid-free materials: subclone No. 4337 of Oswald's clone 72 and cv. Yeoman. For extraction of nucleic acids we collected fully expanded young leaves. We isolated genomic DNA according to the method of

Amasino et al. (1984). Total RNA was extracted using the same procedure as described for potato cv. Kamýk by Matoušek et al. (1994a). Extraction of LiCl-soluble RNA and subsequent RNA precipitation by 20% PEG 6000 we performed similarly as described for extraction of potato spindle tuber viroid (Matoušek, Dědič, 1988). RNA or DNA samples were stored frozen in TE buffer until used.

Preparation of 7S RNA specific probe by PCR

PCR was performed using the GeneAmp kit from Perkin Elmer. For the amplification of 7SL-specific DNA we used primers designated as 7SROG17a (5'GCACCGGCCGTATCC 3') and 7SROG17b (5'TGTAACCCAAGTGGGGG 3'), which corresponded to two conserved regions close to 3' and 5' ends of hop 7S RNAs, respectively. Both primers we predicted on the basis of analysis of 7S RNA sequences from the GenBank (Benson et al., 1993) using DNASIS version 2.1 (LKB). In the standard PCR protocol we performed 3 min. denaturation in the first cycle and then 40 subsequent PCR cycles including denaturation at 94 °C for 80 s, annealing at 48 °C for 100 s and synthesis at 72 °C for 80 s. PCR cycles were terminated by 10 min synthesis at 72 °C and by cooling the samples to 4 °C. We used Thermal Cycler TECHNE THERMOGENE. The same PCR protocol was used also for the re-amplification of PCR products. For the cloning of PCR fragments, we performed re-amplification using the same primer sequences supplied by specific 5' ends for restriction endonucleases BamHI and HindIII. The PCR products were cloned into the vector pBluescript SK- and sequenced using standard protocols. The DNA sequence used for riboprobe preparation was designated as 7SR. This sequence was specific for 7SL RNA.

Analysis of 7S RNA by TGGE and molecular hybridization methods

Temperature-gradient-gel electrophoresis (TGGE) (Riesner et al., 1989) was performed in 5% acrylamide gels (140 x 140 x 1.8 mm), containing 30 : 1 acrylamide : bisacrylamide (w/w), 17.8mM Tris, 17.8mM boric acid, 0.048mM EDTA, (0.2 x TBE), pH 8.3, 0.1% TEMED, 3M urea, 2% glycerol and 0.06% ammonium persulfate. Samples were loaded at 200 V and 10 °C for time indicated, then temperature gradient was applied and electrophoresis continued at 150 V until tracking dye (bromphenol blue) reached 12 cm from the starting position. After electrophoresis nucleic acids were transblotted to Nylon membranes Charge Modified 0.2μ (Sigma) using semi-dry blotting procedure in 10mM Tris, 10mM boric acid, pH 8.3 (1 x TB) at 150 mA for 60 min. Northern analysis was carried out after separating the RNA on denaturing 1.5% agarose gel electrophoresis with 6% formaldehyde (Lehrach et al., 1977).

Membranes were hybridized with specific [α - 32 P] UTP - labelled riboprobe 7SR. We used hybridization in 50% formamide at 55 °C according to the procedure previously described for viroid RNA analysis in detail (Matoušek et al., 1994b). The membranes were washed in 1 x SSC, 0.1% SDS, at 55 °C for 10 min and then twice in 0.1 x SSC, 0.1% SDS at 70 °C, each time for 10 min. For quantitative estimations the autoradiograms were scanned on ULTROSAN (LKB) and quantified using 2D-spots computer program 2.1 (LKB).

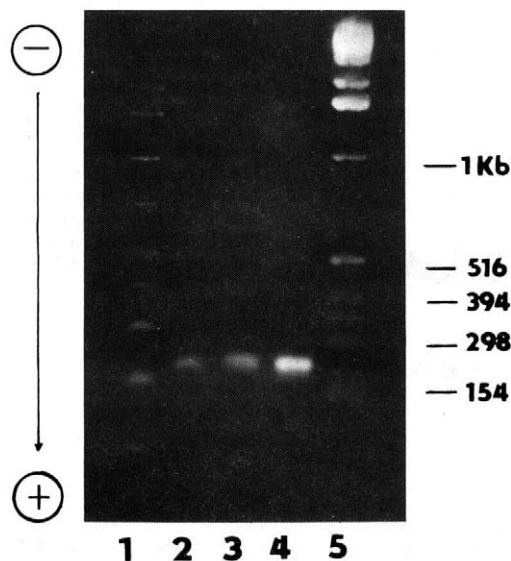
RESULTS AND DISCUSSION

Genomic DNA was isolated from hop leaves, and 7SL-specific DNA sequences were amplified by PCR. We used 17-base primers derived from two sequence elements, which were found to be quite conserved in different hop 7S RNAs listed in the GenBank (Benison et al., 1993). One of these primer sequences (close to the 5' end) covered the promoter box-A. The PCR product looked like uniform band on agarose gel even after re-amplification (Fig. 1). Analysis of this product by TGGE revealed, however, a broad spectrum of sequences having very similar length, predominantly about 230 bases, but different specific melting points from 33 °C to 50 °C at 8M urea and 17.8mM TBE, suggesting mixture of sequence variants (unpublished). We do not know whether all of these sequences form

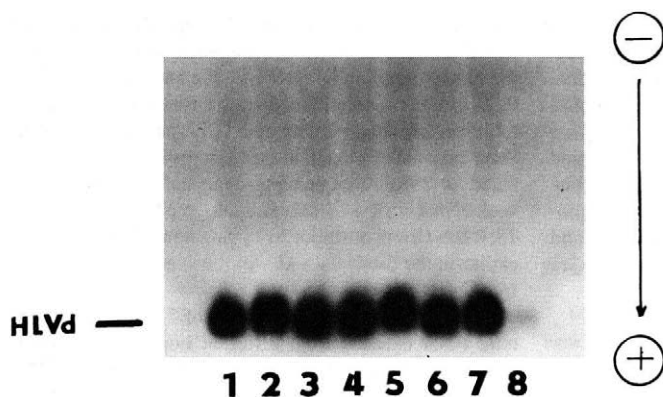
really active components of SRPs or whether we detected some 7SL RNA pseudogenes as described for the human genome by Ullu, Weiner (1984). The PCR products were cloned into a transcription vector to select some particular and 7SL-specific sequence. Such sequence cloned in pBluescript SK- was designated as 7SR. A sequencing analysis (not shown) revealed that 7SR is 100% homologous to fragment of 7S RNA (from position 20 to position 250) described earlier in the GenBank (AC X65985) as sequence S100 from cv. Spalter.

In order to prove an expression of 7SR, we prepared total RNA extracts from different hops and analyzed RNA on Northern blots (Fig. 2). We probed RNAs from clones Oswald 72 and 31, Oswald's mericlone A8 and from the following hop samples: Wye Challenger, Yeoman, Nonsuch OM26 and Nonsuch OB53. As shown in Fig. 2 7SR-hybridizing sequences are highly expressed in all hop materials examined. About 25 times lower hybridization signal was found for RNA isolated from non-related plant species - tobacco, suggesting low sequence homology of corresponding 7S RNAs. The high expression of related and possibly identical 7S RNA sequences in different hop cultivars is consistent with the finding of 14 sequence variants of 7SL RNAs isolated from different cultivars of tomato by Riedel et al. (1995). All of these sequences (except for one) were expressed in all tomato cultivars examined. It is not known, however, whether different sequence variants were expressed on different levels, because rather qualitative detection was performed using reverse transcriptase/PCR system (Riedel et al., 1995). An absence of high homology between hop and tobacco sequence variants is not surprising and is consistent with comparisons made by other authors (e.g. Poritz et al., 1988; Campos et al., 1989; Riedel et al., 1995), suggesting that not sequence, but rather structure of RNA is conserved in plant SRPs.

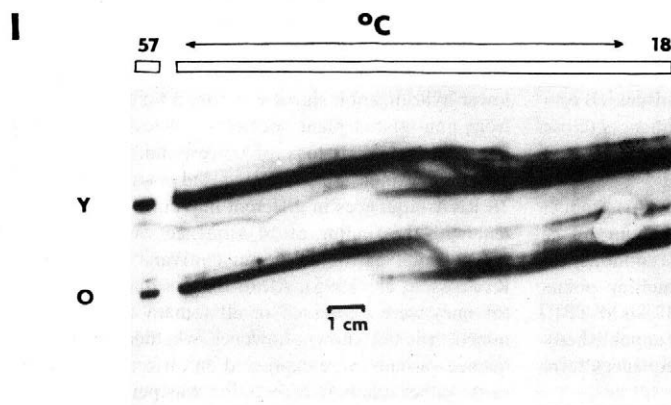
Two different hop materials were selected for further analysis of 7S RNA: Bohemian hop clone Oswald 72 and cv. Yeoman originated from England. LiCl-soluble RNA was extracted from fully expanded leaves and precipitated with 20% of PEG 6000. Partly purified extract enriched with low molecular mass RNAs was then analyzed by TGGE and hybridized with 7SR riboprobe. TGGE method enables to discriminate between different sequences with very fine resolution according to their thermostability. Individual melting points and specific structure transitions from double-stranded to single-stranded state are easily analyzed in acrylamide gels upon an application of temperature gradient perpendicular to current (Riesner et al., 1989). A characteristic result of such analysis is described in Fig. 3 (I, II). This analysis revealed rather complicated pattern of different melting points and individual transition curves within interval of temperatures ranging approximately from 29 to 42 °C. It is evident from these results that both cultivars differed in the individual spectra on TGGE. For cv. Yeoman we observed some major RNA



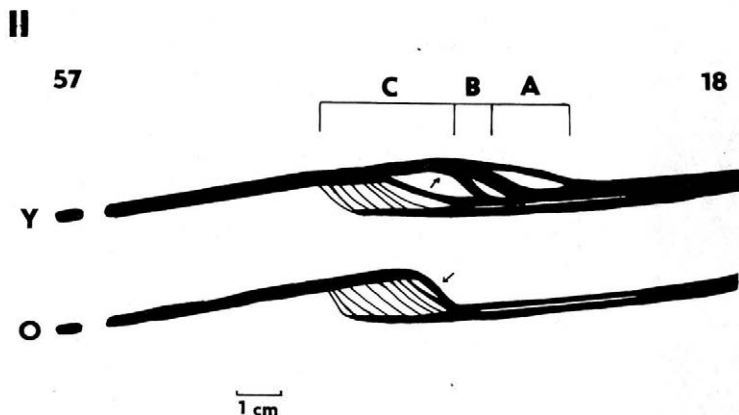
1. An example of analysis of 7SL PCR products on SeaKem agarose gel. 5 μ l aliquots of PCR products were analyzed in 2.5% agarose gel. Linc 1 - DNA ladder 50bp-2 kb from Amersham; 2 - PCR product obtained for Oswald's clone 31; 3 - product from Oswald's clone 72; 4 - re-amplified product from Oswald's clone 72; 5 - 1 kb DNA ladder (BRL, Gibco). By numbers on the side are lengths of some restriction fragments designated in bp.



2. Northern blot analysis of 7SL RNA from different hop materials. 30 µg of total RNA was applied per line. RNA was hybridized to riboprobe 7SR having 2×10^6 cpm/ml of hybridization solution. The autoradiography was performed for 12 hours at room temperature. Line 1 – RNA from Oswald's clone 72; 2 – Oswald's clone 31; 3 – mericlone A8 of Oswald's clone 72; 4 – cv. Wye Challenger; 5 – sample Nonsuch OM26; 6 – cv. Yeoman; 7 – sample Nonsuch OB53; 8 – RNA from *N. tabacum* cv. White Burley. On the side of autoradiogram is shown the position of hop latent viroid RNA (256 nt).



3. An example of analysis of 7SL RNA by TGGE. (I) Autoradiogram obtained after hybridization to riboprobe 7SR. (II) Schematic drawing of major parts of the TGGE pattern. LiCl-soluble RNA was extracted from cv. Yeoman (Y) and from Oswald's clone 72 (O), precipitated by 20% PEG 6000 and analyzed by TGGE on perpendicular linear temperature gradient from 18 to 57 °C. Sample from clone Oswald 72 was loaded as the first one and electrophoresed into the gel at 10 °C for 1 h. Then sample from Yeoman was loaded and electrophoresed for 20 min at low temperature (10 °C). TGGE continued under described conditions, after an establishment of the temperature gradient (within 15 min). The temperature intervals covering most of the transition regions depicted in part II, range from 29 to 34 °C (A); 34 to 36 °C (B); 36 to 42 °C (C). The arrow indicates major transition curve for RNA from Oswald's 72 clone and similar transition curve in TGGE pattern of cv. Yeoman.



transitions in the range of temperature from 29 to 34 °C (interval A), whereas no such RNA species were observed for Oswald's clone 72. The major transition curve in Oswald's clone 72 corresponded to melting temperature 36 °C. The transition curve of similar character was also observed for cv. Yeoman, but this transition corresponded to melting point 34.5 °C (Fig. 3). A series of minor transitions were discernible in the re-

gion C (temperatures in the range from 36 to 42 °C), suggesting presence of minor 7SR hybridizing sequence variants in both these hop materials. This transition region represents no more than 15% of the overall hybridization signal.

We showed by TGGE that there is a significant variability of 7S RNA expressed in hop leaves. Many different sequence variants of plant 7S RNA were

observed also by other authors in maize endosperm (Campos et al., 1989), wheat germ (Marshall-say et al., 1989) and in tomato tissues (Riedel et al., 1995). It has been speculated by Campos et al. (1989) that different RRP's are used in the translation of different proteins. If this is the case, then genetic polymorphism in expression of different 7SL RNA variants may exist, which could perhaps determine different physiological adaptability of different cultivars or individuals. We found some clear differences between TGGE spectra of 7SR hybridizing sequences from clone Osvald 72 and Yeoman, suggesting that such RNA polymorphism is at least expressed quantitatively. It is of interest to test the usefulness of the experimental system described above as a "TGGE fingerprinting" for the identification of hop cultivars. More experiments have to be performed in order to characterize precisely 7S RNA spectra in different hop cultivars and populations. Such experiments are in progress.

Acknowledgments

We greatly appreciate support of Prof. D. Riesner from The Institute of Physical Biology, Heinrich-Heine University in Düsseldorf. Authors thank Dr. M. Etscheid from The Institute of Physical Biology, Heinrich-Heine University in Düsseldorf for his help and for stimulating discussions. We thank Ing. P. Svoboda, Ph. D. from The Hop Institute in Žatec GmbH (Czech Republic) for his help in preparation of plant material.

The work was supported by grant GA 503/95/1583 from the Grant Agency of Czech Republic and by the Agreement about the Scientific Cooperation between Institute of Plant Molecular Biology, Academy of Sciences of the Czech Republic and Hop Institute GmbH, Žatec.

REFERENCES

ABBOTT, M. S. – FEDELE, M. J.: A DNA-based varietal identification procedure for hop leaf tissue. *J. Inst. Brew.*, 100, 1994: 283–285.
 AMASINO, R. M. – POWELL, A. L. T. – GORDON, M. P.: Changes in T-DNA methylation and expression are associated with phenotypic variation and plant regeneration in crown gall tissue. *Mol. Gen. Genet.*, 197, 1984: 437–446.
 BENSON, D. – LIPMAN, D. J. – OSTELL, J.: GenBank. *Nucl. Acids Res.*, 21, 1993: 2963–2965.
 CAMPOS, N. – PALAU, J. – ZWICH, Ch.: Diversity of 7 SL RNA from the signal recognition particle of maize endosperm. *Nucl. Acids Res.*, 17, 1989: 1573–1588.

JAKŠE, J. – ŠUŠTAR-VOZLIČ, J. – JAVORNIK, B.: Identification of hop cultivars by RAPD markers. *Proc. IPBA, Rogla, December 5–7, 1995*: 147–151.
 LEHRACH, H. – DIAMOND, D. – WOZNEY, J. M. – BOEDTKER, H.: RNA molecular weight determination by gel electrophoresis under denaturing conditions, a critical re-examination. *Biochemistry*, 16, 1977: 4743–4751.
 MARSHALLSAY, CH. – PREHN, S. – ZWIEB, CH.: cDNA cloning of the wheat germ SRP 7S RNAs. *Nucl. Acids Res.*, 17, 1989: 1771.
 MATOUŠEK, J. – DĚDIČ, P.: Acid nucleases in PSTV-infected tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) I. Levels of acid nuclease activity in healthy and PSTV-infected tomato leaves and callus tissues. *J. Pl. Physiol.*, 133, 1988: 340–344.
 MATOUŠEK, J. – SCHRÖDER, A. R. W. – TRNĚNÁ, L. – REIMERS, M. – BAUMSTARK, T. – DĚDIČ, P. – VLAŠÁK, J. – BECKER, I. – KREUZALER, F. – FLADUNG, M. – RIESNER, D.: Inhibition of viroid infection by antisense RNA expression in transgenic plants. *Biol. Chem. Hoppe-Seyler*, 375, 1994a: 765–777.
 MATOUŠEK, J. – TRNĚNÁ, L. – SVOBODA, P. – RŮŽKOVÁ, P.: Analysis of hop latent viroid (HLVd) in commercial hop clones in Czech Republic. *Rostl. Výr.*, 40, 1994b (10): 973–983.
 PILLAY, M. – KENNY, S. T.: Chloroplast DNA differences between cultivated hop, *Humulus lupulus* and the related species *H. japonicus*. *Theor. Appl. Genet.*, 89, 1994: 372–378.
 PORITZ, M. A. – SIEGEL, V. – HANSEN, W. – WALTER, P.: Small ribonucleoproteins in *Schizosaccharomyces pombe* and *Yarrowia lipolytica* homologous to signal recognition particle. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 85, 1988: 4315–4319.
 RIESNER, D. – STEGER, G. – ZIMMAT, R. – OWENS, A. – WAGENHOFER, M. – HILLEN, W. – VOLLBACH, S. – HENCO, K.: Temperature-gradient gel electrophoresis of nucleic acids: Analysis of conformational transitions, sequence variations, and protein-nucleic acid interactions. *Electrophoresis*, 10, 1989: 377–389.
 RIEDEL, L. – PÜTZ, A. – HAUSER, M. T. – LUCKINGER, R. – WASENEGER, M. – SÄNGER, H. L.: Characterization of the signal recognition particle (SRP) RNA population of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Pl. Mol. Biol.*, 27, 1995: 669–680.
 ULLU, E. – WEINER, A. M.: Human genes and pseudogenes for the 7SL RNA component of signal recognition particle. *The EMBO J.*, 3, 1985: 3303–3310.
 WALTER, P. – BLOBEL, G.: Signal recognition particle contains a 7S RNA essential for protein translocation across the endoplasmic reticulum. *Nature*, 299, 1982: 691–698.
 WALTER, P. – LINGAPPA, V. R.: Mechanism of protein translocation across the endoplasmic reticulum membrane. *Ann. Rev. Cell Biol.*, 2, 1986: 499–516.

Received on November 13, 1995

Contact Address:

RNDr. Jaroslav Matoušek, CSc., Ústav molekulární biologie rostlin AV ČR, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice, Česká republika, tel: 038/437 48, fax: 038/414 75

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

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

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

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

ROZLIŠENÍ ODRŮD ČIČORKY PESTRÉ (*CORONILLA VARIA* L.) POMOCÍ ELEKTROFORÉZY PROTEINŮ A ENZYMŮ

DISTINGUISHING OF CROWN VETCH VARIETIES (*CORONILLA VARIA* L.) BY MEANS OF PROTEIN AND ENZYME ELECTROPHORESIS

S. Sýkorová¹, J. Hofbauer², A. Šašek¹

¹Research Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně, Czech Republic

²Research Institute for Fodder Crops, Troubsko, Czech Republic

ABSTRACT: Electrophoretic analyses of seed proteins and seed enzymes were performed in three crown vetch (*Coronilla varia* L.) varieties: Kompolti (Hungary), Eroza (Czech Republic) and Penngift (USA) to find the possibility of their mutual distinguishing. The qualitative difference was found in esterase isoenzymes between Kompolti and Eroza varieties after PAGE (polyacrylamide gel column electrophoresis) at pH 8.9 and the quantitative one between them after slab PAGE of native proteins under the same conditions. No differences were found between Kompolti and Eroza varieties by SDS-PAGE of seed proteins; on the other hand, all procedures of protein and acid phosphatase electrophoresis documented the dissimilarity of American variety Penngift from Kompolti and Eroza varieties. According to these results Kompolti and Eroza varieties are in close relation to each other but distinguishable by means of native seed protein and esterase isoenzyme electrophoresis. Penngift variety is considerably different from two former ones.

crown vetch; *Coronilla varia* L.; varieties; identification; proteins; enzymes; electrophoresis

ABSTRAKT: Byla provedena elektroforetická analýza semenných proteinů a enzymů tří odrůd čičorky pestré (*Coronilla varia* L.): Kompolti (Maďarsko), Eroza (ČR) a Penngift (USA) pro zjištění jejich vzájemné odlišnosti. Mezi odrůdami Kompolti a Eroza byl nalezen kvalitativní rozdíl v souboru izoenzymů esteráz při elektroforetickém dělení ve sloupečcích 7,5% polyakrylamidového gelu (PAGE) při pH 8,9 a kvantitativní rozdíl v jedné bílkovinné složce po elektroforéze nativních proteinů v plotně téhož gelu. Polyakrylamidová gelová elektroforéza v přítomnosti SDS (SDS-PAGE) semenných proteinů neprokázala žádný rozdíl mezi uvedenými dvěma odrůdami. Naproti tomu všemi použitými postupy elektroforézy bílkovin a kyselých fosfatáz semen čičorky pestré byla prokázána odlišnost americké odrůdy Penngift od odrůd Kompolti a Eroza. Ze získaných výsledků vyplývá, že odrůdy Kompolti a Eroza jsou geneticky blízké, avšak rozlišitelné pomocí elektroforézy semenných proteinů a enzymů. Odrůda Penngift je od předchozích dvou značně odlišná.

čičorka pestrá; *Coronilla varia* L.; odrůdy; identifikace; proteiny; enzymy; elektroforéza

ÚVOD

Čičorka pestrá (*Coronilla varia* L.) je víceletá cizosprašná jetelovina, vhodná hlavně pro technické využití na svahy proti erozi, protože odnožuje kořenovými výhonky. Je možné ji používat i jako krmivo, ale pouze pro přežvýkavce; pro některá zvířata, např. nutrie, je jedovatá.

V USA existují tři odrůdy čičorky pestré (Chemung, Penngift a Emerald), v Maďarsku odrůda Kompolti a v ČR odrůda Eroza, která byla povolena v roce 1990 (Listina povolených odrůd, 1994). Od odrůd Chemung a Kompolti se Eroza liší vyšším počtem lodyh v trsu, pomalejším růstem a ranější butonizací a kvetením o 5 až 10 dní. Podle zkoušek SKZÚZ je u ní výnos semene o 50 % vyšší (Osvědčení ÚKZÚZ, 1990).

Maďarská odrůda i zmíněné tři americké odrůdy byly vyšlechtěny z plané flóry s následným výběrem. Ma-

teriál pro odrůdu Eroza byl získán sběrem plané flóry v okolí Troubska od roku 1973, přemnožením a výběrem na ranost kvetení, intenzitu odnožování a výšku porostu. Dalším negativním výběrem a přemnožením materiálu došlo k ustálení populace (Babinec et al., 1991).

Identifikace odrůd různých rostlinných druhů pomocí biochemických markerů, např. proteinů a enzymů, doplňuje hodnocení odrůd z hlediska odlišnosti, stálosti a vyrovnanosti. Elektroforéza v polyakrylamidovém gelu (SDS-PAGE) SDS-disociovaných celkových zásobních bílkovin semen je efektivní laboratorní metodou pro rozlišení odrůd cizosprašných píceň a leguminóz i přes jejich vysokou genetickou variabilitu (Gardiner, Forde, 1987). Tato technika byla vyvinuta jako další deskriptor pro doplnění morfologického popisu pro účely právní ochrany odrůd – Plant Variety Rights (Gardiner, Forde, 1992).

Cílem práce bylo vzájemné rozlišení odrůd čičorky pestré (*Coronilla varia* L.) Penngift (USA), Kompolti (Maďarsko) a Eroza (ČR) pomocí elektroforetických analýz nativních a SDS-disociovaných proteinů, esteráz a kyselých fosfatáz semen. Tyto poznatky pak mohou být případně využity pro účely právní ochrany odrůdy Eroza.

MATERIÁL A METODA

ROSTLINNÝ MATERIÁL

Byly použity originální vzorky semen tří odrůd čičorky pestré: Eroza (ČR), Kompolti (Maďarsko) a Penngift (USA) z Výzkumného ústavu picinářského v Troubsku. Z každého vzorku bylo odpočítáno náhodně 200 semen, z nichž byl připraven homogenní celozrnný šrot, který byl používán pro všechny analýzy. Tento postup odpovídá doporučením pro cizosprašné jeteloviny (Gardiner, Forde, 1992).

ELEKTROFORETICKÉ ANALÝZY

SDS-PAGE semenných proteinů

Doporučený postup SDS-PAGE pro jeteloviny (Gardiner, Forde, 1992)

Extrakční pufr (Smith, Payne, 1984) obsahoval 12,5 ml 1M Tris-HCl pH 6,8, 81 ml vody, 20 ml glycerolu, 4 g SDS, 20,14 ml 2-merkaptetanolu, 33,44 ml dimetylformamidu a 12 mg bromfenolové modři. Extrakce 20 mg šrotu s 0,25 ml extrakčního pufru probíhala přes noc při laboratorní teplotě za občasného míchání; následovalo zahřátí 10 min na 85 °C a poté centrifugace při 15 000 ot/min po dobu 5 min. Supernatanty byly aplikovány do zaostřovacího polyakrylamidového gelu (30 µl/kapsu).

Zaostřovací 5% polyakrylamidový gel obsahoval 0,068% SDS a Tris-PO₄ pufr o pH 6,8 a měl výšku 2 cm. Dělicí 12,5% polyakrylamidový gel obsahoval 0,1% SDS a Tris-HCl pufr o pH 8,9. Rozměr gelové plotny byl 11,0 x 25,0 x 0,2 cm a 24 kapes. Byl používán elektroforetický přístroj Desaphor VA 150 (Desaga, SRN). Elektrodotový pufr byl 0,38M Tris a 0,29M glycin s 0,1% SDS. Pro spodní elektrodotovou nádobu byl oproti horní zředěn 2 : 1. Dělení probíhalo směrem k anodě při maximálním napětí 220 V a odpovídajícím proudem po dobu cca 7 h, kdy barevný marker dosáhl vzdálenosti 1 cm od konce gelu.

Proteiny byly fixovány 30 min v roztoku metanol : voda : kyselina octová (5 : 5 : 1) a potom během 30 min třikrát promyty destilovanou vodou. Gely byly barveny v roztoku 0,02% Coomassie Brilliant Blue R 250 v 5% etanolu, 6% kyselině trichloroctové a 25% metanolu přes noc. Odbarvení nebylo nutné.

Klasický postup SDS-PAGE (Laemmli, 1970).

Extrakční pufr obsahoval 30 ml 0,25M Tris-HCl o pH 6,8, 48 ml vody, 24 ml 10% SDS, 12 ml glycerolu, 6 ml 2-merkaptetanolu a 1 mg bromfenolové modři. Extrakce 20 mg šrotu s 0,25 ml extrakčního pufru probíhala při laboratorní teplotě přes noc s občasným promícháním, následovalo zahřátí 2 min na vroucí vodní lázni a 5min centrifugace při laboratorní teplotě při 15 000 ot/min. Supernatanty byly aplikovány do jamek v zaostřovacím polyakrylamidovém gelu (30 µl/kapsu).

Zaostřovací 4,6% polyakrylamidový gel obsahoval 0,1% SDS a Tris-HCl pufr o pH 6,8 a měl výšku 2 cm. Dělicí 10% polyakrylamidový gel obsahoval 0,098% SDS a Tris-HCl pufr o pH 8,9. Rozměr gelové plotny byl 11,0 x 25,0 x 0,2 cm a 24 kapes. Byl používán elektroforetický přístroj Desaphor VA 150 (Desaga, SRN). Elektrodotový pufr byl 0,025M Tris a 0,192M glycin s 0,1% SDS (pH 8,3). Dělení probíhalo směrem k anodě při maximálním proudem 75 mA a odpovídajícím napětím cca po dobu 5 h, kdy barevný marker dosáhl vzdálenosti 1 cm od čela gelu.

Proteiny byly fixovány 30 min v 20% kyselině trichloroctové, promyty směsným roztokem metanol : kyselina octová : voda (25 : 10 : 65) 20 min a barveny přes noc v 0,0375% Coomassie Brilliant Blue R 250 ve výše uvedeném směsném roztoku. Gely byly odbarvovány 2h protřepáváním ve směsném roztoku a přes noc v destilované vodě.

Elektroforéza nativních proteinů a enzymů v polyakrylamidovém gelu (Davis, 1964)

V plotně gelu

Jako extrakční pufr byl používán 0,1M Na-acetátový pufr pH 5,0 s 10% glycerolem (Jones, 1987). Extrakce 20 mg šrotu s 0,25 ml extrakčního pufru byla prováděna přes noc v lednici za občasného promíchání, následovala 15min centrifugace při 12 000 ot/min při 2 °C. K supernatantům byl před aplikací na gel přidán vzorkový pufr (5 µl/100 µl vzorku): 0,25M Tris-HCl pH 6,8; 0,29M sacharóza; 0,2 mg/ml bromfenolová modř (Jones, 1987). Potom byly vzorky aplikovány přímo do jamek v zaostřovacím gelu (30 µl/jamku).

Zaostřovací 3,125% polyakrylamidový gel obsahoval Tris-HCl pufr o pH 6,7 (fotopolymerace s riboflavinem) a jeho výška byla 2 cm. Dělicí 7,5% polyakrylamidový gel obsahoval Tris-HCl pufr o pH 8,9. Rozměr gelové plotny byl 11,0 x 25,0 x 0,2 cm a 24 kapes. Elektroforéza probíhala v přístroji Desaphor VA 150 (Desaga, SRN) směrem k anodě při maximálním napětí 200 V a odpovídajícím proudem po dobu cca 4,5 h, kdy barevný marker dosáhl vzdálenosti 1 cm od čela gelu, teplota byla udržována do +8 °C (Frigostat, Desaga, SRN). Elektrodotový pufr byl 0,025M Tris a 0,19M glycin při pH 8,3 (Jones, 1987). Po elektro-

foréze byla část gelu použita k detekci esteráz a část k detekci proteinů.

Esterázy byly detekovány v roztoku 0,1M Na-fosfatového pufru o pH 6,4 s 0,02% 1-naftylacetátu a 0,1% Fast Blue RR (předem rozpuštěné v několika kapkách dimethylformamidu). Gely byly inkubovány v detekčním roztoku 30 min ve tmě za občasných protřepávání. Pruhy esterázové aktivity v gelu byly zbarveny hnědo-černě. Enzymové pruhy byly fixovány 7% kyselinou octovou.

Fixace, barvení a odbarvení proteinů bylo provedeno shodně jako v předešlém postupu.

Ve sloupečcích gelu

Extrakční pufr pro esterázy a kyselé fosfatázy byl stejný jako u předešlého postupu. Pro extrakci nativních proteinů byl použit 0,1M Tris-HCl o pH 7,5 s 20% sacharózou. Poměr šrotu a extrakčního činidla i postup extrakce byl shodný s předchozím postupem, právě tak jako centrifugace a úprava vzorku před aplikací. Do každé trubičky s gelem bylo aplikováno 200 μ l vzorku.

Gely připravené ve tvaru sloupečků o délce 7,0 cm a vnitřním průměru 0,6 cm měly shodné složení jako ve výše uvedeném postupu, také elektrodový pufr byl stejný. Byl použit elektroforetický přístroj pro 12 trubiček zhotovený v dílnách Ústavu experimentální botaniky ČSAV a zdroj stejnosměrného proudu Tesla BS 275. Elektroforetické dělení probíhalo směrem k anodě při 4 mA/trubičku po dobu cca 1,5 h, kdy barevný marker dosáhl 0,5 cm od konce trubiček, teplota byla udržována na +8 °C.

Detekce esteráz a barvení proteinů byly provedeny shodně jako v předchozím postupu.

Detekce kyselých fosfatáz byla uskutečněna v 0,1M Na-acetátovém pufru o pH 5,0 s 0,02% 1-naftylfosfátem a 0,1% Fast Blue RR (předem rozpuštěné v několika kapkách dimethylformamidu). K detekčnímu roztoku byl přidán 1 ml 1M $MgCl_2$ /100 ml pufru. Inkubace probíhala 2 h při 37 °C. Enzymové pruhy byly fixovány 7% kyselinou octovou.

Dokumentace získaných elektroforetických spekter

Byly změřeny hodnoty relativní elektroforetické mobility (REM) a stanoveny intenzity zbarvení jednotlivých pruhů – pětistupňová škála (S ý k o r o v á, H a d a č o v á, 1992). Spektrum v plochých gelech bylo dokumentováno obrazovou analýzou (Systém LUCIA D, Laboratory Imaging, ČR).

VÝSLEDKY A DISKUSE

SDS-PAGE semenných proteinů

Postupem, který publikovali Gardiner, Forde (1992), bylo identifikováno celkem 41 proteinových

pruhů (tab. I), z toho 18 se stopovou intenzitou zbarvení a 23 s intenzitou zbarvení 2 až 5. Mezi odrůdami Kompolti a Eroza nebyl nalezen žádný rozdíl; americká odrůda Penngift se od předchozích dvou odlišuje přítomností pruhů o REM 43,7; 46,4; 55,0 a 56,3 a naopak nepřítomností pruhů o REM 44,6; 54,5 a 55,4. Výsledek je patrný z tab. I, obr. 1a a detailně z obr. 2, kde šípky označují pruhy specifické pro americkou odrůdu Penngift a dvojici Kompolti a Eroza.

Klasickým postupem SDS-PAGE (Laemmli, 1970) bylo identifikováno celkem 36 proteinových pruhů (tab. II), z toho 9 se stopovou intenzitou zbarvení. Odrůdy Kompolti a Eroza vykazovaly shodné spektrum SDS-disociovaných proteinů a odrůda Penngift se opět odlišuje od předchozích dvou, jak je patrné z tab. II, nepřítomností pruhů o REM 22,6 a 24,3. Přestože hodnoty REM odlišných pruhů od odrůdy Penngift jsou blízké hodnotám u odrůd Kompolti a Eroza, je ze spektra zcela zřejmé, že jde o kvalitativně odlišné pruhy (obr. 1b). Podle obr. 1b, kde v dráze 4 zleva je spektrum standardu relativních molekulárních hmotností (29 000, 45 000, 67 000 a 92 500), rozdílné pruhy u odrůdy Penngift se vyskytují v rozsahu M_r 45 000 až 67 000.

Elektroforéza nativních proteinů a enzymů v polyakrylamidovém gelu

Při metodickém uspořádání v plotně gelu byl soubor izoenzymů esteráz u všech tří odrůd zcela shodný, nebyla nalezen žádný rozdíl (tab. III, obr. 3a). V elektroforetickém spektru nativních semenných proteinů byl nalezen kvantitativní rozdíl mezi odrůdami Kompolti a Eroza v intenzitě zbarvení pruhu o REM 17,2 (tab. IV, obr. 3b). Tento pruh je u odrůdy Eroza intenzivnější o dva stupně než u odrůdy Kompolti. Dále byl nalezen kvalitativní rozdíl mezi dvojicí odrůd Kompolti a Eroza a odrůdou Penngift ve výskytu pruhů o REM 16,6 a 17,8 pouze u odrůdy Penngift.

Při elektroforéze prováděné ve sloupečcích polyakrylamidového gelu soubor izoenzymů esteráz obsahoval mnohem více pruhů (13), jak uvádí tab. V, než bylo detekováno v plotně gelu (5), což je zřejmé z tab. III. Důvodem je pravděpodobně možnost v tomto metodickém uspořádání dávkovat na sloupečkový gel mnohem větší objem vzorku (200 μ l) než do jamky v plotně gelu (30 μ l).

Po detekci se tak ve sloupečcích zviditelní i pruhy, které pro nízkou koncentraci a aktivitu esteráz nejsou vůbec patrné v plotně gelu. Jak je patrné z tab. V, byl nalezen kvalitativní i kvantitativní rozdíl mezi odrůdou Kompolti a odrůdou Eroza, u níž zcela chybí pruh o REM 33,7 a je značně zeslaben pruh o REM 26,0. Odrůda Penngift se od ostatních dvou odlišuje nepřítomností pruhu o REM 72,1. Soubor izoenzymů kyselých fosfatáz se skládal pouze ze tří až čtyř pruhů (tab. V), které byly u odrůdy Kompolti a Eroza zcela shodné a u odrůdy Penngift zcela odlišné od předcho-

I. REM a intenzita zbarvení jednotlivých proteinových složek po SDS-PAGE semenných proteinů čičorky pestré (postup podle Gardiner, Forde, 1992) – REM and intensity of colouring of different protein components after SDS-PAGE of seed proteins of crown vetch (procedure after Gardiner, Forde, 1992)

REM	Intenzita zbarvení pruhu u odrůdy ¹		
	Kompolti	Eroza	Penngift
17,1	1	1	1
18,9	1	1	1
20,7	1	1	1
22,5	1	1	1
25,7	1	1	1
27,9	1	1	1
32,4	1	1	1
35,6	1	1	1
39,2	2	2	2
40,5	1	1	1
43,7	–	–	3
44,6	3	3	–
46,4	–	–	2
49,5	4	4	4
50,9	4	4	4
51,8	5	5	5
52,7	1	1	1
54,5	1	1	–
55,0	–	–	2
55,4	1	1	–
56,3	–	–	1
58,6	4	4	4
59,5	4	4	4
61,3	1	1	1
62,2	1	1	1
63,1	2	2	2
64,4	1	1	1
65,8	2	2	2
67,1	2	2	2
70,7	2	2	2
73,0	2	2	2
73,4	1	1	1
77,9	2	2	2
82,0	5	5	5
84,2	2	2	2
86,5	1	1	1
88,7	2	2	2
91,0	2	2	2
93,7	2	2	2
95,5	1	1	1
97,7	3	3	3

¹intensity of band colouring of varieties

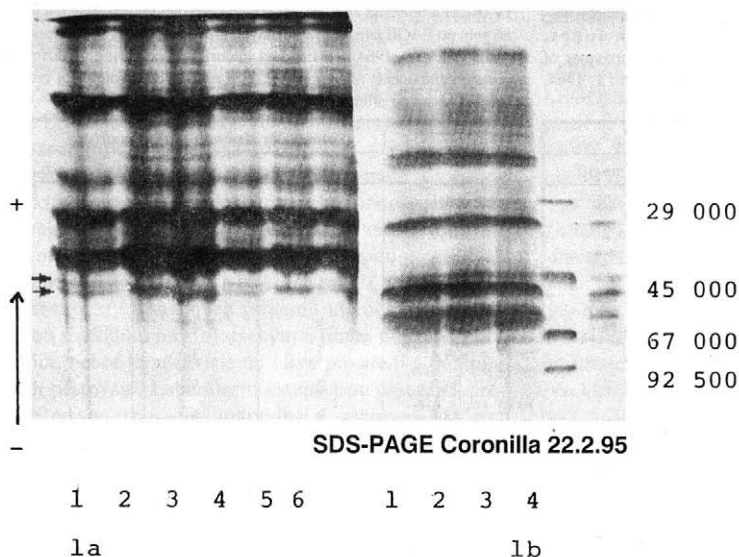
zích dvou odrůd a navíc se stopovou intenzitou zbarvení. Rovněž proteinových pruhů bylo na sloupečkových gelech detekováno více (17) než na plotně gely (12), zřejmě z týchž důvodů jako u esteráz (tab. VI), rozdíl

II. REM a intenzita zbarvení jednotlivých proteinových složek po SDS-PAGE semenných proteinů čičorky pestré (postup podle Laemmli, 1970) – REM and intensity of colouring of different protein components after SDS-PAGE of seed proteins of crown vetch (procedure after Laemmli, 1970)

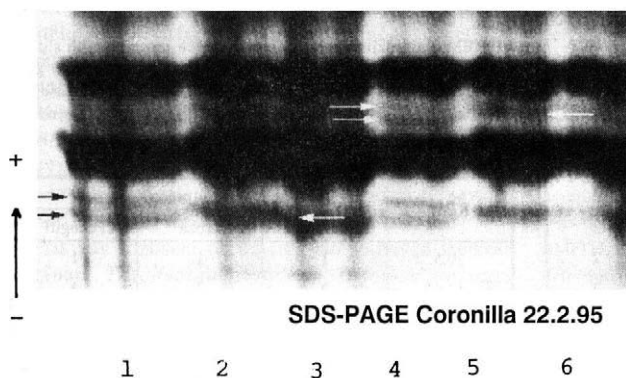
REM	Intenzita zbarvení pruhu u odrůdy ¹		
	Kompolti	Eroza	Penngift
7,9	3	3	3
16,4	3	3	3
18,1	1	1	1
20,9	3	3	3
22,0	1	1	–
22,6	–	–	3
23,7	3	3	–
24,3	–	–	3
25,4	2	2	2
27,7	3	3	3
29,4	3	3	3
31,6	3	3	3
33,3	2	2	–
37,3	2	2	2
39,0	4	4	4
41,2	3	3	3
44,6	2	2	2
47,5	2	2	2
48,6	1	1	1
50,3	1	1	1
53,7	3	3	3
54,8	4	4	4
58,2	2	2	2
59,9	2	2	2
61,6	1	1	1
63,3	1	1	1
65,0	1	1	1
68,9	3	3	3
70,6	4	4	4
72,9	2	2	2
74,6	2	2	2
76,3	3	3	3
79,7	1	1	1
82,5	1	1	1

¹intensity of band colouring of varieties

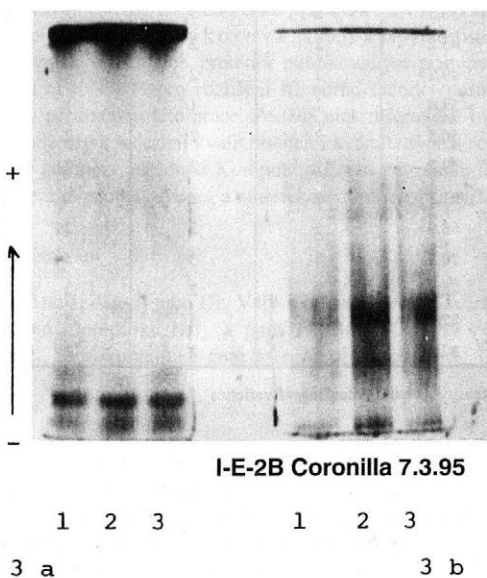
zaznamenané mezi odrůdami Kompolti a Eroza (tab. VI) byly však pouze nevýrazně kvantitativní (1 stupeň intenzity) u pruhů o REM 12,9; 32,3 a 36,3. V tomto metodickém uspořádání byl pro proteiny zkoušen ještě další extrakční pufr o vyšším pH (7,5 oproti 5,0), avšak jeho použití nepřineslo žádné podstatné zlepšení, naopak tímto postupem nebyl zjištěn žádný kvalitativní rozdíl v nativních proteinech mezi dvojicí odrůd Kompolti a Eroza a odrůdou Penngift, takže vhodnějším extrakčním pufrem byl jednoznačně 0,1M Na-acetátový pufr s pH 5,0. Toto zjištění prokázalo velkou důležitost



1. Semenné proteiny čičorky pestré po SDS-PAGE; a) postup podle Gardiner, Forde (1992); odrůdy: 1, 4 – Penngift, 2, 5 – Eroza, 3, 6 – Kompolti; b) postup podle Laemmli (1970); odrůdy: 1 – Kompolti, 2 – Eroza, 3 – Penngift, 4 – standard M. h. – Seed proteins of crown vetch after SDS-PAGE; a) procedure after Gardiner, Forde (1992); varieties: 1, 4 – Penngift, 2, 5 – Eroza, 3, 6 – Kompolti; b) procedure after Laemmli (1970); varieties: 1 – Kompolti, 2 – Eroza, 3 – Penngift, 4 – standard of M. w.



2. Semenné proteiny čižorky pestré po SDS-PAGE (postup podle Gardiner, Forde, 1992); detail oblasti spektra s odlišnými pruhy (šipky); odrůdy: 1, 4 – Penngift, 2, 5 – Eroza, 3, 6 – Kompolti – Seed proteins of crown vetch after SDS-PAGE (procedure after Gardiner, Forde, 1992); detail of pattern zone with different bands (arrows); varieties: 1, 4 – Penngift, 2, 5 – Eroza, 3, 6 – Kompolti



3a. Soubor izoenzymů esteráz semen čičorky pestré po PAGE v plotně gelu; odrůdy: 1 – Penngift, 2 – Eroza, 3 – Kompolti – Esterase isoenzyme pattern of crown vetch after slab PAGE; varieties: 1 – Penngift, 2 – Eroza, 3 – Kompolti

3b. Elektroforetické spektrum nativních semenných proteinů čičorky pestré po PAGE v plotně gelu; odrůdy: 1 – Penngift, 2 – Eroza, 3 – Kompolti – Electrophoretic spectrum of native seed proteins of crown vetch after slab PAGE; varieties: 1 – Penngift, 2 – Eroza, 3 – Kompolti

III. REM a intenzita zbarvení izoenzymů esteráz semen čičorky pestré po PAGE v plotně gely (postup podle Davis, 1964; Jones, 1987) – REM and intensity of colouring of esterase isoenzymes of crown vetch seeds after slab PAGE (procedure after Davis, 1964; Jones, 1987)

REM	Intenzita zbarvení pruhu u odrůdy ¹		
	Kompolti	Eroza	Penngift
3,0	2	2	2
5,4	2	2	2
9,6	3	3	3
14,4	1	1	1
20,9	1	1	1

¹intensity of band colouring of varieties

V. REM a intenzita zbarvení izoenzymů esteráz a kyselých fosfatáz z extraktu semen čičorky pestré ve sloupečcích polyakrylamidového gely (postup podle Davis, 1964) – REM and intensity of colouring of esterase and acid phosphatase isoenzymes from extract of crown vetch seeds in polyacrylamide gel columns (procedure after Davis, 1964)

	REM	Intenzita zbarvení pruhu u odrůdy ¹		
		Kompolti	Eroza	Penngift
Esterázy ¹	16,3	3	3	3
	20,2	3	3	3
	26,0	3	1	3
	33,7	2	–	2
	40,4	3	3	3
	43,3	2	2	2
	49,0	2	2	2
	53,8	2	2	2
	58,7	3	3	3
	63,5	3	3	3
	67,3	1	1	1
	72,1	3	3	–
	79,8	1	1	1
Kyselé fosfatázy ²	39,1	–	–	–
	42,9	3	3	–
	45,5	–	–	1
	54,3	3	3	–
	62,9	3	3	1
	70,0	–	–	1

¹intensity of band colouring of varieties, ²esterases, ³acid phosphatases

správné volby metodických podmínek pro každý konkrétní řešený případ.

Z uvedených výsledků elektroforetického dělení semenných proteinů a enzymů čičorky pestré (*Coronilla varia* L.) je patrné, že mezi odrůdami Kompolti (Maďarsko) a Eroza (ČR) byl nalezen kvalitativní rozdíl v souboru izoenzymů esteráz po elektroforéze ve sloupečcích polyakrylamidového gely a kvantitativní rozdíl v jedné proteinové složce po elektroforéze nativních proteinů v plotně polyakrylamidového gely.

IV. REM a intenzita zbarvení jednotlivých proteinových složek v plotně gely po PAGE nativních semenných proteinů čičorky pestré (postup podle Davis, 1964) – REM and intensity of colouring of different protein components after slab PAGE of native seed proteins of crown vetch (procedure after Davis, 1964)

REM	Intenzita zbarvení pruhu u odrůdy ¹		
	Kompolti	Eroza	Penngift
14,1	1	1	1
16,6	–	–	1
17,2	1	3	–
17,8	–	–	1
26,4	3	3	2
29,4	2	3	2
31,3	2	3	2
38,7	1	1	1
44,8	1	1	1
52,8	1	1	1
55,2	1	1	1
64,4	1	1	1

¹intensity of band colouring of varieties

VI. REM a intenzita zbarvení jednotlivých proteinových složek z extraktu semen čičorky pestré po PAGE ve sloupečcích gely (postup podle Davis, 1964) – REM and intensity of colouring of different protein components from extract of crown vetch seeds in polyacrylamide gel columns after PAGE (procedure after Davis, 1964)

REM	Intenzita zbarvení pruhu u odrůdy ¹		
	Kompolti	Eroza	Penngift
10,5	1	1	1
12,9	2	3	3
19,4	2	2	2
25,0	2	2	2
32,3	2	3	3
36,3	2	3	3
45,2	2	2	2
49,2	2	2	2
52,4	1	1	1
56,5	2	2	2
59,7	2	2	2
61,3	2	2	2
66,9	2	2	2
70,2	3	3	3
75,8	2	2	2
82,3	3	3	3
87,9	2	2	2

¹intensity of band colouring of varieties

SDS-PAGE semenných proteinů ve dvou metodických modifikacích neprokázala žádný rozdíl mezi odrůdami Kompolti a Eroza. Naproti tomu všemi postupy elektroforézy SDS-disociovaných i nativních proteinů a kyselých fosfatáz byla prokázána odlišnost americké

odrůdy Penngift od dvojice Kompolti a Eroza. Elektroforéza semenných esteráz v plotně gelu neprokázala žádný rozdíl mezi třemi analyzovanými odrůdami.

Ze získaných výsledků vyplývá, že odrůdy Kompolti a Eroza jsou geneticky velmi blízké, avšak pomocí elektroforetických analýz rozlišitelné, i když rozdíly nalezené elektroforézou jsou poměrně malé a všechna spektra vykazují vysoký stupeň podobnosti. Odrůda Penngift je od ostatních dvou odrůd značně odlišná, zřejmě díky svému geografickému původu.

Jak uvádějí Gardiner, Forde (1992), použití elektroforézy semenných proteinů má některé výhody oproti tradičním morfologickým a jiným popisným kritériím, neboť je nezávislé na vlivu prostředí a podmínkách pěstování. Laboratorní vstupy jsou omezené, protože nejsou zkoušeny individuální genotypy v rámci odrůdy – populace; analýza šrotu z objemově většího vzorku suchých semen stabilizuje výsledek, což umožňuje diferenciaci morfologicky obtížně rozlišitelných odrůd (např. Gardiner et al., 1986). Při použití hromadného vzorku semen, jak doporučují Gardiner, Forde (1992), je nutné považovat získané výsledky za orientační. Pro hodnocení vnitroodrůdového bílkovinného polymorfismu a jím podmíněné genetické struktury odrůdy by však bylo třeba analyzovat semena jednotlivých rostlin populace tvořících odrůdu. Další vhodnou metodou pro rozlišení odrůd např. *Lolium perenne* (Gilliland et al., 1982) je elektroforetická analýza alosymů, ale při vyšších nákladech než u techniky se semennými proteiny, neboť jsou analyzovány jednotlivé klíčící rostliny odrůdy – populace.

Příklady rozlišení odrůd různých krmných leguminóz (např. *Trifolium subterraneum*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Lotus pedunculatus* Cav. a *Ornithopus sativus* Brot.) uvádějí Gardiner, Forde (1992). Postupy elektroforézy doporučené citovanými autory, jakož i pokus o využití polymorfismu izoenzymů semenných esteráz (Sýkorová, Hadačová, 1992), kyselých fosfatáz (Sýkorová, 1995) a polymorfismu nativních semenných proteinů publikovaným postupem (Davis, 1964) pro rozlišení tří odrůd čičorky pestré, byly předmětem této práce. Použité elektroforetické metody vedly k nalezení kvalitativních i kvantitativních rozdílů jak mezi odrůdami Kompolti a Eroza navzájem, tak i mezi uvedenou dvojicí a americkou odrůdou Penngift.

Poděkování

Autoři děkují paní Dr. Věře Hadačové, CSc., za cenné metodické rady a paní Dr. Janě Opatrné, CSc., za dokumentaci gelů na přístroji Lucia D.

LITERATURA

- BABINEC, J. – BUMERL, J. – FOJTÍK, A. – JANEČEK, J. – HOFBAUER, J. a kol.: New varieties of forage crops released in 1989 and 1990. *Sci. Stud.*, 12, 1991: 193–201.
- DAVIS, D. J.: Disc electrophoresis. I. Method and application to human serum protein. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 121, 1964: 404–427.
- GARDINER, S. E. – FORDE, M. B. – SLACK, C. R.: Grass cultivar identification by sodium dodecylsulphate polyacrylamide gel electrophoresis. *N. Z. J. Agric. Res.*, 29, 1986: 193–206.
- GARDINER, S. E. – FORDE, M. B.: SDS polyacrylamide gel electrophoresis of grass seed proteins: a method for cultivar identification of pasture grasses. *Seed Sci. Technol.*, 15, 1987: 663–674.
- GARDINER, S. E. – FORDE, M. B.: Identification of cultivars of grasses and forage legumes by SDS-PAGE of seed proteins. In: LINSKENS, H. F. – JACKSON, J. F. (eds): *Seed analysis*. Berlin, Heidelberg, Springer Verlag 1992: 43–61.
- GILLILAND, T. J. – CAMLIN, M. S. – WRIGHT, C. E.: Evaluation of phosphoglucosomerase allozyme electrophoresis for the identification and registration of cultivars of perennial ryegrass (*Lolium perenne*). *Seed Sci. Technol.*, 10, 1982: 415–430.
- JONES, B. L.: Identifying United States malting barley varieties. In: *Biochemical identification of varieties*. Mat. III. Int. Symp. ISTA, Leningrad, USSR, 1987: 195–199.
- LAEMMLI, U. K.: Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, 227, 1970: 680–685.
- SMITH, D. B. – PAYNE, P. I.: A procedure for the routine determination of electrophoretic band patterns of barley and malt endosperm proteins. *J. Nat. Inst. Agric. Bot.*, 16, 1984: 487–498.
- SÝKOROVÁ, S. – HADAČOVÁ, V.: Methodical notes to the use of esterase isoenzymes in characterization of spring barley (*H. vulgare* L.) varieties. *Sci. Agric. bohemoslov.*, 24, 1992: 15–28.
- SÝKOROVÁ, S.: Elektroforetická spektra esteráz a kyselých fosfatáz zrna v souboru povolených odrůd ječmene setého (*H. vulgare* L.). *Genet. a Šlecht.*, 31, 1995 (2): 1–10.
- Osvědčení o výsledku státních odrůdových zkoušek. Čičorka pestrá – *Coronilla varia* L. cv. TB. 2. ÚKZÚZ, 1990.
- Listina povolených odrůd polních plodin, zelenin, kořeninových a technických plodin, léčivých rostlin, ovocných druhů a révy vinné, platná od roku 1994. Brno, SKZÚZ, OOO, MZe ČR, 1994.

Došlo 10. 10. 1995

Kontaktní adresa:

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

Oznamujeme čtenářům a autorům našeho časopisu,

že v návaznosti na časopis *Scientia agriculturae bohemoslovaca*, který až do roku 1992 vycházel v Ústavu vědeckotechnických informací Praha, vydává od roku 1994

Česká zemědělská univerzita v Praze

časopis

SCIENTIA AGRICULTURAE BOHEMICA

Časopis si zachovává původní koncepci reprezentace naší vědy (zemědělství, lesnictví, potravinářství) v zahraničí a jeho obsahem budou původní vědecké práce uveřejňované v angličtině s rozšířenými souhrny v češtině.

Časopis je otevřen nejširší vědecké veřejnosti a redakční rada nabízí možnost publikace pracovníkům vysokých škol, výzkumných ústavů a dalších institucí vědecké základny.

Příspěvky do časopisu (v angličtině, popř. v češtině či slovenštině) posílejte na adresu:

**Česká zemědělská univerzita v Praze
Redakce časopisu *Scientia agriculturae bohemica*
165 21 Praha 6-Suchbát**

INVENTORY OF GREENHOUSE GASES EMISSION COMING FROM AGRICULTURAL WASTE BURNING IN SLOVAK REPUBLIC

INVENTARIZÁCIA SKLENÍKOVÝCH PLYNOV VZNIKAJÚCICH SPALOVANÍM ODPADOV V POĽNOHOSPODÁRSTVE SR

K. Kováč

Research Institute of Plant Production, Piešťany, Slovak Republic

ABSTRACT: The calculation of greenhouse gases (CH_4 , CO , N_2O and NO_x) coming from the burning of agricultural wastes (crops residues and wood trees cutting) in the field conditions was carried out in the Slovak Republic. The calculation of emissions was made according to IPCC methodology (1994). It was found that in the years 1990, 1995, 2000 the annual total figures represented 15 542; 17 922 and 13 572 t of emissions. The portion of emissions from the total figures expressed in per cent represented (in the order CO , CH_4 , NO_x and N_2O) 94; 4; 1.99 and 0.01%. The highest value of the CO pollutant per 1 t of dry matter presented burning of the waste grapewoods (70 kg/t of dry matter).

agricultural waste burning; greenhouse emission

ABSTRAKT: Podľa metodiky IPCC (1994) bola urobená kalkulácia skleníkových plynov (CH_4 , CO , N_2O , NO_x) vznikajúcich spaľovaním odpadov rastlinnej výroby. Emisie podľa rokov (1990, 1995, 2000) predstavovali 15 542; 17 922 a 13 572 t. Podiel jednotlivých skleníkových plynov z celkového uvoľneného množstva v roku 1990 predstavoval (podľa poradia CO , CH_4 , NO_x a N_2O) 94; 4; 1,99 a 0,01 %. Najviac polutanta CO na 1 t sušiny biomasy sa uvoľnilo pri spaľovaní odpadového dreva viniča (70 kg/t sušiny).

spaľovanie odpadov v poľnohospodárstve; skleníkové plyny

INTRODUCTION

A lot of organic matter (e.g. the plant residues, grapewoods and fruitwoods) in agriculture is obtained by crop harvesting and winter cutting. The closed circulation of matter is supposed to exist in the ecological and ecologically orientated farming system. They require not to export the biomass production behind the agroecosystem line (Kováč, 1994). In spite of this finding the part of the biomass in agriculture is burned in natural surroundings and a certain part is liquidated by the fires which cause the material loss as well as the damage to the environment (Lobert et al., 1990; Delmas, 1993; Lacaux et al., 1993).

Fires are recorded by the Statistics Bureau. There is however only inadequate knowledge about the amount of grapewoods and fruitwoods obtained by the winter cutting. The straw burning is not recorded although there is a common opinion that it is detrimental. The burning of agricultural waste in field conditions (plant residues, waste wood) represents the source of CH_4 , CO , N_2O , and NO_x emissions which causes the greenhouse effect in the atmosphere. On the other hand, organic matter represents a relevant source of organic

carbon and nitrogen which, after the shattering and plowing down (or as the case may be after the mulching), can improve the soil organic matter balance (Sotáková, 1983; Jurčová, 1991; Rasmussen, Collins, 1991).

MATERIAL AND METHODS

Methodology of emission estimation and calculation was made according to IPCC methodology. It is based on a total carbon released, which is a function of the amount and efficiency of biomass burnt, the carbon content of the biomass and the application of emission ratios of CH_4 and CO to total carbon released and N_2O and NO_x to total nitrogen released from biomass fires which are available from the scientific literature on biomass burning.

A. Total soil carbon release was calculated by following procedure (formula): C_t = annual production data (t of biomass per year) for each crop and waste wood of grapes and fruits x the average dry matter fraction (t of dry matter/t of biomass) x the fraction actually burnt in the field x combustion efficiency

(fraction) x the carbon fraction (t of carbon/t of dry matter).

Following emission ratios were used for calculations of burning agricultural residues: 0.005 for CH₄, 0.06 for CO, 0.007 for N₂O and 0.124 for NO_x emissions. Combustion efficiency of plant residues and waste wood was estimated (90 and 87%, resp., Delmas, Ahuja, 1993). The carbon fraction for the straw of cereals 45%, stalk maize 46% (Jurčová, 1991), for grapewoods 48% and fruitwoods 50% (Robert et al., 1990) was used. For cereals residues of 86% dry matter content, for stalk maize 50% and for waste wood 50% was used.

B. Emission of CH₄, CO, N₂O, NO_x:

- CH₄ = C released x emission ratios x 16/12
- CO = C released x emission ratios x 28/12
- N₂O = C released x emission ratios x 44/28
- NO_x = C released x emission ratios x 30/14

Calculation was made for the years 1990, 1995 and 2000. Calculation of straw production (including stubble and residues) was made by the formula: Annual grain production x coefficient (residue : grain product). Following coefficients were used in calculation: for wheat 1.3, for rye 1.6, for barley 1.2, for oats 1.3 and for maize 1.0. The actual cereals grain production was used in the year 1990 in calculation. For the years 1995 and 2000 the quantity of biomass was estimated according to The Conception of Agrarian Policy. The quantity of waste grapewoods was estimated by Valachovič (1995), for a high wiring construction 2.550 t/ha in the natural condition (moisture) and for a middle one 1.770 t/ha. The figures were reduced by 15% according to the reduced number of plants. The quantity of waste fruitwoods was estimated by Hričovský (1994) according to the different fruit trees. The inventory of greenhouse immission was made within the framework of the National Programme of reduction of greenhouse gases emission into the atmosphere. In the paper we present only results of emissions calculation. The tables of worksheet are at author's workplace.

RESULTS

1990

The fraction of actually burnt organic matter in the field was estimated by the statistical figures (Statistical Report). For the year 1990 the rate of 3% of cereals straw and 20% of stalk maize was determined. As for the waste grapewood we have calculated only woods from private farming as the state farms and cooperative farm have used the most of the waste wood for plowing down (into the soil). It represents approximately 10 000 t of organic carbon. The fraction of fruitwood actually burnt in the field represents 100%. The results of the greenhouse gases are in the Tab. I. It follows from Tab. I that 689 t of CH₄, 21.9 t of N₂O, 318 t of NO_x and 14 513 t of CO were released in the year 1990. From the point of view of the quantity emission per 1 t of the dry matter CO was the highest (63 to 70 kg/t of dry matter) and the smallest one was N₂O (from 0.06 to 0.07 kg/t of dry matter). The portion of CO represented 94%, CH₄ 4%, NO_x 1.99% and the portion of N₂O represented about 0.01% (Figs 1, 2).

1995

For the year 1995 more portions of burning residues were estimated (5%), comparing to the year 1990. It was based on increasing fires in the 1990 to 1994 season, compared to the 1998 to 1999 season. The emissions in the year 1995 are in Tab. II. The quantity of emissions, compared to the year 1990, was higher by 15%. The portion of greenhouse gases and their absolute quantity per 1 t of dry biomass matter is approximately the same as in the year 1990. 7 500 t of organic carbon was input to the soil using the plowing down of the waste grapewoods.

2000

The emissions in the year 2000 are in the Tab. III. The quantity of emissions, compared to the year 1990,

I. Agricultural waste burning in the year 1990

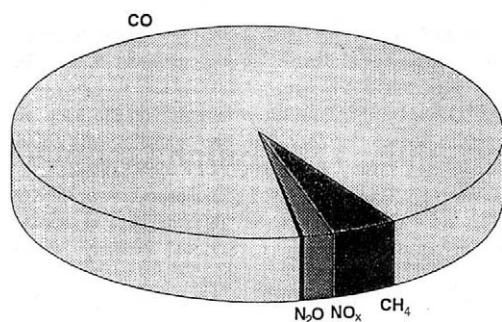
Source category	Activity data		Emission estimate				Aggregate emission factors			
Sector specific data	annual burning of crop residues	carbon fraction	full mass of pollutant				pollutant per 1 t of dry matter			
(units)	(kg/t dm)	(t/t dm)	(t)				(kg/t dm)			
			CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO
Crop residues	115.98	0.45** 0.46**	347	8	184	7 328	3	0.07	1.6	63
Grapewood	2.75	0.48	9	0.2	4	185	3.3	0.06	1.3	67
Fruitwood	100	0.50	333	13.7	130	7 000	3.3	0.06	1.3	70
Total			689	21.9	318	14 513				

* cereals residues by Jurčová (1991)

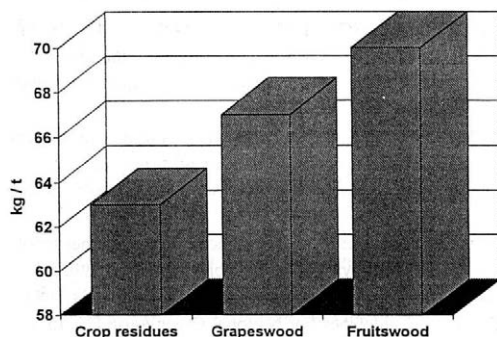
** maize residues by Jurčová (1991)

grapewood by Robert et al. (1990)

fruitwood by Delmas, Ahuja (1993)



1. Aggregated GHGs emissions coming from agricultural waste burning expressed in t of CO, H₂O, NO_x, CH₄ in the year 1990



2. CO emission coming from agricultural waste burning expressed in kg/t of dry matter in the year 1990

were lower by 13%. But the figures are lower by 32%, compared to the year 1995. It was caused by a lower portion of the burnt waste in agriculture, by the assumption of a new legislation, higher ecological awareness of people and a new economic policy supporting the plowing down of organic matter. We supposed that 30% of fruitwoods and 60 to 70% of grapewoods will be plowed down in the future. The figures represent 27 000 t of organic carbon (9 000 t of organic carbon from the grapewoods and 18 000 t of organic carbon from the fruitwoods).

DISCUSSION

It is important to note that the inventory of greenhouse gases from burning agricultural wastes should be considered as the first frame estimation. The uncertainty of the results is affected by the input data. As for the estimation of cereals burnt residues, we consider about 25 to 30% of uncertainty. The figures concerning waste grapewoods come from the Complex Wine and Vinicultural Research Institute in Bratislava. The average of grapewoods weight was calculated from seven grape cultivars at high and middle wirings. This estimation represents uncertainty of input data about ± 15 to $\pm 25\%$. We had a lot of problems with obtaining data, concerning the quantity of wastes of fruitwood trees. The area of fruit trees from the state and cooperative farms is recorded, but the information about private farms is absent.

II. Agricultural waste burning in the year 1995

Source category	Activity data		Emission estimate				Aggregate emission factors			
Sector specific data	annual burning of crop residues	carbon fraction	full mass of pollutant				pollutant per 1 t of dry matter			
(units)	(kg/t dm)	(t/t dm)	(t)				(kg/t dm)			
			CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO
Crop residues	160.83	0.45* 0.46**	485	13.3	285	10 200	3	0.08	1.7	63
Grapewood	4.38	0.48	14	0.3	7	294	3.2	0.06	1.5	67
Fruitwood	84.7	0.50	295	4.8	115	6 209	3.3	0.05	1.3	70
Total			794	18.4	407	13 703				

III. Agricultural waste burning in the year 2000

Source category	Activity data		Emission estimate				Aggregate emission factors			
Sector specific data	annual burning of crop residues	carbon fraction	full mass of pollutant				pollutant per 1 t of dry matter			
(units)	(kg/t dm)	(t/t dm)	(t)				(kg/t dm)			
			CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO
Crop residues	114.54	0.45* 0.46**	346	8.0	190	7 259	3.1	0.07	1.7	63
Grapewood	4.52	0.48	14	0.6	14	283	3.1	0.07	1.5	67
Fruitwood	73.08	0.50	243	4	95	5 116	3.3	0.05	1.3	70
Total			603	12.6	299	12 658				

The Statistics Bureau uses the figures concerning the number of fruit trees only. Similarly, the information about the quantity of waste woods are missing in Slovak papers. Therefore, the data activity have more uncertainty. Estimation of uncertainty ranges at the level of ± 30 to $\pm 40\%$. The amount of agricultural wastes coming from field burning varies by a country, crop and management systems. Cereal crops produce from 0.6 to 2.5 t of straw per 1 t of grain. Burning of agricultural wastes in the fields is a common practice in the developing world. It is used for removing straw and stubble after harvest to prepare the field for the next cropping cycle. It follows from the scientific literature that share of crop residue burnt in the developing countries is about 20 to 25% and in developed ones it is up to 10% of the total production. This is a sphere which needs further research and may lead to more detailed emission estimation methods in the future. The Energy Conception of the Slovak Republic supposes the use of cereals straw for the energy aims up to 25% of the total production.

REFERENCES

- DELMAS, R. A.: An overview of present knowledge on methane emission from biomass burning. In: AMSTEL, A. R. VAN (ed.): Methane and nitrous oxides, methods in national emission inventories and options for control. Proc. Int. IPPC Wksh, Amersfoort, 3–5 February 1993.
- DELMAS, R. A. – AHUJA, D.: Estimating national methane emission from anthropogenic biomass burning. In: AMSTEL, A. R. VAN (ed.): Methane and nitrous oxides, methods in national emission inventories and options for control. Proc. Int. IPPC Wksh, Amersfoort, 3–5 February 1993.
- HRIČOVSKÝ, I.: Možnosti využitia celkovej biomasy z ovocných sádov a plantáží. In: Biologické dni 5, Odb. Semin. Nitra, VŠP 1994.
- JURČOVÁ, O.: Primárne zdroje humusotvorného materiálu v orných pôdach. In: Zbor. Ref. Ekologické aspekty poľnohospodárskej výroby, Bratislava, VÚPP 1991: 189–213.
- KOVÁČ, K.: Trvalo udržateľné poľnohospodárstvo. In: KOVÁČ, K. – GÖRANSSON, M.: Integrované a ekologické systémy rastlinnej výroby. I. [Skriptá.] Piešťany, VÚRV 1994.
- LACAUX, J. P. – CHACHIER, H. – DELMAS, R. A.: Biomass burning in Africa: An overview of its impact on atmospheric chemistry. In: CRUTZEN, P. J. – GOLDAMER, J. G. (eds): Fire in the environment: The ecological, atmospheric and climatic importance of vegetation fires. J. Wiley and Sons Ltd. 1993.
- LOBERT, J. M. – SCHARFE, D. H. – HAO, W. M. – CRUTZEN, P. J.: Importance of biomass burning in the atmospheric budgets of nitrogen-containing gases. *Nature*, 346, 1990: 552–554.
- RASMUSSEN, P. E. – COLLINS, H. P.: Long-term impacts of tillage, fertilizer, and crop residue on soil organic matter in temperate semiarid regions. *Adv. Agron.*, 45, 1991: 93–133.
- VALACHOVIČ, A.: Výsledky stanovenia priemernej hmotnosti zrezaného dreva viniča. [Osobné zdieľanie.] 1995.
- SOTÁKOVÁ, S.: Humus v pôde. Bratislava, Príroda 1983.
- IPCC Draft Guidelines For National Greenhouse Gas Inventories. 1994.
- Koncepcné zámery rozvoja agrokomplexu. RoI. Nov., 1993.
- Štatistická ročenka požiarovosti 1992, 1993, 1994. [Hlavná správa zboru požiarnej ochrany.] MV SR.

Received on September 21, 1995

Contact Address:

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

Vědecká konference ke 100. výročí narození prof. S. Práta

Mezi významné akce českých a slovenských botaniků, rostlinných fyziologů a biochemiků, realizované v roce 1996, jistě patří vědecká konference uspořádaná Katedrou fyziologie rostlin Přírodovědecké fakulty pod záštitou Univerzity Karlovy, Akademie věd ČR, Jihočeské univerzity, SEBR a Botanické společnosti k oslavě nedožitých 100. narozenin prof. PhDr. Silvestra Práta, DrSc. (1. 12. 1895–1. 8. 1990), která se konala 18. 1. 1996 v Praze, v prostorách Katedry biochemie Přírodovědecké fakulty na Albertově a v teoretických ústavech jmenované fakulty ve Viničné ulici.

Konferenci zahájil vedoucí Katedry fyziologie rostlin doc. RNDr. J. Luštinec, CSc., který po pozdravném projevu proděkana Přírodovědecké fakulty UK doc. RNDr. P. Pikálka, CSc., zhodnotil celoživotní dílo prof. Práta, prvního žáka prof. B. Němce a spoluvůdce čs. botaniky a rostlinné fyziologie.

Prof. Prát absolvoval Filozofickou fakultu UK v Praze v roce 1919. O čtyři roky později se habilitoval na nově vzniklé Přírodovědecké fakultě UK a v roce 1938 se stal jejím řádným profesorem. O rok později, před uzavřením českých vysokých škol A. Hitlerem, mu bylo svěřeno vedení Ústavu pro fyziologii rostlin. V roce 1955 se stal řádným členem ČSAV.

Na konferenci se sešlo mnoho jeho žáků i bývalých spolupracovníků, kteří nejen vzpomínali na svého vel-

kého učitele, ale i si sdělovali své nejnovější vědecké poznatky z oblasti experimentální fyziologie rostlin.

Zvlášť hluboký dojem na všechny účastníky konference zanechala přednáška nestárnoucí a stále vitální 81leté paní Dr. D. Dykyjové-Sajfertové o ekofyziologických projektech, řešených na jejím pracovišti ÚEB AV ČR v Třeboni, kterou přednesla spatra.

Součástí konference bylo i slavnostní vyhlášení výsledků soutěže o cenu prof. Práta. Díky velkorysé podpoře švýcarské společnosti Jana Husa a zejména jejího prezidenta pana Françoise Brélaze mohla Katedra fyziologie rostlin vypsat soutěž o cenu prof. Práta za původní publikaci, která v posledních dvou letech významně přispěla k rozvoji a mezinárodnímu uznání české fyziologie rostlin. Cena byla dotována částkou 20 000 Kč. Členové Katedry fyziologie rostlin spolu s přizvanými mimofakultními odborníky vybrali ze šesti přihlášených prací původní práci dr. E. Zažímalové, CSc., a spolupracovníků, věnovanou regulaci syntézy a vazby auxinu v buněčných kulturách tabáku, zveřejněnou v *J. Exp. Bot.*, 46, 1995: 1205–1214.

Vedle odborných přednášek zahrnoval program konference i řadu posterů (plakátových sdělení), které byly hojně obeslány a živě diskutovány.

Doc. RNDr. Ing. Josef Zahradníček, CSc.

ÚSTŘEDNÍ ZEMĚDĚLSKÁ A LESNICKÁ KNIHOVNA, PRAHA 2, SLEZSKÁ 7

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna v Praze (dále jen ÚZLK), která je jednou z největších zemědělských knihoven na světě, byla založena v roce 1926. Již od počátku šlo o knihovnu veřejnou. Knihovna v současné době obsahuje více než jeden milion svazků knih, cestovních zpráv, dizertací, literatury FAO, svázaných ročníků časopisů z oblasti zemědělství, lesnictví, veterinární medicíny, ekologie a dalších oborů. Knihovna odebírá 750 titulů domácích a zahraničních časopisů. Informační prameny získané do fondu jsou v ÚZLK zpracovávány do systému katalogů – je budován jmenný katalog a předmětový katalog jako základní katalogy knihovny a dále různé speciální katalogy a kartotéky. Počátkem roku 1994 přistoupila ÚZLK k automatizovanému zpracování knihovního fondu v systému CDS/ISIS.

Pro informaci uživatelů o nových informačních pramenech ve fondech ÚZLK zpracovává a vydává knihovna následující publikace: Přehled novinek ve fondu ÚZLK, Seznam časopisů objednaných ÚZLK, Přehled rešerší a tematických bibliografií z oboru zemědělství, lesnictví a potravinářství, AGROFIRM – zpravodaj o přírůstcích firemní literatury (je distribuován na disketách), AGROVIDEO – katalog videokazet ÚZLK.

V oblasti mezinárodní výměny publikací knihovna spolupracuje s 800 partnery ze 45 zemí světa. Knihovna je členem IAALD – mezinárodní asociace zemědělských knihovníků. Od září 1991 je členem mezinárodní sítě zemědělských knihoven AGLINET a od 1. 1. 1994 je depozitní knihovnou materiálů FAO pro Českou republiku.

Knihovna poskytuje svým uživatelům následující služby:

Výpůjční služby

Výpůjční služby jsou poskytovány všem uživatelům po zaplacení ročního registračního poplatku. Mimopražští uživatelé mohou využít možností meziknihovní výpůjční služby. Vzácné publikace a časopisy se však půjčují pouze prezenčně.

Reprografické služby

Knihovna zabezpečuje pro své uživatele zhotovování kopií obsahů časopisů a následné kopie vybraných článků. Na počkání jsou zhotovovány kopie na přání uživatelů. Pro pražské a mimopražské uživatele jsou zabezpečovány tzv. individuální reproslužby.

Služby z automatizovaného systému firemní literatury

Jsou poskytovány z databáze firemní literatury, která obsahuje téměř 13 000 záznamů 1 700 firem.

Referenční služby

Knihovna poskytuje referenční služby vlastních databází knižních novinek, odebíraných časopisů, rešerší a tematických bibliografií, vědeckotechnických akcí, firemní literatury, videotéky, dále z databází převzatých – Celostátní evidence zahraničních časopisů, bibliografických databází CAB a Current Contents. Cílem je podat informace nejen o informačních pramenech ve fondech ÚZLK, ale i jiné informace zajímavé zemědělskou veřejností.

Půjčování videokazet

V AGROVIDEU ÚZLK jsou k dispozici videokazety s tematikou zemědělství, ochrany životního prostředí a příbuzných oborů. Videokazety zasílá AGROVIDEO mimopražským zájemcům poštou.

Uživatelům knihovny slouží dvě studovny – všeobecná studovna a studovna časopisů. Obě studovny jsou vybaveny příručkovou literaturou. Čtenáři zde mají volný přístup k novinkám přírůstků knihovního fondu ÚZLK.

Adresa knihovny:

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna
Slezská 7
120 56 Praha 2

Výpůjční doba:

pondělí, úterý, čtvrtek:	9.00–16.30
středa	9.00–18.00
pátek	9.00–13.00

Telefonické informace:

vedoucí:	25 23 92, e-mail: IHOCH@uzpi.agrec.cz
referenční služby:	25 90 96, 25 75 41/linka 520
časopisy:	25 32 25
výpůjční služby:	25 75 41/linka 415
meziknihovní výpůjční služby:	25 75 41/linka 304
Fax:	25 70 90
E-mail:	e-mail: ÚZLK@uzpi.agrec.cz

POKYNY PRO AUTORY

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

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

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

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

Vlastní úprava rukopisu má odpovídat státní normě ČSN 88 0220 (formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhozů na řádku, mezi řádky dvojité mezery), k rukopisu je vhodné přiložit disketu s prací pořízenou na PC v některém textovém editoru, nejlépe v T602, 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 popisem. Musí vyjádřit všechno podstatné, co je obsaženo ve vědecké práci, a má obsahovat základní číselné údaje včetně statistických hodnot. Musí obsahovat klíčová slova. Nemá překročit rozsah 170 slov. Je třeba, aby byl napsán celými větami, nikoliv heslovitě. Je uveřejňován a měl by být dodán ve stejném jazyce jako vědecká práce.

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

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

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

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

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

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

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

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

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

OBSAH – CONTENTS

Kuráž V., Čermák P., Gurtz J.: Vliv zvrstvení rekultivovaných profilů výsypek na vodní režim – Influence of stratification of reclaimed slopes of dumps on water regime	145
Kovanda F., Růžek P.: Rychlost uvolňování amonných iontů ze zeolitů obohacených amonným dusíkem v půdním prostředí – The release of ammonium-ions from the ammonium-enriched zeolites in the soil system	149
Makovníková J., Kanianska R.: Zmeny pôdnej reakcie a obsahu aktívneho hliníka vyvolané simuláciou kyslých zrážok – Changes in soil reaction and active aluminium content induced by simulation of acid precipitation	155
Mačuhová K.: Vplyv opakovaného pestovania ozimnej pšenice na štruktúru úrody – Effect of winter wheat continual growing on yield structure	161
Gregová E., Longauer I., Žák I., Kraic J.: Electrophoretic distinguishing of cultivated oats (<i>Avena sativa</i> L.) by seed storage proteins – Elektroforetické rozlišovanie ovsu (<i>Avena sativa</i> L.) pomocou zásobných semenných bielkovín	169
Matoušek J., Trněná L.: 7SL RNA polymorphism in hop (<i>Humulus lupulus</i> L.) – Polymorfismus 7SL RNA u chmelu otáčivého (<i>Humulus lupulus</i> L.)	173
Sýkorová S., Hofbauer J., Šašek A.: Rozlišení odrůd čičorky pestré (<i>Coronilla varia</i> L.) pomocí elektroforézy proteinů a enzymů – Distinguishing of crown vetch varieties (<i>Coronilla varia</i> L.) by means of protein and enzyme electrophoresis	179
Kováč K.: Inventory of greenhouse gases emission coming from agricultural waste burning in Slovak Republic – Inventarizácia skleníkových plynov vznikajúcich spaľovaním odpadov v poľnohospodárstve SR	187
Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA – FROM THE SPHERE OF SCIENCE	
Zahradníček J.: Vědecká konference ke 100. výročí narození prof. S. Práta	191