

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

ROSTLINNÁ VÝROBA

Plant Production

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

5

VOLUME 45
PRAHA
KVĚTEN 1999
ISSN 0370-663X

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

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

Redakční rada – Editorial Board

Předseda – Chairman

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

Členové – Members

Prof. Dr. Márta Birkás (Agrártudományi Egyetem, Gödöllő, Hungária)
Ing. Helena Donátová, CSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)
Prof. Ing. Václav Fric, DrSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)
Prof. Dr. Günter Kahnt (Institut für Pflanzenbau und Grünland, Universität Hohenheim, Stuttgart, BRD)
Prof. Ing. Josef Kozák, DrSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)
Prof. Ing. Lubomír Mínx, DrSc. (Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, ČR)
Ing. Timotej Miština, CSc. (Výzkumný ústav rastlinnej výroby, Piešťany, SR)
Doc. Ing. Jan Moudrý, CSc. (Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, České Budějovice, ČR)
Prof. RNDr. Lubomír Nátr, DrSc. (Karlova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Praha, ČR)
Dr. Peter Newbould (The Macaulay Land Use Research Institute, Aberdeen, Scotland, UK)
Ing. Jaromír Procházka, CSc. (Výzkumný ústav pícninářský, Troubsko u Brna, ČR)
Prof. Ing. Stanislav Procházka, DrSc. (Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, ČR)
Doc. Ing. Vlastimil Rasocha, CSc. (Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod, ČR)
Prof. Dr. Heinrich W. Scherer (Agrikulturchemisches Institut der Rheinischen Friedrich Wilhelms-Universität, Bonn, BRD)
Doc. Ing. Ladislav Slavík, DrSc. (Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, ČR)
Prof. Ing. Václav Vaněk, CSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)
Ing. Marie Váňová, CSc. (Zemědělský výzkumný ústav, Kroměříž, ČR)
Prof. Ing. Karel Voříšek, CSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)
Doc. Ing. František Vrkoč, DrSc. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, ČR)
Prof. Dr. hab. Kazimiera Zawislak (Akademia Rolniczo-Techniczna, Olsztyn, Polska)

Vedoucí redaktorka – Editor-in-Chief

RNDr. Eva Stříbrná

Cíl a odborná náplň: Časopis publikuje původní vědecké práce, výsledky výzkumu, studie a analýzy z oblastí rostlinné výroby, především pěstování rostlin, tvorby výnosů plodin, kvality jejich produktů, semenářství, fyziologie rostlin, agrochemie, pedologie, mikrobiologie, meliorací a agroekologie. Časopis je citován v bibliografickém časopise *Current Contents – Agriculture, Biology and Environmental Sciences*. Abstrakty z časopisu jsou zahrnuty v těchto databázích: *Agricola*, *Agris*, *CAB Abstracts*, *Current Contents on Diskette – Agriculture, Biology and Environmental Sciences*, *Czech Agricultural Bibliography*, *Toxline Plus*, *WLAS*.

Periodicita: Časopis vychází měsíčně (12x ročně), ročník 45 vychází v roce 1999.

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, Česká republika, tel.: 02/24 25 79 39, fax: 02/24 25 39 38, e-mail: editor@login.cz. Den doručení rukopisu do redakce je publikován jako datum přijetí k publikaci.

Informace o předplatném: Objednávky na předplatné jsou přijímány pouze na celý rok (leden-prosinec) a měly by být zaslané na adresu: Ústav zemědělských a potravinářských informací, vydavatelské oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Cena předplatného pro rok 1999 je 816 Kč.

Aims and scope: Original scientific papers, results of research, review studies and analyses from the crop production sector, particularly care of crops, crop yield formation, quality of plant products, seed production, plant physiology, agrochemistry, soil science, microbiology and agri-ecology are published in this periodical.

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 45 appearing in 1999.

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, Czech Republic, tel.: 02/24 25 79 39, fax: 02/24 25 39 38, e-mail: editor@login.cz. The day the manuscript reaches the editor for the first time is given upon publication as the date of reception.

Subscription information: Subscription orders can be entered only by calendar year (January–December) and should be sent to: Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Subscription price for 1999 is 195 USD (Europe), 214 USD (overseas).

VLIV ODRŮDOVÉ ČISTOTY NA JAKOST DEKLAROVANÝCH ODRŮD POTRAVINÁŘSKÉ PŠENICE

THE EFFECT OF VARIETAL PURITY ON THE QUALITY OF DECLARED VARIETIES OF FOOD WHEAT

A. Šašek¹, J. Černý², P. Humpolíková³, J. Pekárková⁴

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

²*Czech University of Agriculture, Praha, Czech Republic*

³*Ramill Co., Ltd., Praha, Czech Republic*

⁴*Institute of Chemical Technology, Praha, Czech Republic*

ABSTRACT: At present the declaration of variety has become a part of the purchase of wheat. The variety represents a guarantee of required hereditary traits and properties including food and baking quality. The study was aimed at determining the effect of admixtures of supplementary (the Siria variety) and non-food (the Trane variety) wheat on the quality of food wheat of the elite grade (the Brea variety). At the same time the suitability of electrophoresis of gliadins and HMW glutenin subunits for the control of varietal declaration was investigated. Experimental variants were created based on electrophoretic analysis of supplied samples, the varieties Brea, Siria, Trane as mixtures of the Brea variety with the varieties Siria and Trane in different percentage ratio. To separate gliadins (SGE) and to set gliadin allelic blocks the published procedures (Šašek, Sýkorová, 1989) were used. Electrophoresis of HMW glutenin subunits (SDS PAGE) and setting of allelic glutenin blocks were carried out according to the described methodology (Laemmli, 1970; Payne et al., 1981). To judge the effects of admixtures on baking quality sedimentation value according to Axford and Zeleny was determined. Moreover, extensographic values were determined and baking test was performed (Ramill). The data obtained were statistically evaluated using the computer program MS Excel for Windows 95. The prerequisite of the control of varietal rightness or varietal purity of individual wheat doses using electrophoresis of protein markers is specificity of electrophoretic spectra of the mentioned proteins of each registered wheat variety. The study discusses the identical and similar electrophoretic spectra of some varieties and the effect of their substitutes on the baking quality. The results of sedimentation tests indicate that 15 or 20%, resp., share of admixtures (the varieties Siria or Trane, resp.) decreased the sedimentation value of the control variety Brea. The results of extensographic assessment (extensographic maximum, extensographic energy) and direct baking trial (specific volume of baking, bulk productivity) confirmed significant decrease of baking quality in the used criteria after reaching the 20% limit of admixture of low-quality variety or the mixture of low-quality varieties.

Keywords: wheat; baking quality; varietal declaration; admixture; electrophoresis; varietal rightness

ABSTRAKT: Cílem práce bylo stanovit vliv příměsí doplňkové (odrůda Siria) a nepotravinářské (odrůda Trane) pšenice na jakost potravinářské pšenice třídy elita (odrůda Brea). Současně byla sledována vhodnost elektroforézy gliadinů a VMH podjednotek gluteninů pro kontrolu odrůdové deklarace. Pokusné varianty byly vytvořeny na základě elektroforetické analýzy dodaných vzorků odrůd Brea, Siria, Trane jako směsi odrůdy Brea s odrůdami Siria a Trane v různém procentuálním poměru. K separaci gliadinů (SGE) a vyčlenění gliadinových alelických bloků byly použity publikované postupy (Šašek, Sýkorová, 1989). Elektroforéza VMH podjednotek gluteninů (SDS PAGE) a vyčlenění alelických gluteninových bloků se uskutečnilo podle popsané metodiky (Laemmli, 1970; Payne et al., 1981). K posouzení účinků příměsí na pekařskou jakost byla stanovena sedimentační hodnota podle Axforda a podle Zeleného, dále byly stanoveny extenzografické hodnoty a byla provedena pekařská zkouška (Ramill). Získané údaje byly statisticky hodnoceny pomocí počítačového programu MS Excel pro Windows 95. Předpokladem kontroly odrůdové pravosti, resp. odrůdové čistoty jednotlivých dávek pšenice pomocí elektroforézy bílkovinných markerů je specifická elektroforetická spektra zmíněných bílkovin každé registrované odrůdy pšenice. V práci jsou diskutována identická a podobná elektroforetická spektra některých odrůd a vliv jejich záměn na pekařskou jakost. Výsledky sedimentačních testů naznačují, že 15%, resp. 20% podíl příměsí (Siria, Trane) snížil sedimentační hodnotu kontrolní odrůdy Brea. Výsledky extenzografického hodnocení (extenzografické maximum, extenzografická energie) a přímého pekařského pokusu (měrný objem pečiva, objemová vydatnost) potvrdily významné snížení pekařské jakosti v použitých kritériích po dosažení hranice 20% příměsí nekvalitní odrůdy, resp. směsi nekvalitních odrůd.

Klíčová slova: pšenice; pekařská jakost; odrůdová deklarace; příměs; elektroforéza; odrůdová pravost

ÚVOD

V současné době se deklarace odrůdy stává součástí nákupu pšenice. Odrůda je považována za spolehlivou záruku žádaných dědičných znaků a vlastností, včetně potravinářské a pekařské jakosti. Vzhledem k ekonomickému významu potravinářské pšenice požaduje proto ČSN 46 1100-2, aby pěstitel deklaroval při jejím prodeji zpracovateli odrůdovou pravost.

Registrované odrůdy pšenice jsou rozděleny podle technogických vlastností do jakostních tříd E, A, B. Skupina E (elitní) představuje odrůdy s velmi dobrou pekařskou jakostí. Skupina A pak odrůdy dobré, samostatně zpracovatelné a skupina B odrůdy chlebové, doplňkové, zpracovatelné ve směsích. Skupina C zahrnuje pšenice nevhodné pro potravinářské účely (ÚKZÚZ, 1998).

Ke kontrole odrůdové pravosti a odrůdové čistoty jednotlivých dávek potravinářské pšenice (osiva, merkantilu) lze používat rychlou a objektivní metodu elektroforézy bílkovinných genetických markerů – prolaminových a glutelinových bílkovin zrna. Pro stanovení odrůdové pravosti a odrůdové čistoty pšenice obecně a ječmene setého byly v roce 1998 přijaty české technické normy ČSN 46 1085-1 a ČSN 46 1085-2. Normy využívají dvě metody elektroforézy bílkovin – jednak v polyakrylamidovém gelu (PAGE), jednak ve škrobovém gelu (SGE) (ČSN 1998).

Cílem práce bylo stanovit vliv příměsí, především nepotravinářské pšenice, na jakost pšenice potravinářské třídy elita. Procentuální zastoupení příměsí, tj. četnostní třídy příměsí, v jednotlivých dávkách (v pokusných variantách) byla simulována pomocí elektroforézy gliadinů ve škrobovém gelu. Současně byla sledována použitelnost elektroforézy gliadinů a podjednotek gluteninů

s vysokou molekulární hmotností (VMH) pro zjištění odrůdové deklarace a stupně odrůdové čistoty.

MATERIÁL A METODA

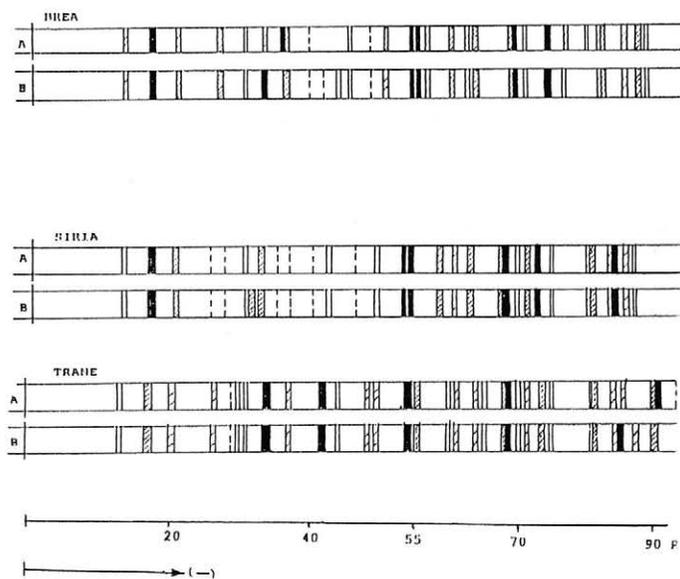
Ke zjištění vlivu příměsí pekařsky horších odrůd v dávce deklarované odrůdy s vysokou pekařskou jakostí byly použity odrůdy pšenice Brea (E, dodavatel Morstar, a. s., ŠS Branišovice, 1997), Siria (B, dodavatel Selgen, a. s., ŠS Stupice, 1997) a Trane (C, dodavatel Selgen, a. s., ŠS Stupice, 1996).

Pokusné varianty byly vytvořeny na základě elektroforetické analýzy gliadinů uvedených odrůd jako směsi odrůdy Brea s příměsí, tj. odrůdou Siria a Trane v různém procentuálním zastoupení (tab. III).

Gliadinové bílkoviny zrna použitých odrůd byly separovány vertikální elektroforézou gliadinů ve sloupcích škrobového gelu v Al-laktátovém pufru při pH 3,1 (Šašek, Sýkorová, 1989). Alelické gliadinové bloky byly vyčleněny z gliadinových elektroforetických spekter publikovaným postupem (Šašek, Sýkorová, 1989). Od každé odrůdy bylo k určení skladby gliadinů analyzováno jednotlivě 24 zrn. Podle gliadinových spekter hodnocených odrůd byly sestaveny variantní směsi s požadovaným procentuálním zastoupením příměsí (odrůd Siria a Trane).

Pro genetickou determinaci pekařské jakosti použitých odrůd proběhla též elektroforetická analýza podjednotek gluteninů s vysokou molekulovou hmotností (VMH) v polyakrylamidovém gelu za přítomnosti SDS (SDS PAGE) (Laemmli, 1970). Alelické bloky byly vyčleněny z gluteninových spekter postupem, který popsal Payne et al. (1981).

Použité bodové hodnoty predikce pekařské jakosti jednotlivých alelických bloků podjednotek gluteninů



1. Elektroforeogramy gliadinů (SGE) odrůd Brea, Siria a Trane – Electrophoretograms of gliadins (SGE) of the varieties Brea, Siria and Trane

s VMH vycházejí z dřívějších publikací (Payne et al., 1987; Lukow et al., 1989; Hammer et al., 1992). Bodové hodnoty predikce pekařské jakosti jednotlivých gliadinových alelických bloků zveřejnil Černý, Šašek (1996).

K posouzení účinků příměsí na pekařskou jakost bylo použito:

1. stanovení sedimentační hodnoty zrna (šrotu) – SDS test podle Axforda (podle normy PN 232/93)
2. stanovení sedimentační hodnoty mouky – SDZ test podle Zeleného (podle ICC standardu 116)
3. stanovení extenzografických charakteristik (podle normy ČSN ISO 5530-2, 56 0114)
4. přímé stanovení pekařské kvality (metoda pekařského pokusu Ramill)

Získané výsledky byly statisticky hodnoceny použitím počítačového programu MS Excel 7 pro MS Windows 95.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Etalonové elektroforeogramy gliadinů hodnocených odrůd Brea, Siria a Trane jsou znázorněny na obr. 1. Soubory alelických gliadinových bloků, vyčleněné z elektroforeogramů dodaných vzorků zrna hodnocených odrůd, jsou uvedeny společně s alelickými bloky VMH podjednotek gluteninů v tab. I.

Elektroforézou gliadinů dodaného vzorku odrůdy Brea byla zjištěna pouze jedna gliadinová linie (A), obsahující blok 1B4, tj. marker střední až vyšší pekařské jakosti s bodovou hodnotou predikce pekařské jakosti 5,5.

Blok GLD 1B4 současně markeruje intenzivnější, produktivnější odrůdy. Přítomnost druhé linie, vybavené gliadinovým blokem 1B1, tj. markerem vysoké pekařské jakosti s bodovou hodnotou predikce pekařské jakosti 8,00, nebyla v daném vzorku zjištěna.

U dalších dvou hodnocených gliadinově dvouliniových odrůd (Siria, Trane) byla pozorována shoda mezi etalonovými spektry a spektry gliadinů, získaných analýzou dodaných vzorků. Zjištěná změna v relativním zastoupení gliadinových linií A a B u odrůdy Siria by neměla ovlivňovat genetickou dispozici odrůdy Siria pro pekařskou jakost. Obě linie vykazují stejný počet bodů predikce pekařské jakosti. U dodaného vzorku zrna odrůdy Trane byl pozorovaný změněný poměr v relativním zastoupení gliadinových linií A a B výhodnější pro posouzení kontaminace jakostní odrůdy Brea příměsí zrna nepotravinářské pšenice.

Předpokladem využití metody elektroforézy bílkovinných genetických markerů, tj. gliadinů a podjednotek gluteninů s VMH, pro kontrolu deklarované odrůdové pravosti a čistoty je jedinečnost, resp. specifická elektroforetická spektra každé registrované odrůdy pšenice.

Pro identifikaci odrůd pšenice elektroforetickou analýzou gliadinů a podjednotek gluteninů s VMH je nezbytná znalost přírodního polymorfismu v elektroforetické skladbě zmíněných bílkovinných genetických markerů. V případě polymorfních odrůd je jejich genetická struktura charakterizována počtem gliadinových či gluteninových linií. Odrůdy či populace je proto nutné verifikovat, resp. identifikovat podle počtu a zastou-

I. Soubory alelických bloků gliadinů a VMH podjednotek gluteninů dodaných vzorků pšenice – Sets of allelic blocks of gliadins and HMW glutenin subunits of wheat samples supplied

N	Odrůda ¹	Vzorek ²	Linie ³		Gliadinové alelické bloky lokusů ⁴						
			n	%	1-1A	2-1A	1B	1D	6A	6B	6D
1	Brea	Morstar	A	0	2	0	1	1	1	1	1
			B	100	2	0	4	1	1	1	1
2	Siria	Selgen	A	87	4	0	4	4	2	1	5
			B	13	4	2	4	4	2	1	5
3	Trane	Selgen	A	25	3	0	3	1	3	1	4
			B	75	3	0	3	1	2	1	4
N	odrůda	vzorek	linie		gluteninové alelické bloky lokusů ⁵			ΣGLD	ΣGLU	ΣGLD + GLU	třída pekařské jakosti ⁶ /jakostní skupina ⁷
			n	%	1A	1B	1D				
1	Brea	Morstar	A	0	0	7 + 9	5 + 10	15	7	22	9/E
			B	100	0	7 + 9	5 + 10	15	7	22	
2	Siria	Selgen	A	87	0	7 + 9	5 + 10	16	7	23	5-6/B
			B	13	0	7 + 9	5 + 10	16	7	23	
3	Trane	Selgen	A	25	0	6 + 8	2 + 12	11,5	4	15,5	1/C
			B	75	0	6 + 8	2 + 12	10	4	14	

ΣGLD = součet gliadinových bodů predikce pekařské jakosti – sum of gliadin points of baking quality prediction

ΣGLU = součet gluteninových bodů predikce pekařské jakosti – sum of glutenin points of baking quality prediction

ΣGLD + GLU = součet GLD a GLU bodů predikce pekařské jakosti – sum of GLD and GLU points of baking quality prediction

¹variety, ²sample, ³line, ⁴gliadin allelic blocks of loci, ⁵glutenin allelic blocks of loci, ⁶class of baking quality, ⁷quality group

II. Odrůdy pšenice s identickými nebo podobnými elektroforetickými spektry gliadinů a VMH podjednotek gluteninů – Wheat varieties with identical or similar electrophoretic spectra of gliadins and HMW glutenin subunits

Skupina ¹	Stupeň identity ²	Odrůda ³	GLD alelické bloky ⁴						GLU alelické bloky ⁵			Pekařská jakost ⁶		
			1-1A	2-1A	1B	1D	6A	6B	6D	1A	1B	1D	třída ⁷	skupina ⁸
I.	1	Regina	9	2	4	1	2	N6	5	0	7 + 9	5 + 10	A	7-8
		Ina	9	2	4	1	2	N6	5	0	7 + 9	5 + 10	B	6
	3	Estica	9	2	4	1	2	N12	1	0	6 + 8	2 + 12	C	4
		Simona	9	2 + 3	4	1	2	1	4	0	7 + 9	2 + 12		4
II.	3	Samanta	2	0	4	1	2	1	1	0	7 + 8	5 + 10	A	7
		Bruta	2	0	4	1	1	3	6	0	6 + 8	5 + 10	A	7
	4	Vega	2	2	4	9	2	3	1	0	7 + 8	5 + 10		7
III.	2	Asta	4	0	4	9	2	N14	N11	0	7 + 9	5 + 10	B	6
		Ritmo	4	0	4	9	2	N14	N11	1	6 + 8	2 + 12	C	4
	4	Siria	4	0	4	9	2	1	5	0	7 + 9	5 + 10	B	5-6
IV.	1	Viginta	2	0	1	1	1	1	1	0	7 + 9	5 + 10		7
		Bruneta	2	0	1	1	1	1	1	0	7 + 9	5 + 10	B	6-7
		Brea	2	0	1 (+4)	1	1	1	1	0	7 + 9	5 + 10	E	9
		Astella	2	0	1	(2)	1	1	1	0	7 + 9	5 + 10	B	5
V.	2	Alka	3	0	4	9	2	2	N1	0	6 + 8	5 + 10	A	7
		Alana	3	0	4	9	2	2	N1	0	7 + 8	2 + 12	A	7
VI.	4	Blava	2	0	1	N2	1	3	6	0	7 + 9	5 + 10	A	6-7
		Boka	2	0	1	1	2	N1	4	0	7 + 9	5 + 10	B	7
VII.	1	Saxana	0	2	1	7	N1	1	2	1	7 + 9	5 + 10	A	7
		Linda	0	2	1	7	N1	1	2	1	7 + 9	5 + 10	A	6
	4	Munk	0	2	1	7	N1	1	1	0	7 + 9	5 + 10	A	7

Stupeň identity spekter – Degree of spectrum identity:

1. shodná spektra GLD + GLU (VMH) – identical spectra GLD + GLU (HMW)

2. shodná spektra GLD, rozdílná spektra GLU (VMH) – identical spectra GLD, different spectra GLU (HMW)

3. výskyt odlišných bloků GLD náležejících do společné skupiny alelických GLD bloků – occurrence of different GLD blocks belonging to the common group of allelic GLD blocks

4. výskyt odlišných alel nenáležejících do společné skupiny alelických GLD bloků – occurrence of different alleles not belonging to the common group of allelic GLD blocks

Hodnocení pekařské jakosti – Evaluation of the baking quality:

nové (třída) – new (class)

E = elitní potravinářská pšenice – elite food wheat

A = kvalitní potravinářská pšenice – high-quality food wheat

B = chlebová potravinářská pšenice – breadmaking wheat

C = nevhodná pro potravinářské účely – unsuitable for food purposes

původní (skupina) – original (group)

9-8 = velmi dobrá, zlepšující – very good, improving

7 = dobrá, samostatně zpracovatelná – good, independently treatable

6-7 = doplňková, zpracovatelná ve směsi – additional, treatable in mixture

5-3 = málo vhodná pro pekařské zpracování – a little suitable for baking processing

1-2 = nevhodná pro pekařské zpracování – unsuitable for baking processing

I.-VI. = ozimá pšenice – winter wheat

VII. = jarní pšenice – spring wheat

¹group, ²degree of identity, ³variety, ⁴GLD allelic blocks, ⁵GLU allelic blocks, ⁶baking quality, ⁷class, ⁸group

pení jednotlivých gliadinových a gluteninových linií, typických pro danou odrůdu nebo populaci.

Odrůdy pšenice obecně, registrované od roku 1997, byly verifikovány souběžnou elektroforézou gliadinů (SGE) a podjednotek gluteninů s VMH (SDS PAGE). Celkem bylo analyzováno 44 odrůd ozimého a jarního typu. Ze 44 hodnocených odrůd vykazuje 38 odrůd jedinečná, pro odrůdu specifická spektra gliadinů a podjednotek gluteninů s VMH. Těchto 38 odrůd je tedy

možné spolehlivě a rychle identifikovat elektroforézou gliadinů a gluteninů s VMH podle elektroforetických spekter specifických pro odrůdy. Zcela identická elektroforetická spektra jak gliadinů, tak i VMH podjednotek gluteninů vykazují odrůdy ozimé pšenice Regina a Ina či dvojice odrůd Viginta a Bruneta. Mezi jarními pšenicemi mají identická gliadinová a gluteninová elektroforetická spektra odrůdy Linda a Saxana. Uvedené dvojice odrůd nelze pomocí gliadinových a VMH

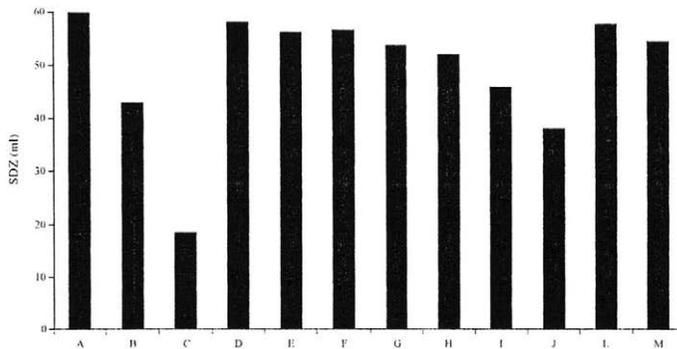
III. Změny hodnot SD testů při různém procentuálním zastoupení příměsí – Changes of the values of SD tests at different percentage of admixtures

% hmotn. odrůdy ¹ Brea	% hmotn. příměsí ²	SDZ			SDS		
		příměs ³ Siria	příměs Siria + Trane (1 : 1)	příměs Trane	příměs Siria	příměs Siria + Trane (1 : 1)	příměs Trane
100	0	59,0	59,0	59,0	74,0	74,0	74,0
90	10	58,0		56,0			
85	15	57,5		54,3	71,0		65,0
80	20	56,5		53,5	71,0	66,5	65,0
70	30	55,5	52,3	48,0	68,0	64,0	60,0
60	40	53,0	49,5	42,5	67,0		
50	50	51,8	45,8	38,0	65,5		

SDZ = hodnoty sedimentace v ml podle Zelenyho – sedimentation values in ml according to Zeleny

SDS = hodnoty sedimentace v ml podle Axforda – sedimentation values in ml according to Axford

¹weight of variety, ²weight of admixture, ³admixture



2. Sedimentační test podle Zelenyho – Sedimentation test according to Zeleny

Vysvětlivky k obr. 2 až 6 – Explanations to Figs 2 to 6:

osa x: odrůdové složení vzorku – x axis: varietal composition of samples

- A – 100 % Brea
- B – 100 % Siria
- C – 100 % Trane
- D – 90 % Brea + 10 % Siria
- E – 90 % Brea + 10 % Trane
- F – 80 % Brea + 20 % Siria
- G – 80 % Brea + 20 % Trane
- H – 50 % Brea + 50 % Siria
- I – 50 % Brea + 25 % Siria + 25 % Trane
- J – 50 % Brea + 50 % Trane
- K – 50 % Siria + 50 % Trane
- L – 85 % Brea + 15 % Siria
- M – 85 % Brea + 15 % Trane

gluteninových markerů rozlišit. Dvojice odrůd ozimé pšenice Alka a Alana, resp. Asta a Ritmo se vyznačují shodným gliadinovým spektrem, ale liší se rozdílnými alelami gluteninových podjednotek s VMH.

Některé další odrůdy se vyznačují malými rozdíly ve skladbě elektroforetických spekter gliadinů a VMH gluteninů, a dají se proto elektroforézou zmíněných genetických markerů obtížně identifikovat. Odrůdy s identickými či blízkými elektroforetickými spektry gliadinů a VMH podjednotek gluteninů jsou uvedeny podle skupin příbuznosti v tab. II.

Identita či značná podobnost elektroforetických spekter bílkovinných markerů uvedených odrůd pšenice nebrání používat gliadinové, resp. gluteninové markery pro kontrolu odrůdové pravosti a odrůdové čistoty, protože obvykle se zmíněné odrůdy vyznačují nejen identickými či podobnými spektry, ale i podobnou pekařskou jakostí.

Výsledky sedimentačních testů, hodnotících vliv příměsí na potravinářskou jakost, jsou uvedeny v tab. III

a na obr. 2. Pokud by se brala v úvahu laboratorní chyba 2 ml, projevil by se vliv příměsí odrůdy Siria až při obsahu 20 %. Stejněho účinku, tj. snížení sedimentační hodnoty, bylo dosaženo při 15% obsahu odrůdy Trane.

Podle výsledků sedimentačních testů byly upraveny směsné poměry (pokusné varianty) pro hodnocení vlivu procenta příměsí na pekařskou jakost pšenice, a to měřením na extenzografu a přímým pekařským pokusem. Výsledky jsou uvedeny v tab. IV.

Výsledky sedimentačních testů naznačují, že 20% příměs nepotravinářské pšenice, resp. chlebové pšenice může snížit pekařskou jakost třídy elita. Vzhledem k sedimentačním testům, které proběhly pouze ve dvou opakováních, je žádoucí získané poznatky ověřit větším počtem opakování jednotlivých stanovení. Rovněž výsledky pekařského pokusu je nutné považovat za orientační s ohledem na použití nestandardní metodiky pekařského pokusu (nižší navážky mouky).

Vliv různého procentuálního zastoupení příměsí nepotravinářské či chlebové pšenice na jakost pšenice třídy

IV. Vliv odrůdové čistoty na pekařskou jakost – The effect of varietal purity on baking quality

Složení ¹ (% hmot.²)			SDZ	Extenzogram ³					Pekařský pokus ⁴	
Brea	Siria	Trane		EMX	ERES	EEX	EVD	EEN	VM	OV
100			60,5	585	395	200	1,98	168	368	507
	100		42,0						345	475
		100	19,0	135	135	150	0,90	30	274	369
100			59,0							
	100		43,5	426	335	163	206	99		
		100	17,8							
90	10		58,0	589	428	184	232	156	358	489
90		10	56,0	494	357	180	1,99	123	365	502
80	20		56,5	494	338	222	1,52	137	347	479
80		20	53,5	457	342	182	1,88	119	360	494
50	50		51,8	454	329	188	1,75	122	359	491
50	25	25	45,8	348	280	183	1,53	95	361	493
50		50	38,0	299	254	177	1,44	77	323	445
	50	50							324	447
85	15		57,5							
85		15	54,3							

589 = kritická hodnota vymezující horní hranici IS 95 % – critical value defining the upper limit IS 95%

254 = kritická hodnota vymezující dolní hranici IS 95 % – critical value defining the lower limit IS 95%

SDZ = sedimentační test podle Zeleného – sedimentation test according to Zeleny (ml)

EMX = extenzografické maximum – extensographic maximum

ERES = extenzografický odpor – extensographic resistance (B. U.)

EEX = extenzografická tažnost – extensographic ductility (mm)

EVD = extenzografický poměr – extensographic ratio ERES/EEX (B. U./mm)

EEN = extenzografická energie – extensographic energy (cm²)

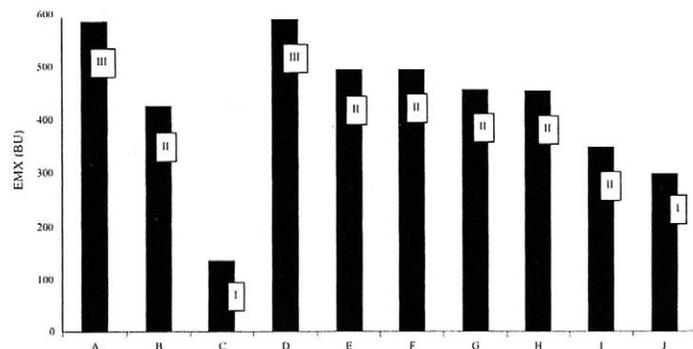
VM = měrný objem pečiva – specific volume of baking (ml.100 g⁻¹)

OV = objemová vydatnost (výtěžnost) – bulk productivity (yield) (ml.100 g⁻¹)

B. U. ERES = výška křivky 5 min od počátku napínání válečku těsta – height of the curve 5 min from the start of stress of cylinder of ough

B. U. EMX = maximální výška křivky – maximum height of curve

¹composition, ²weight, ³extensogram, ⁴baking trial



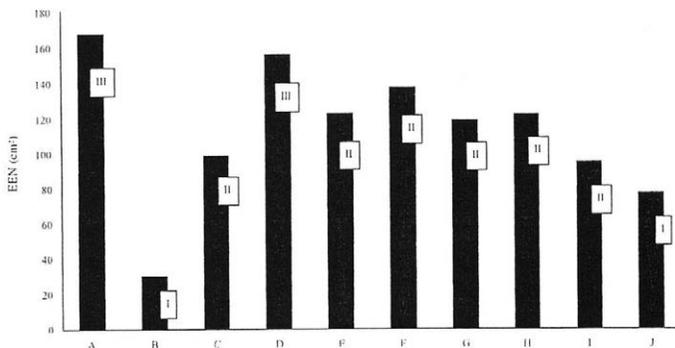
3. Extenzografické maximum – Extensographic maximum

elita se nejvýrazněji projevil v některých extenzografických ukazatelích, zejména v hodnotě extenzografické energie (obr. 3 až 6).

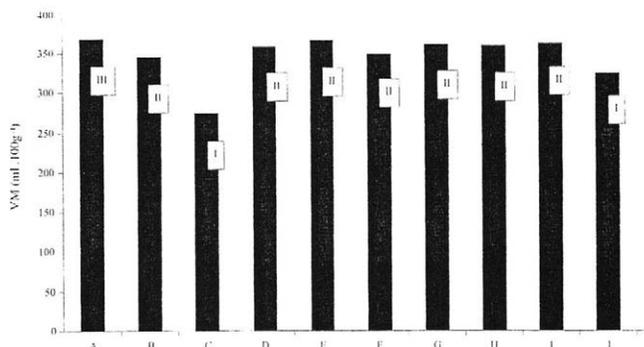
Z výsledků je zřejmé, že již poměrně nízké (20%) kontaminace dávek potravinářské pšenice třídy elita nepotravinářskou či chlebovou pšenicí působí snížení pe-

kařské jakosti. Bude proto třeba pokračovat ve studiu této problematiky, včetně sledování vlivu příměsí na pekařskou jakost v technologických procesech v průmyslovém měřítku.

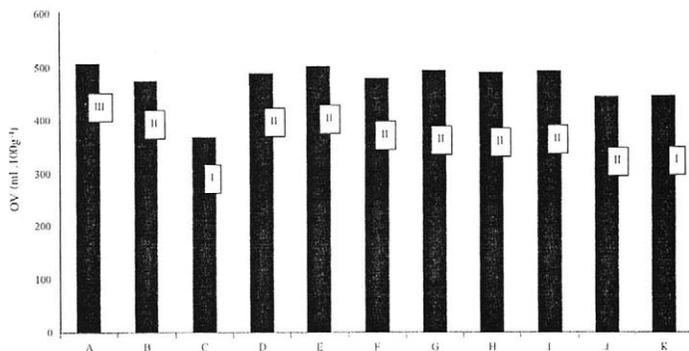
Významným poznatkem je potvrzení použitelnosti elektroforézy genetických bílkovinných markerů pšeni-



4. Extenzografická energie – Extensographic energy



5. Měrný objem pečiva – Specific volume of baking



6. Objemová vydatnost – Bulk productivity

ce, především gliadinů, pro rychlou a spolehlivou kontrolu odrůdové deklarace a pro stanovení stupně odrůdové čistoty jednotlivých dávek pšenice.

LITERATURA

- Černý J., Šašek A. (1996): Bílkovinné signální geny pšenice obecně. Praha, ÚZPI.
 Hammer R. J., Weegels P. L., Marseille J. P. (1992): Prediction of the breadmaking quality in wheat: the use of HMW

glutenin. A subunitbased quality scoring systems. *J. Cereal Sci.*, 15: 91–102.

Laemmli V. K. (1970): Cleavage of structural proteins during assembly of the head bacteriophage T4. *Nature*, 227: 680–685.

Lukow O. M., Payne P. I., Tkachuk R. (1989): The HMW glutenin subunit composition of Canadian wheat cultivars and their association with breadmaking quality. *J. Sci. Fd Agric.*, 46: 451–460.

Payne P. I., Holt L. M., Law C. M. (1981): Structural and genetical studies of the HMW subunits of wheat glutenin.

- I. Allelic variation in subunits amongst varieties of wheat (*T. aestivum* L.). *Theor. Appl. Genet.*, 60: 229–236.
- Payne P. L., Nightingale M. A., Krattiger A. F., Holt L. M. (1987): The relationship between HMW glutenin subunits composition and the breadmaking quality of British-grown wheat varieties. *J. Sci. Fd Agric.*, 40: 51–65.
- Šašek A., Sýkorová S. (1989): Standardization of vertical electrophoresis in starch gel columns and characterization of gliadin allelic blocks. *Scientia Agric. Bohemoslov.*, 21: 99–108.
- ČSN 46 1085-1. Pšenice obecná a ječmen. Stanovení odrůdové pravosti a čistoty. Část 1. Elektroforéza bílkovin ve škrobovém gelu (SGE). Praha, 1998.
- ČSN 46 1085-2. Pšenice obecná a ječmen. Stanovení odrůdové pravosti a čistoty. Část 2. Elektroforéza bílkovin v polyakrylamidovém gelu (PAGE). Praha, 1998.
- Seznam odrůd, zapsaných ve Státní odrůdové knize ČR k 1. 8. 1988. ÚKZÚZ.

Došlo 29. 9. 1998

Kontaktní adresa:

Ing. Antonín Š a š e k . CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6-Ruzyně, Česká republika.
tel.: 02/330 22 207, fax: 02/330 22 286

PHYTOCOENOLOGIC RELATIONSHIPS IN PASTURE STANDS

FYTOCENOLOGICKÉ VZTAHY V PASTEVNÍCH POROSTECH

F. Klimeš

University of South Bohemia, Faculty of Agriculture, České Budějovice, Czech Republic

ABSTRACT: Phytocoenologic relationships in pasture stands, belonging to the *Cynosurion (cristati)* Tx. 1947 alliance, cultivated and utilized to a limited extent, were studied under different environmental conditions between 1993 and 1997. The *Trisetetum* type stand showed an optimal composition of agrobotanical groups. However, it was susceptible to the excessive infestation by *Taraxacum officinale* (14%). From the point of view of diversity, the *Lolietum* type stand which is the richest diversified type, shows the tendency towards the overabundant development of white clover (over 40%), particularly when under continuous grazing. The *Festucetum pratense* type stand had even a higher proportion of perennial leguminosae (over 60%). On the other hand, the *Dactylidetum* type stand displays a tendency towards low representation by leguminosae (about 15%) even in stands which were not fertilized. With the help of the multiple regression system, the cause of the prevailing tendency was shown towards the excessive spread of leguminosae in the more intensively worked and utilized grazing spaces. This cause was found to be the insufficient representation of soboliferous grasses whose competitiveness with the leguminosae (particularly the *Trifolium repens*) is 1.6 time greater than those of tuft grasses. The optimum composition of pasture growths (60 to 70% grasses, 20 to 25% leguminosae, and 10 to 15% of other plants) was observed where 46 to 64% of tuft grasses and 6 to 14% of soboliferous grasses were represented.

Keywords: pasture stands; phytocoenologic relationships; regulation of leguminosae proportion; pasture typology

ABSTRAKT: Porostová skladba pastevních porostů je ovlivňována vedle souboru ekologických faktorů velkou měrou způsobem jejich obhospodařování a využití (Holmes, 1982; Rieder, 1983; Duvigneaud, 1988). Pro vhodné způsoby obhospodařování a využívání pastevních porostů je mimořádně důležité poznání fytoocenologických zákonitostí a vztahů. Projevujících se uvnitř těchto cenóz (Moravec et al., 1994; Mrkvička, 1998). Při odchylkách od středního stupně intenzity obhospodařování a využívání pastevních porostů často dochází k většímu vychýlení od optimální struktury těchto cenóz (Holmes, 1982; Rais, 1996; Klimeš, 1998). V uvedených intencích byly v letech 1993 až 1997 studovány v různých ekologických podmínkách jižních a západních Čech (tab. I) fytoocenologické vztahy v kulturních, extenzivněji obhospodařovaných a využívaných pastevních porostech, patřících do okruhu svazu *Cynosurion (cristati)* Tx. 1947. Pro studium fytoocenologických vztahů v pastevních porostech se osvědčilo kombinované využití fyziognomicko-floristických a floristicko-cenologických přístupů (tab. II až IV) při kvantitativním vyjádření zastoupení jednotlivých druhů pomocí indexu výskytu (I_v , %D; Regal, Veselá, 1975) a pomocí tříd stálosti (C_j). Optimální strukturou z hlediska zastoupení jednotlivých agrobotanických skupin se vyznačuje porostový typ *Trisetetum* (tab. V), je však choulostivý na nadměrné rozšiřování *Taraxacum officinale* (14 %). Z hlediska druhové diverzity je nejpestřejší porostový typ *Lolietum*, vykazuje však zvláště při kontinuální pastvě tendenci k nadměrnému rozvoji jetele plazivého (nad 40 %D). Ještě vyšší zastoupení jetelovin (nad 60 %D) má porostový typ *Festucetum pratense*. Naopak u porostového typu *Dactylidetum* se projevuje i při vypuštění hnojení tendence k redukci jetelovin (cca 15 %D). Jako nejefektivnější forma explanace a predikce vzájemného vztahu mezi plošným zastoupením (%D) trav volně trsnatých (x_1), trav výběžkatých (x_2) a jetelovin (y) byla stanovena regresní funkce: $y' = 91,050 - 0,959x_1 - 1,585x_2$ ($r_{y, x_1, x_2} = 0,894^{99}$), ze které je patrné, že konkurenční tlak výběžkatých trav k jetelovinám je cca 1,6krát intenzivnější, než je tomu u trav volně trsnatých. Jednou z hlavních příčin nadměrného rozšiřování jetelovin v pastevních porostech je nedostatečné zastoupení výběžkatých trav. Optimální struktura pastevních porostů (60 až 70 % trav, 20 až 25 % jetelovin a 10 až 15 % ostatních bylin) je dosahována při zastoupení 46 až 64 % trav volně trsnatých a 6 až 14 % trav výběžkatých.

Klíčová slova: pastevní porosty; fytoocenologické vztahy; regulace podílu jetelovin; typologie pastvin

INTRODUCTION

Pasture herbage composition has been affected by both environmental factors and to a great extent also by a system of cultivation and utilization. The relation-

ships of all the factors affect the phytocoenologic dynamics of the plant communities, resulting in the formation of a community with a different rate of balance of its productive and non-productive roles (Holmes, 1982; Rieder, 1983; Duvigneaud, 1988). Thus, a better

understanding of the phytocoenologic relationships has been the primary precondition for pasture stands management (Moravec et al., 1994; Mrkvička, 1998).

The proportion of agribotanical groups in pasture herbage (grasses, perennial leguminoses and other dicotyledonous herbs) has been of great importance. Pasture herbage composition affects not only common biomass quality criteria but also their fodder intake, health condition, the proportion of ungrazed plants, and the rate of nutrient utilization (Lichner et al., 1977; Holmes, 1982; Rais, 1996).

Mrkvička (1998) reviewed a great deal of literature data and lists as an optimal herbage composition 60 to 70% grasses, 20 to 25% perennial leguminoses and 10 to 15% other herbs. Rais (1996) considers the proportion of white clover during the vegetation period to be between 20 and 40%. However, if the white clover proportion in weighted mean of all grazing cycles reaches 30 to 40%, then its proportion during summer (the end of July and the start of August) increases to 60 to 70%, the level which due to its flatulence effect may be dangerous to the grazing animals.

The proportion of perennial leguminoses in pasture herbage decreases under conditions of intensive fertilization due to the oppressive activity of grasses. On the other hand, their proportion increases above critical levels in stands with limited fertilization or where not fertilized. This occurs particularly where the pasture is under permanent grazing (Rieder, 1983; Rais, 1996; Mrkvička, 1998; Klimeš, 1998).

Therefore, the harmonization of herbage composition requires more theoretical knowledge of the phytocoenologic relationships within the plant communities.

MATERIAL AND METHODS

The phytocoenologic relationships were studied within the various pasture plant communities in eight sites, mostly in South Bohemia, and under different environmental conditions during the period from 1993 to 1997. The data presented here focus on cultivated pastures of the *Cynosurion (cristati)* Tx. 1947 alliance. The data on the characteristics of the localities studied are given in Tab. I.

All of the above stands observed were not fertilized for three to five years prior to the observation or during the observation period. The stands were grazed with a low or medium intensity by beef cattle breeds.

Herbage composition of all observed stands was analysed at the control sites during the initial third of the grazing period by a method of reduced projective dominance (Regal, Veselá, 1975). The representative sample was classified by the physiognomically-floristic classification to stand types (Klapp, 1965; Rychnovská et al., 1985).

Use value of an individual species occurrence index (I_v , %D) by Regal, Veselá (1975) was calculated for both the representative sample and for the individual stand types:

$$I_v = \frac{P \cdot D}{100} \quad (1)$$

where: P – occurrence of an individual species in the observed stands (%)
 D – projective dominance of the individual species in the observed stands (%)

Moreover, for the complete representative sample of the stands the constancy coefficients (Moravec et al., 1994) were calculated as follows:

$$C_i = \frac{a_i}{n} \cdot 100 \quad (2)$$

where: C_i – constancy of a species i (%)
 a_i – number of sampling with occurrence of a species i
 n – total number of sampling in the representative sample

The values of constancy coefficients for the individual species (C_i) were classified into constancy classes according to the scale below:

Constancy class	Range of constancy (%)
I.	1–20
II.	21–40
III.	41–60
IV.	61–80
V.	81–100

The typological analysis of the observed communities was carried out using the physiognomically-floristic classification (Klapp, 1965; Regal, Veselá, 1975; Rychnovská et al., 1985). The floristic-coenologic analysis of the communities was done using the Zurich-Montpellier System (Balátová-Tuláčková, 1968; Lichner et al., 1977; Moravec et al., 1995).

The relationship between the proportion of grass groups (tuft and soboliferous) and perennial leguminoses was tested using correlation and regression analyses. To optimize herbage composition, some restrictive conditions were further formulated using linear inequality as a basis for the simultaneous defining of suitable proportions of tuft and soboliferous grasses at a given range of the individual agribotanical groups (grasses 60 to 70%, leguminoses 20 to 25% and other herbs 10 to 15%).

The elementary statistical characteristics were calculated on the proportion of the soboliferous grasses; this supplements information on the variability of perennial leguminoses.

RESULTS AND DISCUSSION

In the representative sample of pasture stands (alliance *Cynosurion*) there were stand types *Lolietum*, *Dactylidetum*, *Trisetetum*, and *Festucetum pratense* present at 55, 27, 9 and 9% of the observed surface, resp. Our observations given in Tabs II to IV show that the current, common classification of trampled stand

I. The observed sites and plant communities and their environmental characteristics

Site	Region	Altitude (m above sea level)	Mean yearly temperature (°C)	Yearly precipitation (mm)	Stand type (subtype)
I. Slabce	District of Rakovník (Central Bohemia)	408	7.8	486	Dc (Dc-Fa) Dc-Pp Lo (Lo-Dc)
II. Dolní Stropnice	České Budějovice Basin	470	7.1	660	Lo (Lo-Fp)
III. Těšínov	Třeboň Basin	560	7.1	610	Lo (Lo-Fr)
IV. Pístina	Třeboň Basin	650	7.2	630	Lo (Lo-Fp)
V. Mýtinky	Bohemian-Moravian Highlands (southern part)	670	6.1	700	Dc Fp
VI. Kuklov	Blanský Forest	710	7.0	700	Tr (Tr-Fp)
VII. Hněvanov	Šumava Mountains Foothills (southern part)	740	5.6	675	Lo
VIII. Nové Hutě	Šumava Mountains Plains	1 020	4.2	1 088	Dc (Dc-Fp)

- Dc – *Dactylidetum*
 Dc-Fp – *Dactylideto-Festucetum pratense*
 Dc-Fa – *Dactylideto-Festucetum arundinaceae*
 Dc-Pp – *Dactylideto-Poetum pratense*
 Lo – *Lolietum*
 Lo-Dc – *Lolieto-Dactylidetum*
 Lo-Fp – *Lolieto-Festucetum pratense*
 Lo-Fr – *Lolieto-Festucetum rubrae*
 Fp – *Festucetum pratense*
 Tr – *Trisetetum*
 Tr-Fp – *Triseteto-Festucetum pratense*

type grasses does not necessarily give a true picture of the variability in the formation of pasture communities.

The species composition of the observed stands tabulated by Zurich-Montpellier System, combined with the physiognomically-floristic aspects of classification resulted in a unified skeleton, formed by a combination of constancy species (C_i): *Trifolium repens*, *Lolium perenne*, *Festuca pratensis*, *Phleum pratense*, *Dactylis glomerata*, *Taraxacum officinale*, *Plantago lanceolata* and *Rumex obtusifolius* (Tabs II and III). The combinations of these fundamental species show not only a way for selection of the elementary species for the individual pasture types, but also the necessity of the permanent regulation of herbage composition in the individual types of communities (*Trifolium repens*, *Taraxacum officinale*) and of the permanent and complex treatment for the elimination of some species (*Rumex obtusifolius*). At present, the trends to lay out the diversiform pasture communities, using some plants from the group of other herbs seems to be viable, namely for *Plantago lanceolata*, the species of great constancy in pasture communities (Tabs III and IV), which, moreover, has been evaluated as an outstanding herb with good dietetic properties (Mrkvička, 1998). Two further dicotyledonous species may be recommended: *Achillea millefolium* and, to a limited extent, also *Alchemilla vulgaris*. The proportion of *Achillea millefolium* should not exceed 1% in a mixture and it should not be used in instances of delayed stand crops.

The comparison of herbage composition formation in the observed stand types expressed in either the broader approach (Tab. III) or the narrow one (Tab. IV) indicates that their formation took a course with the

significant effect on a community by a dominant species or a dominant combination thereof.

Only sparse associations developed in the stand of the type *Festucetum pratense*; these were of the poorest species diversity (only 14 species totally) and differed most from the optimal constitution as given by Mrkvička (1998). The proportion of white clover exceeded the critical value considerably. The groups of the important species of the higher syntaxonomic families (order *Arrhenatheretalia*, class *Molinio-Arrhenatheretea*) and also the alliance *Alopecurion* (Tab. II) increased gradually in the rising order *Dactylidetum-Trisetetum* and *Lolietum*. On the contrary, the differences in the formation of the individual stand types were evident from the proportion of the groups of differential species developed namely in the types *Lolietum* and *Trisetetum*.

The *Lolietum*, *Trisetetum* and *Dactylidetum* type stands may be classified into the association *Lolio-Cynosuretum* Tüxen 1937, and some presuppositions were outlined for the development of subassociations with dominant *Lolium perenne*, *Trisetum flavescens* and *Dactylis glomerata* (Moravec et al., 1995). However, for grassland management there appears to be a more important specification of the lower taxons than is association, i.e. the combination of the physiognomically-floristic and the floristically-coenologic approaches.

From the point of view of herbage utilization, grazing seems to be the most suitable utilization of the stand types *Lolietum* and *Festucetum*. The combined cutting and grazing may be recommended for the types *Trisetetum* and *Dactylidetum*, under which the total

II. The synopsis of stand composition of the observed representative sample of the pasture stands as expressed by the proportion of the diagnostically important species within the class *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937, using occurrence index (OI, %), and their constancy as constancy classes (C_i)

Syntaxon	Species	OI (%)					C_i
		Lo	Tr	Dc	Fp	tST	
<i>Cynosurion</i>	<i>Trifolium repens</i>	40.17	24.50	9.00	66.50	32.64	V
	<i>Lolium perenne</i>	30.92	4.00	4.67	7.50	19.18	V
	<i>Phleum pratense</i>	2.58	2.00	2.33	2.50	2.45	V
<i>Arrhenatherion</i>	<i>Heracleum sphondylium</i>	+	.	.	.	+	I
	<i>Trifolium dubium</i>	+	.	.	.	+	I
	<i>Arrhenatherum elatius</i>	.	+	.	.	+	I
	<i>Galium mollugo</i>	.	.	0.17	.	0.05	I
<i>Arrhenatheretalia</i>	<i>Dactylis glomerata</i>	2.50	4.00	41.50	+	13.05	IV
	<i>Taraxacum officinale</i>	2.50	14.00	1.83	4.00	3.50	V
	<i>Trisetum flavescens</i>	2.25	19.50	+	.	3.00	III
	<i>Achillea millefolium</i>	0.33	+	0.83	.	0.41	III
	<i>Veronica chamaedrys</i>	+	0.50	+	.	0.05	I
	<i>Alchemilla vulgaris</i>	+	+	+	.	+	II
	<i>Anthriscus sylvestris</i>	+	+	.	.	+	I
	<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	+	.	.	.	+	I
	<i>Hypericum perforatum</i>	+	.	.	.	+	I
<i>Molinietalia</i>	<i>Trifolium hybridum</i>	+	.	5.83	+	1.60	II
	<i>Cirsium palustre</i>	+	.	.	.	+	I
	<i>Sanguisorba officinalis</i>	.	+	.	.	+	I
<i>Alopecurion pratensis</i>	<i>Rumex obtusifolius</i>	0.83	+	9.17	1.50	3.09	IV
	<i>Agropyron repens</i>	+	+	4.00	.	1.09	II
	<i>Agrostis stolonifera</i>	+	+	.	.	+	I
	<i>Ranunculus repens</i>	0.17	.	.	.	0.09	I
	<i>Plantago major</i>	+	.	+	0.50	0.05	III
<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>	<i>Festuca pratensis</i>	8.25	15.00	8.83	16.00	9.73	V
	<i>Plantago lanceolata</i>	0.25	0.50	+	+	0.18	III
	<i>Poa pratensis</i>	3.17	12.00	0.33	.	2.91	III
	<i>Vicia cracca</i>	+	1.50	+	.	0.14	II
	<i>Trifolium pratense</i>	0.08	+	.	.	0.05	II
	<i>Cerastium vulgare</i>	+	0.50	.	.	0.10	I
	<i>Prunella vulgaris</i>	0.17	.	.	.	0.06	I
	<i>Poa trivialis</i>	0.08	.	.	.	0.05	I
	<i>Festuca rubra</i>	3.08	.	+	.	1.68	II
	<i>Alopecurus pratensis</i>	.	1.50	0.17	.	0.18	I
	<i>Lathyrus pratensis</i>	.	+	.	.	.	I

Explanation to Tabs II to V:

Lo - *Lolietum*

Tr - *Trisetetum*

Dc - *Dactylidetum*

Fp - *Festucetum pratense*

tST - trampled stand type

values of the occurrence index of the species significant for the *Arrhenatherion* alliance form about 40 to 50% (Tab. III).

The best proportion of the agribotanical groups and the highest proportion of soboliferous grasses were observed in the stand type *Trisetetum* (Tab. V). However, its disadvantage has been the increased occurrence of *Taraxacum officinale* (Tabs II and III).

The proportion of the individual grass groups, especially that of the soboliferous species, shows a certain relationship to the proportion of perennial leguminoses (Tabs II, III and V). This relationship was thus analysed in detail. Decrease of the leguminoses proportion in relation to the increasing dominance of the soboliferous grasses is given in Tab. VI.

The following equation of multiple regression was found to be the most effective way for the explanation

III. The synopsis of stand composition of the observed representative sample of the pasture stands as expressed by the proportion of the diagnostically important species within the order *Arrhenatheretalia* Tx. 1931, using occurrence index (OI, %), and their constancy as constancy classes (C_i)

Syntaxon	Species	OI (%)					C_i
		Lo	Tr	De	Fp	tST	
<i>Lolio-Cynosurelion</i>	<i>Lolium perenne</i>	30.92	4.00	4.67	7.15	19.18	V
	<i>Plantago major</i>	+	+	+	0.50	0.05	III
	<i>Agropyron repens</i>	+	+	4.00	.	1.09	III
	<i>Agrostis stolonifera</i>	+	+	.	.	+	I
	<i>Poa trivialis</i>	0.08	.	.	.	0.08	II
	<i>Poa annua</i>	+	.	+	+	.	II
<i>Cynosurion</i>	<i>Trifolium repens</i>	40.17	24.50	9.00	66.50	32.64	V
	<i>Festuca pratensis</i>	8.25	15.00	8.83	16.00	9.73	V
	<i>Taraxacum officinale</i>	2.50	14.00	1.83	4.00	3.50	V
	<i>Phleum pratense</i>	2.58	2.00	2.33	2.50	2.45	V
	<i>Dactylis glomerata</i>	2.50	4.00	41.50	+	13.05	IV
	<i>Plantago lanceolata</i>	0.25	0.50	+	+	0.18	III
	<i>Poa pratensis</i>	3.17	12.00	0.33	.	2.91	III
	<i>Prunella vulgaris</i>	0.17	.	.	.	0.06	I
<i>Arrhenatherion</i>	<i>Festuca pratensis</i>	8.25	15.00	8.89	16.00	9.73	V
	<i>Dactylis glomerata</i>	2.50	4.00	41.50	+	13.05	IV
	<i>Trisetum flavescens</i>	2.25	19.50	+	.	3.00	III
	<i>Achillea millefolium</i>	0.33	+	0.83	.	0.41	III
	<i>Veronica chamaedrys</i>	+	0.50	+	.	0.05	I
	<i>Alchemilla vulgaris</i>	+	+	+	.	+	II
	<i>Trifolium pratense</i>	0.08	+	.	.	0.04	II
	<i>Anthriscus sylvestris</i>	+	+	.	.	+	I
	<i>Trifolium dubium</i>	+	.	.	.	+	I
	<i>Heracleum sphondylium</i>	+	.	.	.	+	I
	<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	+	.	.	.	+	I
	<i>Hypericum perforatum</i>	+	.	.	.	+	I
	<i>Arrhenatherum elatius</i>	.	+	.	.	+	I
	<i>Galium mollugo</i>	.	.	0.17	.	0.05	I
	<i>Festuca rubra</i>	3.08	.	+	.	1.68	II

and the prediction of the relationship between the projective dominance (%D) of the bunchy grasses (x_1), soboliferous grasses (x_2) and leguminoses (y):

$$y' = 91.050 - 0.959x_1 - 1.585x_2 \quad (3)$$

$$\begin{bmatrix} r_{y \cdot x_1 x_2} = 0.894^{**} \\ r_{y x_1 \cdot x_2} = -0.827^{**} \\ r_{y x_2 \cdot x_1} = -0.880^{**} \end{bmatrix}$$

The repressive effect of the soboliferous grasses on leguminoses was observed to be 1.6 times more intensive than that of the tuft grasses. This may apparently be explained by the competition of white clover with soboliferous grasses which is due to their similar vegetative propagation in stands (Klapp, 1965; Rieder, 1983; Chapman, 1996).

With regard to the optimal structure of area composition of stands of 60 to 70% grasses, 20 to 25% perennial leguminoses, and 10 to 15% of other herbs, the isofactorial functions were calculated, and inequities evaluated as follows:

$$x_2 = 57.445 - 0.631y - 0.605x_1 \quad (4)$$

$$x_2 \leq 44.826 - 0.605x_1 \quad (5)$$

$$x_2 \geq 41.672 - 0.605x_1 \quad (6)$$

$$x_1 + x_2 \geq 60 \quad (7)$$

$$x_1 + x_2 \leq 70 \quad (8)$$

$$x_1 + x_2 + y \geq 85 \quad (9)$$

$$x_1 + x_2 + y \leq 90 \quad (10)$$

By calculating the entire formula system, the suitable ratios of bunchy and soboliferous grasses may be

IV. The proportion of differential species in the observed stand types as expressed by occurrence index (OI, %)

Species	Lo	Tr	Dc	Fp
<i>Prunella vulgaris</i>	0 17			
<i>Ranunculus repens</i>	0 17			
<i>Poa trivialis</i>	0 08			
<i>Heracleum sphondylium</i>	+			
<i>Trifolium dubium</i>	+			
<i>Cirsium palustre</i>	+			
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	+			
<i>Hypericum perforatum</i>	+			
<i>Prunella vulgaris</i>	+			
<i>Urtica dioica</i>	+			
<i>Chenopodium album</i>	+			
<i>Erodium cicutarium</i>	+			
<i>Tripleurospermum maritimum</i>	+			
<i>Myosotis arvensis</i>	+			
<i>Polygonum aviculare</i>	+			
<i>Plantago media</i>	+			
<i>Arabidopsis thaliana</i>		0 50		
<i>Arrhenatherum elatius</i>		+		
<i>Sanguisorba officinalis</i>		+		
<i>Lathyrus pratensis</i>		+		
<i>Aegopodium podagraria</i>		+		
<i>Vicia angustifolia</i>		+		
<i>Medicago sativa</i>			0 50	
<i>Galium mollugo</i>			0 17	
<i>Agrostis tenuis</i>			+	
<i>Arctium tomentosum</i>				+

charted. Put more simply, the results of this calculation, expressed as the percentage ratios of tuft grasses x_1 , soboliferous grasses x_2 , leguminoses y , and other herbs z , are as follows:

$$x_1 + x_2 + y + z = 100 \quad (11)$$

$$\begin{array}{cccccc} 46 + 14 + 25 + 15 & = & 100 & & & \\ \dots & & \dots & & \dots & & \\ 55 + 10 + 22.5 + 12.5 & = & 100 & & & & \\ \dots & & \dots & & \dots & & \\ 64 + 6 + 20 + 10 & = & 100 & & & & \end{array} \quad (12)$$

Nevertheless, since other herbs have not usually been a component of seed mixtures, it is necessary to correct the relation (12) in the following manner (premising that other herbs propagation within a stand has been uniform in relation to the other three components):

$$x_1 + x_2 + y = 100 \quad (13)$$

$$\begin{array}{cccccc} 54 + 16.5 + 29.5 & = & 100 & & & \\ \dots & & \dots & & \dots & & \\ 63 + 11.5 + 25.5 & = & 100 & & & & \\ \dots & & \dots & & \dots & & \\ 71 + 7 + 22 & = & 100 & & & & \end{array} \quad (14)$$

The introduction of valuable herbs and the formation of their regional varieties should be taken into consideration. It might help both the optimization of the stand composition and the improvement of the dietetic quality of herbage biomass.

The insufficient proportion of soboliferous grass species has been the predominant tendency, resulting in the excessive propagation of white clover. Within the tuft grasses, *Dactylis glomerata* showed to be very competitive with leguminoses. The application of the soboliferous grasses in cocksfoot stands might help a better stand establishment (Tab. V). A timely utilization of these communities however, appears necessary to retaining the suitable ratio of leguminoses.

Acknowledgements

The study was supported by a grant EP 096000 6208 from the Czech National Agency for Agricultural Research (NAZV), and by the grants 507/95/0717 and 206/96/0169 from the Grant Agency of the Czech Republic.

V. Summarized stand compositions of the pasture stands representative sample expressed by occurrence index (OI, %)

Agribotanical group	Lo	Tr	De	Fp	tST
Bunchy grasses	47.42	44.50	62.50	26.00	49.33
Stoloniferous grasses	6.33	13.50	4.67	0	5.96
Sum of grasses	53.75	58.00	67.17	26.00	55.29
Perennial leguminosae	40.25	26.00	15.33	66.50	34.57
Other herbs	4.34	16.00	12.67	6.50	7.88
Naked places	1.66	+	5.00	1.00	2.35

VI. Mean values (\bar{y} , %D) and basic statistical characteristics (S_v , V_v %) of projective dominance of perennial leguminosae at different values of projective dominance of the soboliferous grasses (x_2 , %D)

x_2	\bar{y}	S_v	V_v %
0	46.29	15.01	32.42
1-10	34.36	12.62	36.72
11-20	20.60	10.29	49.93
21-40	5.50	0.71	12.86

REFERENCES

Balátová-Tuláčková E. (1968): Pratofytocenologie. Brno, VŠZ. 79 pp.
 Chapman G. P. (1996): The biology of grasses. Wallingford. CAB Int. 273 pp.
 Duvigneaud P. (1988): Ekologická syntéza. Praha. Academia. 414 pp.
 Holmes W. (ed.): Grass, its productions and utilization. Oxford. Blackwell Sci. Publ. 295 pp.
 Klapp E. (1965): Grünlandvegetation und Standort. Berlin und Hamburg. Verlag Paul Parey. 384 pp.

Klímeš F. (1998): Strukturální a typologické aspekty kvality pastevních porostů. Výzkum v chovu skotu. Rapotín. VÚCHS: 1-7.
 Lichner S. et al. (1977): Lúky a pasienky. Bratislava. Príroda. 419 pp.
 Moravec J. et al. (1994): Fytcenologie. Praha. Academia. 403 pp.
 Moravec J. et al. (1995): Rostlinná společenstva České republiky. Litoměřice. Sev.-čes. Přir. 104 pp.
 Mrkvička J. (1998): Pastvinářství. Praha. AF ČZU. 81 pp.
 Rais I.: Pastva masného skotu. In: Teslík V. et al. (1996): Chov masných plemen skotu. Praha. Apros: 95-106.
 Regal V., Veselá M. (1975): Výzkum typologie luk a pastvin. [Závěrečná zpráva.] Praha, AF VŠZ. 105 pp.
 Rieder J. (1983): Dauergrünland. München, BLV Verl.-Gesell., Frankfurt am Main, DLG-Verl., Münster-Hiltrup, Landwirtsch.-Verl., Wien, Österr.-Agrarverl., Bern, Verb.-Druck. 192 pp.
 Rychnovská M. et al. (1985): Ekologie lučních porostu. Praha. Academia. 291 pp.

Received on May 21, 1998

Contact Address:

Doc. Ing. František Klímeš, CSc., Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, Studentská 13, 370 05 České Budějovice, Česká republika, tel.: 038/777 24 56, fax: 038/403 01

INSTITUTE OF AGRICULTURAL AND FOOD INFORMATION
Slezská 7, 120 56 Praha 2, Czech Republic
Fax: (00422) 24 25 39 38

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
Czech Journal of Animal Science (Živočišná výroba)	12
Veterinární medicína (Veterinary Medicine – Czech)	12
Zemědělská ekonomika (Agricultural Economics)	12
Journal of Forest Science	12
Zemědělská technika (Agricultural Engineering)	4
Plant Protection Science (Ochrana rostlin)	4
Czech Journal of Genetics and Plant Breeding (Genetika a šlechtění)	4
Zahradnictví (Horticultural Science)	4
Czech Journal of Food Sciences (Potravinářské vědy)	6

VPLYV DIFERENCOVANÉHO HNOJENIA NA ZABURINENOSŤ OZIMNEJ PŠENICE A ZNÍŽENIE ÚROD ZRNA

THE EFFECT OF DIFFERENTIATED FERTILIZATION ON WEED
INFESTATION OF WINTER WHEAT AND DECREASE OF GRAIN YIELD

Š. Tóth

Regional Research Institute of Agroecology, Michalovce, Slovak Republic

ABSTRACT: Great differences in weed infestation in different years and in dependence on nutrition intensity were shown in three-year investigation of weed infestation of winter wheat stands in the field stationary trial conducted in experimental basis of the Regional Research Institute of Agroecology, Michalovce on East-Slovakian Lowlands. Intensity of secondary weed infestation was studied on ten models of five-plot crop rotations. Winter wheat, the Hana variety, at the seeding rate of 5 mil. germinating seeds per 1 ha and row spacing of 125 mm. was used in the trial. Five variants with differentiated nutrition intensity was evaluated in total. The occurrence of weeds was finding a week before harvest. The dominance of weeds was evaluated by nine-point scale EWRS. The occurrence of the following weeds was recorded: quackgrass, barnyardgrass, wild oat, common hair-grass, common dungweed, field thistle, field horsetail, black bindweed, corn chamomile, and willow weed. Total weed infestation of stands was evaluated separately – all species of vegetating weeds. Good competitiveness of winter wheat has been confirmed in the trial. Average weed infestation of studied stands was on relatively low level in the evaluated three-year period, whereas higher weed infestation was recorded in the year with earlier start of spring when the period of lower temperatures occurred. A marked differentiation in weed infestation and competitiveness of cultivated crops in conditions of different level of nutrition of stands was found in the trial. General increase of stand weed infestation in dependence on the decrease of nutrition intensity of variants was confirmed whereas the variant with rationalizing nutrition is considered as favouring in view of competitiveness of cultural crop. The decrease of not only competitiveness of stands was found with falling nutrition intensity but also the yields of cultivated crop. The occurrence of weeds participated statistically significantly in decrease of winter wheat yields in most cases. Our results confirm the fact that a serious role in crop production is played by appropriate nutrition and fertilization of stands what can damp as well as support competitiveness of cultural and weed plants.

Keywords: winter wheat; competitiveness; weed infestation; nutrition intensity

ABSTRAKT: Pri trojročnom sledovaní zaburinenosti porastov ozimnej pšenice v poľnom stacionárnom pokuse na experimentálnej báze OVÚA Michalovce na Východoslovenskej nížine sa ukázali značné rozdiely v zaburinenosti v jednotlivých rokoch a v závislosti od intenzity výživy. Vyššia zaburinenosť bola evidovaná v ročníku so skorším nástupom jari, keď ešte prišlo obdobie nižších teplôt. V pokuse sa zistila výrazná diferenciácia v zaburinenosti a konkurenčnej schopnosti pestovanej plodiny v podmienkach rozdielnej úrovne výživy porastov. Potvrdilo sa všeobecné zvyšovanie zaburinenosti porastov v závislosti od poklesu intenzity vo výžive variantov, pričom za favorizovaný z hľadiska konkurenčnej schopnosti kultúrnej plodiny pokladáme variant s racionalizačnou výživou. S klesajúcou intenzitou výživy sme zistili pokles nielen konkurenčnej schopnosti porastov, ale i úrod pestovaných plodín. Výskyt burín sa vo väčšine prípadov štatisticky preukazuje podieľal na znižovaní úrod ozimnej pšenice.

Kľúčové slová: ozimná pšenica; konkurenčná schopnosť; zaburinenosť; intenzita výživy

ÚVOD

Buriny sú neoddeliteľnou súčasťou agrofytocenóz obrábaných pôd. Sú jedným z faktorov, ktoré môžu negatívne ovplyvniť úspešnosť pestovania poľných plodín. Ako súčasť rastlinných spoločenskostí spôsobujú straty v poľnohospodárskej výrobe aj pri súčasných odburiňovacích zákrokoch (Čerňuško, 1991). Zníženie úrod pes-

tovaných plodín pri strednej a silnej zaburinenosti môže dosiahnuť aj viac než 30 %. Pri totálnej zaburinenosti môžu byť až 90% straty na úrode (Týr, 1995).

Aj napriek súčasným ekonomickým a ekologickým tlakom nie je možné vyhnúť sa aplikácii herbicídov. Cieľom znížiť množstvo aplikovaných herbicídov vedie k ujasneniu spôsobov ich použitia. Jednou z možností je podpora konkurenčnej schopnosti porastov správnu

výživou a hnojením rastlín (Wilson, 1986; Kudsk, 1989; Dyck et al., 1995). Výživa je základom konkurenčnej schopnosti kultúrnych rastlín (Jornsgard et al., 1996). Citovaní autori pokladajú z hľadiska ochrany životného prostredia za favorizované varianty s nižšími aplikačnými dávkami dusíka i z aspektu ovplyvnení zmien v populácii burín. Týr (1995) sa domnieva, že konkurenčný tlak kultúrnych rastlín i burín je významne ovplyvňovaný aj hnojením, a to najmä dusíkom. Pri hnojení dusíkom klesá zaburinenosť plodín v porovnaní s nehnojenými parcelami. Uvedené vzťahy sú platné za predpokladu dobre zapojeného porastu. Keď je porast riedky, zvýšené hnojenie dusíkom posilňuje konkurenčnú schopnosť burín. Richards (1989) v pokusoch s ozimnou pšenicom zistil, že vyššia pokrývnosť pôdy plodinou má za následok menšiu pokrývnosť burín. Caussanel et al. (1996) uvádzajú preukazné ovplyvnenie úrod ozimnej pšenice konkurenčnou schopnosťou burín, napríklad súčasnému zvyšovaniu úrod pšenice v podmienkach zvyšovaných dávok dusíka. Jornsgard et al. (1996) pokladajú informácie o výžive za dôležitý faktor pre využitie integrovaných systémov boja proti burinám. Benada, Vaňová (1985) považujú za potrebné prihliadať na skutočnosť, že vzťahy medzi škodlivým výskytom burín a úrodou pestovanej plodiny sú značne premenlivé a závislé od mnohých činiteľov. Preto aj vyjadrenie škodlivosti nemôže byť konštantnou hodnotou, ale predstavuje rozsah hodnôt, ktorý zodpovedá premenlivosti vplyvu pôsobiaceho na kultúrne rastliny a škodlivé činitele.

Cieľom predloženej práce je dokumentovať intenzitu neskorej letnej zaburinenosti porastov ozimnej pšenice v závislosti od intezity výživy a po použití herbicidov v pestovateľskom procese. Ďalším prvkom je kvantifikácia vplyvu zaburinenosti v interakčnom pôsobení s diferencovanou úrovňou výživy na úrody ozimnej pšenice.

MATERIÁL A METÓDA

Problematiku zaburinenosti ozimnej pšenice sme riešili v rámci stacionárnych sústav striedania plodín. Pokus bol založený na experimentálnom pracovisku OVÚA Michalovce vo Vysokej nad Uhom v poľnom stacionári

na fluvizemi, v bezzávlahových podmienkach, v rokoch 1995 až 1997. Lokalita sa nachádza 20 km južne od Michaloviec, v nadmorskej výške 107 m a reprezentuje centrálnu časť Východoslovenskej nížiny, oblasť s kontinentálnym rázom podnebia.

Pôda je hlinitiopiesočnatej až hlinitej skladby, podľa rozborov (1997) priemerný obsah humusu činí 2,1 %, hodnota pH v KCl je 6,7, výmenná sorpčná kapacita 24,9 mmol.100 g⁻¹. Z klimatického hľadiska sa lokalita nachádza v oblasti teplej polosuchej až suchej s priemernou teplotou vzduchu vo vegetačnom období 15,2 °C, priemerná ročná teplota je 9 °C. Dlhodobý ročný priemer zrážok je 557 mm, z toho vo vegetačnom období 397 mm. Informácie o priebehu poveternostných podmienok sú získané z miestnej meteorologickej pozorovacej stanice.

Charakteristika pokusných rokov

- 1994 – zrážkovo normálny, teplotne výrazne nadnormálny
- 1995 – zrážkovo podnormálny, teplotne mierne nadnormálny
- 1996 – zrážkovo mierne nadnormálny, teplotne mierne podnormálny
- 1997 – zrážkovo výrazne nadnormálny, teplotne mierne podnormálny

Intenzitu druhotnej zaburinenosti sme študovali v piatich opakovaníach, priestorovo a časovo rozložených, a na desiatich modeloch päťhonových osevných postupov. Spôsob založenia stacionárnych sústav striedania plodín publikovali Riník. Tóth (1996). V pokuse bola použitá ozimná pšenica, odroda Hana, pri výsevku 5 mil. klíčivých semien na 1 ha a šírke medziriadkovej vzdialenosti 125 mm. Celkom bolo hodnotených päť variantov s diferencovaným hnojením (tab. I), pričom aplikácia pesticídov a vápnenie boli plošné.

Charakteristika prípravkov

Biopreparát Biosil je zmesou ľahko rozložiteľných minerálnoorganických látok, ktorá sa dodáva do pôdy. Je vyrábaný na báze druhotných surovín z mliekarenského priemyslu. Obsahuje nešpecifické humusové látky a rastlinné živiny, ktoré spolu s ďalšími bioaktívizujú

I. Použitie dávky živín podľa variantov – Used rates of nutrition according to the variants

Variant ¹	N	P	K	Zeomix (kg.ha ⁻¹)	Biosil (kg.ha ⁻¹)	CaCO ₃ ² (t.ha ⁻¹)	Mašťaťný hnoj ² (t.ha ⁻¹)
	(kg.ha ⁻¹)						
I.	105	55	100	–	–	6	40
II.	(13.5) ^{**}	(9) ^{**}	(9) ^{**}	150	–	6	40
III.	–	–	–	–	150	6	40
IV.	–	–	–	–	–	6	40
V.	–	–	–	–	–	6	–

¹ hnojenie mašťaťným hnojom a vápnenie mletým vápnom priebežne, systémom raz za päť rokov na začiatku rotácie osevného postupu – fertilization by dung and liming with ground limestone continuously, by the system once five years at the beginning of crop rotation

^{**} živiny obsiahnuté v Zeomixe – nutrients comprised in Zeomix

¹ variant, ² dung

júcimi zložkami pôsobia ako bioaktívator na pôdne prostredie a pôdnu biofaunu.

Zeomix je základné viaczložkové zeolitové hnojivo. Okrem základných živín (N, P, K) obsahuje v stopovom množstve prvky B, Mo, Ti, Fe, Mg a Ca. Podiel aktívnej zeolitevej zložky typu klinoptilolit je 36 až 42 %.

Výskyt burín sme v súlade s metodikami burinárskeho výskumu (Hron, Kohout, 1967) zisťovali odhadom, týždeň pred zberom. Pokryvnosť burín sme hodnotili deväťbodovou stupnicou EWRs: I (porast bez burín) až 9 (totálna zaburinenosť). Zaznamenávali sme výskyt týchto druhov burín: pýr plazivý, ježatka kuria noha, ovos hluchý, metlička obyčajná, mrlík biely, pichliač roľný, praslička roľná, pupenec ovíjavý, ruman roľný a horčiak broskyňolistý. Osobitne sme hodnotili celkovú zaburinenosť (CZ) porastov, t. j. všetky druhy vegetujúcich burín.

Získané údaje sme matematicky spracovali a podrobili korelačno-regresnej analýze.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Priemerná zaburinenosť ozimnej pšenice bola v hodnotenom trojročnom období (tab. II) na pomerne nízkej úrovni (3,42 bodov). Na dobrú konkurenčnú schopnosť pšenice poukazujú aj Wilson, Wright (1990), ktorí zistili, že hustým porastom pšenice bola potlačená väčšina vegetujúcich burín. Príčinu dobrej konkurenčnej schopnosti a odolávania tlaku burín hustosiatymi obilninami vidí Čerňuško (1991) v kompletnosti porastov, rýchlostom raste, mohutnosti a allelopatii.

II. Minimálna, maximálna a priemerná zaburinenosť porastov ozimnej pšenice – Minimum, maximum and average weed infestation of winter wheat

Variant ¹		1995	1996	1997	Σ
I.	min	1	1	2	1
	max	4	6	6	6
	\bar{x}	2,82	3,31	3,9	3,4
II.	min	1	1	1	1
	max	5	5	5	5
	\bar{x}	2,82	2,38	2,8	2,6
III.	min	1	1	2	1
	max	6	7	7	7
	\bar{x}	3,27	2,5	3,6	3,1
IV.	min	3	1	3	1
	max	8	8	8	8
	\bar{x}	4,61	3	4,2	3,92
V.	min	2	1	3	1
	max	8	7	9	9
	\bar{x}	3,91	3,46	5	4,1
\bar{x}		3,48	2,93	3,9	3,42

¹variant

Celková zaburinenosť porastov (tab. II) i výskyt jednotlivých druhov burín (tab. III) podľa ročníkov výrazne varíovali. Najvyšší výskyt burín sme zaznamenali v roku 1997 a najnižší v roku 1996. Hnát, Riník (1990) uvádzajú, že vo vzťahu k zaburinenosti ozimnej pšenice zohráva jednu z najdôležitejších úloh nástup fázy odnožovania. Ak dochádza k odnožovaniu až na jar, výrazne sa znižuje konkurenčná schopnosť pšenice. Burinou s najväčšími rozdielmi vo výskyte v sledovaných ročníkoch bol ovos hluchý. Jedným z významných faktorov, determinujúcich rozdiely v celkovej zaburinenosti a výskyte hlavne ovsu hluchého, sú rozdiely v nástupe jari (Kohout, Záhradníková, 1995). Vyššia zaburinenosť sa predpokladá v ročníkoch so skorším nástupom jari, kedy spravidla ešte prichádza obdobie nízkych teplôt. Porasty sa zapojujú pomaly a vzhádzajúce buriny sa v nich ďaleko lepšie uplatnia. Najfrekvencovanejšími burinami (tab. III) boli pýr plazivý, pupenec roľný, ovos hluchý a ruman roľný. Pýr za sledované trojročné obdobie dosiahol až 25% zastúpenie v rámci vyskytujúcich sa druhov burín. Druhou najfrekvencovanejšou burinou bol pupenec roľný (19,7%). Škálu najčastejšie sa vyskytujúcich druhov burín dotvárali ovos hluchý (16%) a ruman roľný (15%). Pomerne málo frekvencované boli pichliač roľný (5,7%), horčiak broskyňolistý (2%), praslička roľná (1,7%) a mrlík biely (1%). Ozimnú burinu metličku obyčajnú sme v porastoch ozimnej pšenice nezaevidovali, a tiež ani výskyt letnej buriny ježatky kurej nohy. Zo skupiny ostatných druhov burín (14%) sa najčastejšie vyskytovali hospodársky málo významné druhy ako drhnička roľná a rôzne druhy veroník. Pýr plazivý patrí podľa viacerých autorov k najrozšírenejším hospodársky významným burinám (Hron, Kohout, 1986).

Z tab. II je zrejmé tiež rozdielna zaburinenosť variantov. V priemere za trojročné obdobie sme zistili vyššiu zaburinenosť prvého variantu v porovnaní s variantom druhým. Richards (1993) na základe pokusov

III. Pokryvnosť burín v porastoch ozimnej pšenice podľa rokov – Weed area in winter wheat stands according to the years

Burina ¹	1995	1996	1997	\bar{x}
Horčiak broskyňolistý ²	1,00	1,06	1,36	1,14
Ježatka kuria noha ³	1,00	1,00	1,00	1,00
Metlička obyčajná ⁴	1,00	1,00	1,02	1,01
Mrlík biely ⁵	1,13	1,09	1,00	1,07
Ovos hluchý ⁶	3,10	2,28	1,25	2,21
Pichliač roľný ⁷	1,51	1,26	1,51	1,43
Praslička roľná ⁸	1,00	1,11	1,24	1,12
Pupenec ovíjavý ⁹	2,48	2,08	2,99	2,51
Pýr plazivý ¹⁰	2,88	2,59	3,20	2,89
Ruman roľný ¹¹	3,23	1,57	1,71	2,17
Ostatné ¹²	2,37	1,57	2,50	2,14

¹weed, ²willow weed, ³barnyardgrass, ⁴common hair-grass, ⁵common dungweed, ⁶wild oat, ⁷field thistle, ⁸field horsetail, ⁹black bindweed, ¹⁰quackgrass, ¹¹corn chamomile, ¹²others

s odrodami ozimnej pšenice zistil najvyšší výskyt burín vo variantoch s najvyššími dávkami dusíkatej výživy. Z hľadiska ochrany životného prostredia pokladajú Jorns-gard et al. (1996) za favorizované varianty s nižšími aplikačnými dávkami dusíka i z aspektu ovplyvnenia zmien v populácii burín. Zaburinenosť variantov I, IV a V stúpa s poklesom intenzity výživy variantov. Variant III sa svojou zaburinenosťou zaradil medzi prvé dva varianty.

V intenciách niektorých zistení (Richards, 1989), že vyššia pokrývnosť pôdy plodinou má za následok menšiu pokrývnosť burín, nami pozorované údaje o minimálnej, priemernej a maximálnej zaburinenosti variantov (tab. II) implicitne poukazujú na rozdielnu konkurenčnú schopnosť diferencovane vyživovaných porastov ozimnej pšenice. Klesanie pokrývnosti burín so zvyšujúcou sa hustotou kultúrnych rastlín v podmienkach diferencovanej výživy a hustoty výsevu zistil aj Wright (1993).

Úrody ozimnej pšenice boli za trojročné pokusné obdobie v stredne silnej negatívnej korelácii s intenzitou zaburinenosti, a to u všetkých variantoch výživy (tab. IV). Podľa rokov a variantov výživy táto závislosť kolísala od hodnôt slabej po veľmi silnú koreláciu. Znamienka korelačných koeficientov vo vzťahu k typu regresnej funkcie zodpovedajú i hľadisku ekonomickej interpretácie škodlivosti výskytu burín. Vážnosť štatistickej preukaznosti môžeme analyzovaným vzťahom prisúdiť na úrovni dosahovaných hladín významnosti.

Najsilnejšiu väzbu medzi pokrývnosťou burín a úrodami ozimnej pšenice sme zistili pri nehnojenom va-

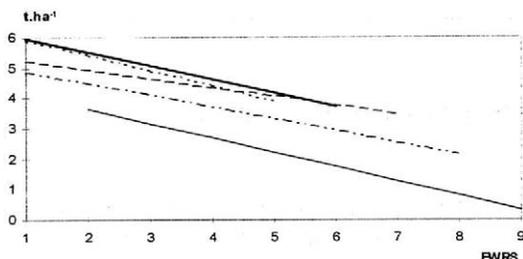
riante V. Variabilita zaburinenosti spôsobila až 41,92 % zmien vo variabilite úrod pšenice na tomto variante. V rámci sledovaných variantov sme najnižšiu závislosť úrod od zaburinenosti porastov zaznamenali na variante s použitím Biosilu. Zmeny vo variabilite zaburinenosti tohto variantu spôsobili 13,06 % zmien vo variabilite úrod ozimnej pšenice. Z tab. IV vyplýva, že v rámci variantov I, IV a V stúpa škodlivosť burín s klesajúcou intenzitou výživy. Závislosť medzi úrodami a zaburinenosťou na variante I a II je približne na rovnakej úrovni. Parametre analyzovanej závislosti mali na každom variante v jednotlivých rokoch kolísavý charakter. Z uvedených výsledkov je zrejmy výrazný vplyv zaburinenosti porastov na zníženie úrod ozimnej pšenice. Klesaním intenzity výživy sa zvyšovalo rozpätie v zaburinenosti porastov so súčasným zvyšovaním hospodárskej škodlivosti vegetujúcich burín, čo korešponduje s údajmi z literatúry (Caussanel et al., 1996), podľa ktorých konkurenčná schopnosť burín preukazuje ovplyvňovala úrody ozimnej pšenice, napriek súčasnému zvyšovaniu úrod pšenice v podmienkach zvyšovania intenzity výživy. Zníženie intervalu zaburinenosti v porovnaní s variantom I sme zistili na variante II, čo je v súlade s literatúrou (Jorns-gard et al., 1996).

Funkčne závislosti úrod ozimnej pšenice od zaburinenosti porastov sú znázornené na obr. 1. Parametre regresných kriviek sú uvedené v tab. IV. Ohraničenie funkcií na osi x je determinované reálne dosiahnutými hodnotami pokrývnosti burín, uvedenými podľa jednot-

IV. Dosiahnuté parametre korelačno-regresnej analýzy závislosti úrod od zaburinenosti porastov ozimnej pšenice – Achieved parameters of correlation-regression analysis of dependences of yields on weed infestation of winter wheat stands

Variant ¹	Parameter ²	1995	1996	1997	Σ
I.	<i>P</i>	0,02035	0,04334	0,03049	0,00504
	<i>r</i>	-0,65671	0,566943	-0,59909	-0,44572
	<i>R-sq</i>	43,13	32,14	35,89	19,87
	model ³	lineárny ⁴	recipročný ⁵	lineárny	lineárny
II.	<i>P</i>	0,00186	0,64896	0,01105	0,00399
	<i>r</i>	-0,7982	-0,13971	-0,67691	-0,45624
	<i>R-sq</i>	63,71	1,95	45,82	20,82
	model	lineárny	multiplikačný ⁶	lineárny	lineárny
III.	<i>P</i>	0,00569	0,21702	0,01336	0,0258
	<i>r</i>	-0,74232	-0,36727	-0,66382	-0,36137
	<i>R-sq</i>	55,10	13,49	44,07	13,06
	model	lineárny	lineárny	lineárny	lineárny
IV.	<i>P</i>	0,00001	0,12019	0,29488	0,00032
	<i>r</i>	-0,93473	-0,45287	-0,31476	-0,55253
	<i>R-sq</i>	87,37	20,51	9,91	30,53
	model	multiplikačný	lineárny	lineárny	lineárny
V.	<i>P</i>	0,00061	0,0047	0,01223	0,00001
	<i>r</i>	-0,84113	0,728986	-0,66998	-0,64746
	<i>R-sq</i>	70,75	53,14	44,89	41,92
	model	multiplikačný	recipročný	lineárny	lineárny

¹variant, ²parameter, ³model, ⁴linear, ⁵reciprocal, ⁶multiplication



I. Závislosť úrod ozimnej pšenice od intenzity zaburinenosti podľa variantov – Dependence of winter wheat yields on intensity of weed infestation according to variants

os x: zaburinenosť – x axis: weed infestation

livých variantov v tab. II. Z týchto údajov sú evidentné rozdiely v intervale zaburinenosti diferencovane vyživaných porastov. Richards (1989) v súlade s našimi výsledkami uvádza, že vyššia pokrývnosť pôdy plodinou má za následok menšiu pokrývnosť burín a implicitne vypovedá o rôznej konkurenčnej schopnosti porastov, resp. o poklese konkurenčnej schopnosti porastov s klesajúcou intenzitou výživy jednotlivých variantov. Zvýšenie intenzity zaburinenosti sa vo väčšine prípadov preukazuje prejavilo na znížení úrod sledovanej plodiny.

Naše zistenia korešponujú s tvrdením niektorých autorov (Lintell-Smith et al., 1992; Wright, 1993), podľa ktorých je konkurenčný tlak kultúrnych plodín i burín významne ovplyvňovaný aj hnojením. Jornsrgard et al. (1996) pokladajú výživu za základ konkurenčnej schopnosti kultúrnych plodín. Naše výsledky tiež potvrdzujú zistenie (Caussanel et al., 1996), podľa ktorého konkurenčná schopnosť burín preukazuje ovplyvňuje úrody ozimnej pšenice, napriek súčasnému zvyšovaniu úrod pšenice v podmienkach zvyšovaných dávok dusíka, a podporujú tvrdenie (Zanin et al., 1993), že pri absencii informácií o výžive nie je možné stanoviť ekonomický prah škodlivosti a následne kalkulovať s ekonomickou efektívnosťou použitej herbicídnej ochrany.

LITERATÚRA

- Benada J., Váňová M. (1985): K problematice prahu škodlivosti u plevelů a chorob obilnin. *Úroda*, 56–58.
- Caussanel J. P., Angonin C., Meynard J. M. (1996): Competition of some species in winter wheat, in relation to production constraints. *Seizieme Conf. Columa. J. Int. Reims, France*: 337–345.
- Černuško K. (1991): Ekologické prístupy k regulácii zaburinenosti. In: *Ekologické zásady hospodárenia na pôde*. Nitra, VŠP: 98–106.
- Dyck E., Liebman M., Erich M. S. (1995): Crop-weed interference as influenced by a leguminous or synthetic fertilizer nitrogen source: I. Doublecropping experiments with crimson clover, sweet corn, and lambsquarters. *Agric. Ecosyst. Envir.*, 56: 93–108.

- Hnát A., Rinik E. (1990): Intenzita zaburinenia v závislosti od koncentrácie hustosiatych obilnín a kukurice. *Zbor. Ved. Prác Michalovce, PVIP, 10*: 141–152.
- Hron F., Kohout V. (1967): *Polní plevelé – metody plevelářského výzkumu a praxe*. [Skriptum.] Praha, SPN. 223 s.
- Hron F., Kohout V. (1986): *Polní plevelé – část obecná*. Praha, SZN. 168 s.
- Jornsrgard B., Rasmussen K., Hill J., Christiansen J. L. (1996): Influence of nitrogen on competition between cereals and their natural weed. *Weed Res.*, 36: 461–470.
- Kohout V., Záhradníková H. (1995): Zaplevelení obilnin ve vztahu k předplodinám. *Rostl. Vyr.*, 41: 259–262.
- Kudsk P. (1989): Experiences with reduced herbicide doses in Denmark and the development of the concept of factoradjusted doses. *Proc. Brighton Crop Protec. Conf.*: 545–554.
- Lintell-Smith G., Baylis J. M., Watkinson A. R., Firbank L. G. (1992): The effect of reduced nitrogen and competition on the yield of winter wheat. *Asp. Appl. Biol.*, 30: 367–372.
- Richards M. C. (1989): Crop competitiveness as an aid to weed control. *Proc. Brighton Crop Protec. Conf.*: 573–578.
- Richards M. C. (1993): The effect of agronomic factors on competition between cereals and weeds, the implications in integrated crop production. *Proc. Brighton Crop Protec. Conf.*: 991–996.
- Rinik E., Tóth Š. (1996): *Stacionárne systavy striedania plodín*. [Výskumná správa.] Michalovce, OVÚA.
- Týr Š. (1995): *Vplyv sústav hospodárenia na zaburinenosť porastov pestovaných plodín*. [Doktorandská dizertácia.] Nitra, VŠP AF. 206 s.
- Wilson B. J. (1986): Yield responses of winter cereals to the control of broadleaved weeds. *Proc. EWRS Symp. Economic weed control*: 75–82.
- Wilson B. J., Wright K. J. (1990): Predicting the growth and competitive effects of annual weeds in wheat. *Weed Res.*, 30: 201–211.
- Wright K. J. (1993): Weed seed production as affected by crop density and nitrogen application. *Proc. Brighton Crop Protec. Conf.*: 275–280.
- Zanin G., Berti A., Toniolo L. (1993): Estimation of economic thresholds for weed control in winter wheat. *Weed Res.*, 33: 459–467.

Došlo 13. 7. 1998

Kontaktná adresa:

Ing. Štefan Tóth, Oblastný výskumný ústav agroekológie, Špitálska 1273, 071 01 Michalovce, Slovenská republika, tel.: 00421 946/644 38 88, fax: 00421 946/642 02 05, e-mail: fecak@in4.sk

Upozornění pro autory vědeckých časopisů

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

Pérovky mohou být zpracovány jako předloha pro skenování nebo mohou být dodány též jako bitmapa ve formátu *.TIF (600 DPI). Pro skenování by grafy neměly obsahovat šedivé plochy. Místo šedí se mohou použít různé typy černobílého šrafování.

Grafy je třeba dodat **včetně zdrojových dat** (jako tabulku) v programu EXCEL.

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

Redakce časopisu

METODICKÉ ASPEKTY GENETICKÉ TRANSFORMACE CHMELE (*HUMULUS LUPULUS* L.)

METHODICAL ASPECTS OF HOP (*HUMULUS LUPULUS* L.) GENETIC TRANSFORMATION

P. Oriniaková¹, D. Pavingerová², J. Matoušek²

¹University of South Bohemia, Faculty of Biological Sciences, České Budějovice, Czech Republic

²Institute of Plant Molecular Biology, Academy of Sciences of the Czech Republic, České Budějovice, Czech Republic

ABSTRACT: In our previous work (Oriniaková, Matoušek, 1996) we have proved the possibility of hop (*Humulus lupulus* L.) transformation using *Agrobacterium tumefaciens*. The base of hop transformation system is the regeneration media HT2 (Svoboda, 1991). We used *A. tumefaciens* LBA 4404 bearing helper plasmid pAL4404 (Hoekama et al., 1983) and a plasmid p35SGUSint (Vancannet et al., 1990) bearing chimerical *gusA* gene with an intron and the *nptII* gene for kanamycin resistance for hop transformation. The main goal of this work was to optimize the standard protocol used for hop transformation in respect to the most usual reasons of low frequency of transgenic plant regeneration: 1) non-competence of plant cells for transformation (Potrykus, 1990), 2) cells do not produce enough amount of signal molecules inducing *A. tumefaciens vir* genes (Winans, 1991), 3) transgenes silencing caused by methylation, 4) inhibition of transgenic shoots by products of hypersensitive reaction. The standard method and alternative changes of individual steps are described in Tab. I. Slightly higher frequency (40%) of transformation was achieved only using pre-cultivation of hop explant on regeneration media before transformation (Tab. I, var. 2) in comparison with the standard method (36%) (Tab. II). It is possible that the pre-cultivation could induce a transformation competent state in a part of cells. However, this method does not affect the *gusA* expression in calli (Tab. III). The use of acetosyringone, a *vir* genes inducing phenolic signal molecule, during *A. tumefaciens* cultivation, did not increase frequency of callogenesis on selective regeneration media (Tab. II). We tried to increase the transformation frequency by inhibition of possible cytosine methylation of transgenes using 5-azacytidine. However, the effect of 5-azacytidine was rather negative in respect to the callogenesis and 5-azacytidine did not affect positively the ability of shoots to root on selective media (Tab. IV). The use of antioxidants polyvinylpyrrolidone (PVPP) and dithiothreitol (DTT) in double layers media, successfully used by Perl et al. (1996) for grape transformation, did not affect the result of hop transformation (Tab. IV). Transgenic hop shoots able to root on selective media did not regenerate in any of used alternative hop transformation method. For this reason we analysed *gusA* transgene expression (Jefferson, 1987) in calli. We compared five hop transformation methods (Tab. III). The β -glucuronidase activity was detected only in calli aroused using HT3 method. The scheme of this method is described in Fig. 1. *Agrobacterium* is re-suspended in 0.01M MgSO₄. Hop explants are co-cultivated in this suspension during 20 min and than are incubated on the solid MS media over night. The explants are moved on regeneration selection HT2 media in the next day. We detected the β -glucuronidase activity in calli (Fig. 2) and in roots regenerated from calli (Fig. 3). We observed, that the GUS activity is localised only in a small part of callus after ten weeks of cultivation. In contrast to calli, we did not detect the β -glucuronidase activity neither histologically, nor fluorometrically in shoots. Moreover, regenerated transgenic hop shoots were not able to root on selection media, even using this improved method for hop transformation (Tab. V). We selected ten shoots for DNA isolation and for the Southern blot analysis, but the radioactively labelled probe did not hybridise with any of DNAs. On the basis of our results we speculate that transgenes are not expressed for two possible reasons: 1) transgene silencing could be caused by other mechanism than methylation, reviewed for example by Finnegan, McElroy (1994), Flavell (1994), Meyer (1996), 2) hop cells dividing during callogenesis on selection regeneration media could be different from cells which are the base of hop shoot regeneration.

Keywords: hop; *Humulus lupulus* L.; transformation; *Agrobacterium tumefaciens*; *gusA*; acetosyringone; 5-azacytidine; antioxidants; β -glucuronidase activity

ABSTRAKT: Cílem práce bylo optimalizovat standardní postup transformace chmele s přihlédnutím na nejčastější příčiny nízké frekvence regenerace transgenních rostlin. Jejího mírného zvýšení u výhonků chmele z kalusů na selekčním regeneračním médiu bylo dosaženo pouze preinkubací explantátů chmele na regeneračním médiu. Avšak preinkubace nevedla k expresi transgenů *gusA* v kalusech. Použití acetosyringonu, 5-azacytidinu, resp. antioxidantů v systému transformace nevedlo ke

zvýšení frekvence tvorby kalusů z explantátů chmele na selekčním regeneračním médiu ani ke zvýšení frekvence regenerace výhonků schopných kořenit na kanamycinu. Proto byla sledována exprese transgenu *gusA* přímo v kalusech po transformaci. Aktivita β -glukuronidázy byla zjištěna pouze v kalusech a kořenech regenerovaných z kalusů, které vznikaly za použití optimalizovaného postupu transformace HT3. Po deseti týdnech byla aktivita β -glukuronidázy detekována již jen v určitých oblastech kalusu. Ve výhoncích, které vznikaly po transformaci postupem HT3, však aktivita β -glukuronidázy detekována nebyla ani tyto výhonky nekořenily na selekčním médiu s kanamycinem.

Klíčová slova: chmel; *Humulus lupulus* L.; transformace; *Agrobacterium tumefaciens*; *gusA*; acetosyringon; 5-azacytidin; antioxidanty; aktivita β -glukuronidázy

ÚVOD

Při transformaci pomocí *A. tumefaciens* se využívá přirozené schopnosti této bakterie vnášet část své plasmidové DNA, T-DNA (transferred DNA) do genomu rostliny. Přenos T-DNA zajišťují proteiny – produkty genů *vir* (geny virulence), ležících na plasmidu Ti (tumour inducing), a chromozomálních genů agrobakteria. Proces transformace pomocí *A. tumefaciens* je ovlivňován mnoha faktory, které určuje rostlinná buňka. K zahájení přenosu T-DNA je potřeba, aby byly indukovány membránové receptory agrobakteria (VirA, VirG, ChvE), které jsou aktivátory transkripce genů *vir*. Jako indukční látky synergicky působí fenolické látky, monosacharidy a kyselé pH prostředí (Winans, 1991). Fenolické látky jsou produkty poškozených rostlinných buněk. Je-li produkce fenolických látek nízká, nedojde k dostatečné aktivaci genů *vir* agrobakteria a úspěšnost transformace je malá. Schopnost transformace lze u agrobakteria podpořit přidáním látek, které přímo aktivují expresi genů virulence. Kromě jiných fenolických látek (např. Stachel et al., 1985; Song et al., 1991a, b) to může být acetosyringon v kombinaci s jednoduchými sacharidy. Vedle produkce fenolických látek musí být rostlinná buňka ve stavu, kdy je kompetentní k transformaci. Jen malá část buněk rostlinného pletiva je kompetentní zároveň k regeneraci i transformaci, avšak kompetenci buněk k transformaci je možné podpořit působením růstových hormonů (Potrykus, 1990).

Dále je nutné, aby se transgen integroval do genomu rostliny a byl stabilně exprimován. U mnoha transgenů rostlin však dochází k utichání exprese. Mechanismy tohoto procesu přehledně zpracovali např. Finnegan, McElroy (1994), Flavell (1994), resp. Meyer (1996). Je pravděpodobné, že většinou je transgen inaktivován metylací, jak to v případě transgenního tabáku dokázali např. Schmölling, Röhrig (1995) nebo Ingelbrecht et al. (1994). Metylace může být inhibována při kultivaci transgenních rostlin nebo kalusů na médiu s obsahem 5-azacytidinu. Tímto způsobem bylo dosaženo významného zvýšení frekvence regenerace transgenních rostlin např. u *A. thaliana* (např. Palmgren et al., 1993; Mandal et al., 1994). Regenerace transformantů může být inhibována také např. oxidativními produkty hypersenzitivní reakce. Zvýšit frekvenci regenerace transformantů je možné snížením koncentrace těchto přirozených inhibitorů regenerace (Perl et al., 1996).

Výřešení technologie transformace chmele je jedním z předpokladů rozvoje biotechnologií ve chmelařském průmyslu. Nejčastějším způsobem vnášení transgenů do genomu rostlin je transformace pomocí bakterie *A. tumefaciens*. Transformace chmele může být použita při řešení problematiky ozdravení chmele od viroidů a jiných molekulárních patogenů za pomoci technik tzv. antisense nebo ribozymů (Matoušek et al., 1995). V naší předchozí práci jsme ověřili těsný kontakt *A. tumefaciens* a tkání chmele pomocí elektronového mikroskopu. Dále jsme dokázali schopnost agrobakteria vnášet T-DNA do genomu chmele za použití zkoušky agroinfece, detekovali jsme vnesený transgen pomocí metody PCR a u jedné z rostlin jsme prokázali chimerismus za použití Southern blotu (Oriniaková, Matoušek, 1996). Tyto výsledky definitivně potvrdily možnost transformace chmele pomocí *A. tumefaciens*. Avšak u výhonků regenerovaných po transformaci na médiu HT2 za přítomnosti kanamycinu růst kořenů postupně ustával, kořeny dorůstaly maximální délky 1 cm a u výhonků se nepodařilo prokázat aktivitu β -glukuronidázy (neuveďeno).

V práci jsme se zabývali optimalizací postupu transformace chmele. Sledovali jsme vliv acetosyringonu na tvorbu kalusů, vliv 5-azacytidinu na regeneraci a expresi transgenů u výhonků regenerovaných po transformaci. Dále jsme hodnotili vliv antioxidantů na tvorbu kalusů a regeneraci transgenních rostlin chmele. Sledovali jsme důsledek předpůsobení explantátů chmele na regeneračním médiu při transformaci chmele. Díky optimalizovanému postupu transformace chmele jsme detekovali aktivitu β -glukuronidázy v kalusech a regenerovaných kořenech chmele.

MATERIÁL A METODA

Rostlinný materiál

Používali jsme meriklony chmele odvozené z Osvaldova klonu 72, pěstované *in vitro*. Transformovali jsme explantáty (listy, řapíky, internodia) z meriklonů A8, B16, 4633 a 1683. Rostliny byly množeny vegetativně a několik let udržovány *in vitro* pasážováním každých sedm až deset týdnů. Pěstovány byly v kultivační místnosti na základním médiu pro pěstování chmele (H), při teplotě 22 až 25 °C a při osvětlení 100 μ mol (PAR)/m²/s (16h fotoperioda).

Rostliny chmele byly udržovány *in vitro* na médiu H [2,2 g/l soli MS obohacené vitamíny (Sigma), 20 g/l glukózy (Lachema), 9 g/l agaru (Sigma), pH 5,7].

Základem postupů, které vedly k optimalizaci transformace chmele, bylo regenerační médium HT2 (Svoboda, 1991) [4,4 g/l soli MS (Sigma), 40 g/l glukózy (Lachema), 2,25 mg/l BAP (Sigma), 0,35 mg/l kyseliny gibberelové (Serva), 2,03 mg/l IBA (Serva), pH 5,7]. Médium bylo zpevněno agarom 8 g/l (Sigma). Regenerační médium bylo doplněno o selekční antibiotikum [kanamycin (Kanamycin monosulfate, Sigma) 50 mg/l] a antibiotikum pro eliminaci agrobakteria [augmentin (Augmentin, Beecham) 500 mg/l].

Po transformaci byly regenerované výhonky odděleny od kalusu a kultivovány na základním médiu H, které bylo doplněno o selekční antibiotikum (kanamycin 50 nebo 100 mg/l) a antibiotikum pro eliminaci agrobakteria (augmentin 300 mg/l).

Optimalizace postupu transformace chmele

Základní postup transformace sestává z jednotlivých kroků, které je možné změnit, a tím ovlivnit výsledek transformace. Ve schématu uvedeném v tab. I je shrnut systém transformace a jsou vyznačeny možnosti alternativních postupů v jednotlivých krocích. Základem optimalizace postupu transformace byl standardní postup (tab. I). Změny postupu transformace se týkaly kultivace agrobakteria, doby a způsobu kokultivace, možnosti preinkubace, výběru média pro prerogeneraci a úpravy média pro regeneraci. Kultura agrobakteria nesoucí vektor s transgeny byla vypěstována přes noc. Další den byly s agrobakteriem kokultivovány explantáty rostlin. Před kokultivací mohly být explantáty opracovány během preinkubace. Kokultivace mohla probíhat různými způsoby. Po kokultivaci byly explantáty přeneseny na regenerační médium. Tento krok bylo možné obohatit ještě prerogenerací. Regenerační médium bylo doplněno selekčním antibiotikem (kanamycinem) a dále antibiotikem pro eliminaci agrobakteria (augmentinem).

Agrobacterium tumefaciens a binární vektory

Pro transformaci jsme používali *A. tumefaciens* LBA 4404 nesoucí pomocný plasmid pAL4404 (Hoekama et al., 1983) a plasmid p35SGUSint (Vancanneyt et al., 1990) nesoucí chimerický gen pro β -glukuronidázu s vloženým intronem a gen pro rezistenci ke kanamycinu. Bakterie byly pěstovány přes noc v tekutém médiu LK při 28 °C. V alternativních postupech optimalizace (tab. I, var. 1) byl při kultivaci agrobakteria přes noc do živného média (20 ml LK média) přidáván acetyryngon (Sigma) tak, aby jeho výsledná koncentrace byla 100 μ M, a to vždy v kombinaci s glukózou, jejíž výsledná koncentrace byla 1%.

Při standardním postupu bylo z 20 ml kultury agrobakteria narostlé přes noc odebráno 100 μ l do 20 ml roztoku soli MS o poloviční koncentraci (1/2 MS). V této řídké suspenzi byly explantáty kokultivovány po dobu dvou dnů. Při alternativním postupu (tab. I, var. 4) bylo jako kokultivační médium použito tekuté médium HT2 bez antibiotik. Při alternativní var. 3 (tab. I) byla bakteriální kultura (20 ml) narostlá přes noc krátce centrifugována, LK médium odstraněno a bakterie byly resuspendovány ve 20 ml roztoku 0,01M $MgSO_4$. V této husté suspenzi bakterií byly inkubovány explantáty chmele po dobu 5 až 20 min.

5-azacytidin a PVP

Do regeneračního média HT2 byl v alternativním postupu (tab. I, var. 8) přidáván 5-azacytidin (5-azaC) (Sigma) 2 mg/l a nebo polyvinylpyrrolidon (polyvinylpyrrolidon 10 000, PVP 10, Sigma) 2 g/l (dále jen PVP). Při zakořeňování výhonků po transformaci var. 8 (tab. I) byl 5-azaC 2 mg/l přidáván do média H s obsahem kanamycinu 50 mg/l a augmentinu 300 mg/l.

Média s antioxidanty

Pro pokusy, v nichž jsou explantáty prerogenerovány na dvojvrstevných médiích (double layer) (tab. I, var. 7), byla dvojvrstevná média s antioxidanty připravena podle postupu, který popsali Perl et al. (1996). Spodní vrstvu tvořilo pevně regenerační médium HT2 obohacené o PVPP (polyvinylpolypyrrolidone, Sigma) 0,1 g/l. Svrchní vrstvu tvořilo tekuté médium MS s obsahem DTT (Boehringer Mannheim) 1 g/l a augmentinu 500 mg/l. Po kokultivaci s agrobakteriem byly explantáty přeneseny k prerogeneraci na misky s dvojvrstevným médiem, kde byly inkubovány ve tmě po dobu sedm dní. Pak byly přeneseny na regenerační selekční médium HT2.

Aktivita β -glukuronidázy

GUS aktivita byla stanovena histochemicky a kvantitativně fluorometricky (Jefferson, 1987).

Izolace DNA z výhonků, příprava sondy a hybridizace

DNA z kalusů chmele byla izolována za použití Quia-gen kitu pro izolaci DNA podle doporučení výrobce. Po izolaci byla DNA pro účely Southern blotu štěpena pomocí restriktivního enzymu *EcoRI*, přečištěna chloroformem a přesrážením 96% etanolem a rozdělena na 0,7% elektroforetickém TBE gelu při napětí 35 V přes noc. Na gel bylo nanášeno 50 μ g DNA na slot. Gel byl

I. Systém transformace chmele a možnosti alternativních postupů v jednotlivých krocích – The system of hop transformation and possibilities of alternative procedures in different steps

Kroky systému transformace ¹	Standardní postup ⁷			Alternativní postupy ⁸			
	čas ⁹	médium ¹⁰	doplňk ¹¹	var.	čas	médium	doplňk
Kultivace agrobakteria ²	přes noc ¹²	LK	0	1	přes noc	LK	acetosyringon ¹⁸ glukóza ¹⁹
Prekultivace explantátů ³	0	0	0	2	3 dny	HT2	bez antibiotik ²⁰
Kokultivace agrobakteria a explantátů ⁴	1–2 dny ¹³	řidká suspenze bakterií ¹⁵ 1/2 MS	0	3	20 min	hustá suspenze bakterií ¹⁶ 0.01M MgSO ₄	0
Preregenerace ⁵	0	0	0	4	1–2 dny	řidká suspenze bakterií HT2	0
				5	1–4 dny	HT2	bez antibiotik
				6	1 den	MS	bez antibiotik
				7	7 dní	dvojrstevné médium ¹⁷	antioxidanty ²¹
Regenerace ⁶	4–6 týdnů ¹⁴	HT2 Aug Km	0	8	4–6 týdnů	HT2 Aug Km	5-azaC PVP

Aug: augmentin²² 500 mg/l

Km: kanamycin²³ 50 mg/l

5-azaC: 5-azacytidin²⁴

PVP: polyvinylpyrrolidon²⁵ (PVP 10)

¹steps of transformation system, ²cultivation of agrobacterium, ³pre-cultivation of explants, ⁴co-cultivation of agrobacterium and explants, ⁵pre-regeneration, ⁶regeneration, ⁷standard procedure, ⁸alternative procedures, ⁹time, ¹⁰medium, ¹¹supplement, ¹²overnight, ¹³days, ¹⁴weeks, ¹⁵thin suspension of bacteria, ¹⁶thick suspension of bacteria, ¹⁷double layer medium, ¹⁸acetosyringone, ¹⁹glucose, ²⁰without antibiotics, ²¹antioxidants, ²²augmentin, ²³kanamycin, ²⁴azacytidine, ²⁵polyvinylpyrrolidone

po elektroforéze opracován denaturačním a neutralizačním roztokem. DNA byla přeblokována z gelu na membránu (Positive charged, Sigma) metodou Southern blotu vzlínáním roztoku 10xSSC.

Specifická sonda byla připravena metodou multiprime labeling za použití kitu Multiprime labeling kit (Amersham) podle pokynů výrobce. Pro značení byl připraven fragment GUSint, obsahující celou sekvenci genu *gusA*. Tento fragment byl získán pomocí PCR z plasmidu p35SGUSint za použití primerů P1 (5'-GGATCCGGGCA-ATTGCTGTGCC-3') a P2 (5'-AAGCTTGCGAG-GTCGCAAAATC-3'). PCR reakce běžela podle tohoto schématu: 1. cyklus: 3 min 94 °C, 1 min 20 s 55 °C, 1 min 20 s 72 °C, následovalo 40 cyklů: 1 min 94 °C, 1 min 20 s 55 °C, 1 min 20 s 72 °C a reakce byla zakončena 10 min při 72 °C a následně ochlazená na 4 °C. Získaný PCR produkt (2 kb) byl vyizolován z elektroforetického TBE gelu podle pokynů výrobce za použití kitu Quiagen quick spin columns. Před značením v multiprime labeling reakci byl fragment rozštěpen restričním enzymem *EcoRV* na dvě části. Obě části pak byly značeny zároveň v jedné multiprime labeling reakci. Sonda pro hybridizaci byla používána vždy čerstvá.

Membrána po Southern blotu byla opracována před hybridizací v 50 ml vždy čerstvě připraveného hybridizačního roztoku po dobu 30 min při teplotě 65 °C v hybridizačním válci. Poté byla k membráně do hybridizačního roztoku přidána sonda a hybridizace probíhala přes noc při 65 °C. Druhý den byla membrána promývána v 50 ml promývacího roztoku, dvakrát 30 min při 65 °C. Hybridizační signál jsme detekovali za pomoci PhosphorImageru (UVP).

Hybridizační roztok: a) příprava roztoku NaP: doplnit 342 ml 1M Na₂HPO₄·12 H₂O a 158 ml 1M NaH₂PO₄ do celkového objemu 500 ml, upravit pH na 7.2; b) příprava 50 ml hybridizačního roztoku: doplnit 20 ml NaP

sterilní redestilovanou vodou do 48 ml, přidat 100 μl 0,5M EDTA (pH 8,0) a zastudena rozpustit 0,5 g hovězího sérového albuminu (Bovine serum albumine Sigma, A9647); poté roztok zahřát na 65 °C a za této teploty rozpustit 3,5 g SDS. Připravený hybridizační roztok aplikovat přímo na membránu.

Promývací roztok (1 l): 100 ml NaP, 100 ml 10% SDS, 2 ml 0,5M EDTA.

VÝSLEDKY

Vliv prekulturní expantátů chmele na frekvenci tvorby kalusů na selekčním médiu. Modifikovali jsme standardní postup transformace chmele zařazením kroku prekulturní expantátů chmele na regeneračním médiu HT2 po dobu tří dnů před transformací (tab. I, var. 2). Zjistili jsme, že tento krok mírně zvýšil frekvenci tvorby kalusů na selekčním médiu po transformaci bez použití acetosyringonu (tab. II), ale neovlivnil aktivitu β-glukuronidázy detekovanou v kalusech po transformaci (tab. III).

Vliv inkubace agrobakteria s acetosyringonem na tvorbu kalusů na selekčním médiu. Při obměnách základního postupu transformace byl přidán acetosyringon a glukóza do kultivačního média k agrobakteriu (tab. I, var. 1). Po přidání acetosyringonu nebylo zaznamenáno žádné významné zvýšení ve frekvenci regenerace kalusů z explantátů chmele kultivovaných na regeneračním médiu s obsahem 50 mg/l kanamycinu (tab. II).

Vliv 5-azaC a PVP na tvorbu kalusů, regeneraci výhonků a tvorbu kořenů na selekčním médiu. V transformačním systému byl do regeneračního média HT2 přidáván 5-azaC a PVP (tab. I, var. 8). Byla sledována jednak frekvence kalusů, ze kterých později regenerovaly výhonky, a dále frekvence regenerujících výhonků, které

II. Vliv kultivace agrobakteria s acetosyringonem na tvorbu kalusů na selekčním regeneračním médiu a porovnání výsledků alternativních postupů transformace (var. 4 a 2) se standardní metodou – The effect of cultivation of agrobacterium with acetosyringone on production of calli on selective regeneration medium and comparison of the results of alternative transformation procedures (var. 4 and 2) with the standard method

Kultivace ¹	Bez acetosyringonu ⁵			S acetosyringonem ⁶		
	standard ²	var. 4	var. 2	standard	var. 4	var. 2
Explantáty celkem ³	32	17	65	57	44	51
Tvorba kalusů ⁴	11	3	26	14	12	7
%	34	17	40	25	27	13

¹cultivation, ²procedure, ³explants in total, ⁴production of calli, ⁵without acetosyringone, ⁶with acetosyringone

III. Aktivita β-glukuronidázy u kalusů regenerovaných po transformacích různými postupy – Activity of β-glucuronidase in calli regenerated after transformations by various procedures

Postup ¹	Standard	Var. 6	Var. 2	Var. 2 + 5	Var. 3 + 6 (HT3)
Analyzované kalusy ²	16	24	150	120	212
Kalusy s GUS aktivitou ³	0	0	0	0	80

¹procedure, ²analysed calli, ³calli with GUS activity

IV. Vliv 5-azaC a PVP na tvorbu kalusů s regenerujícími výhonky chmele na selekčním regeneračním médiu (a na schopnost regenerovaných výhonků kořenit na selekčním médiu) – The effect of 5-azaC and PVP on production of calli with regenerating hop shoots on selective regeneration medium (and on the ability of regenerated shoots to root on selective medium)

Postup ¹	Standard				Var. 7			
	HT2, Aug, Km				HT2, Aug, Km			
Regenerace ²								
Doplňek ³	0	5-azaC	PVP	5-azaC PVP	0	5-azaC	PVP	5-azaC PVP
Explantáty celkem ⁴	212	83	167	213	24	25	37	25
Kalusy s regenerovanými výhonky ⁵	95	17	47	48	9	5	15	2
%	45	32	28	23	36	20	10	8
Výhonky kořenicí na selekčním médiu ⁶	0	0	0	0	0	0	0	0

¹procedure, ²regeneration, ³supplement, ⁴explants in total, ⁵calli with regenerated shoots, ⁶shoots rooting on selective medium

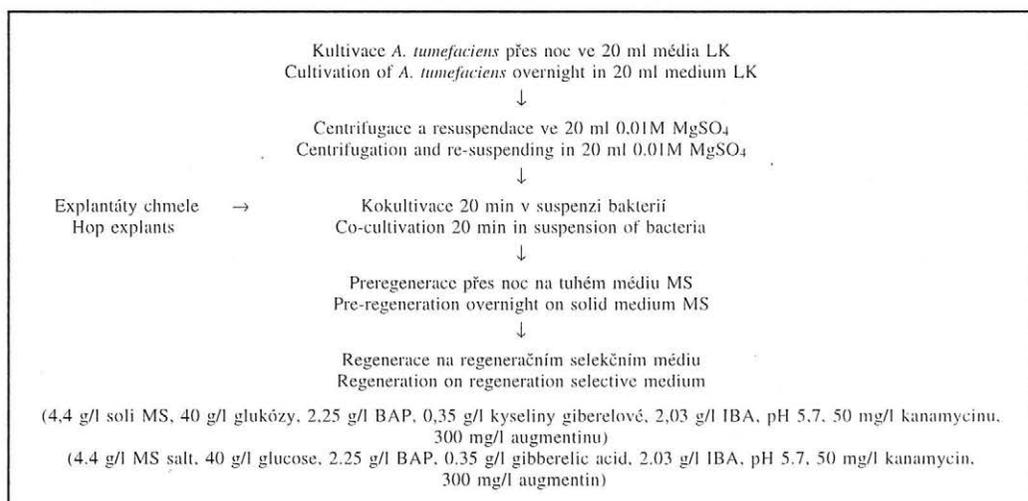
byly schopné zakořenit na selekčním médiu s kanamycinem. Výhonky byly po dosažení délky 2 cm odříznuty od kalusu, který vznikl na regeneračním selekčním médiu modifikovaném doplňky (5-azaC, PVP), a dále byly kultivovány na selekčním médiu s obsahem 5-azaC, kde však nezakořenily (tab. IV).

Použití antioxidantů v regeneračním médiu a jejich vliv na tvorbu hnědých a nekrotických kalusů. Žádná z dosud uvedených obměn nevedla k regeneraci rostlin, které by byly schopné zakořenit na selekčním médiu, ani neklesl podíl hnědých a nekrotických explantátů. Pokusili jsme se snížit počet hnědých a nekrotických kalusů preregenerací transformovaných explantátů na médiu s obsahem antioxidantů (tab. I, var. 7). Použití antioxidantů nevedlo ke zvýšení frekvence tvorby kalusů, ze kterých vyrůstaly výhonky. Zároveň jsme u těchto pokusů sledovali vliv 5-azaC a PVP v regeneračním médiu na frekvenci regenerace výhonků schopných zakořenit na selekčním médiu. Při použití dvojrstevného média ani v kombinaci s doplňky (5-azaC a PVP) v regeneračním médiu jsme

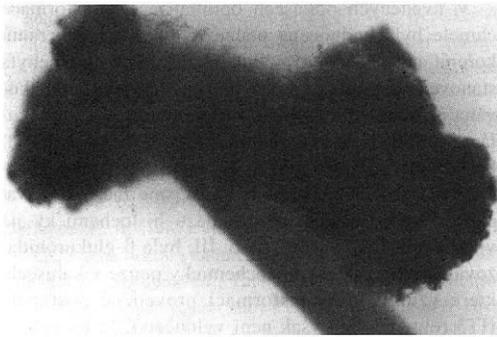
nezískali výhonky schopné kořenit na médiu s kanamycinem (tab. IV).

Stanovení aktivity β -glukuronidázy v kalusech. Analýzu exprese GUS jsme prováděli u kalusů získaných pěti různými postupy transformace. Z údajů v tab. III je patrné, že expresi GUS bylo možné detekovat pouze u kalusů, které zregenerovaly po transformaci provedené postupem, který jsme později označili HT3. Schéma tohoto postupu podává obr. 1.

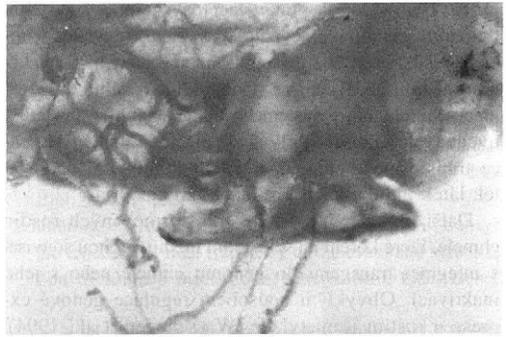
Detekce exprese transgenů u kalusů a orgánů vzniklých po regeneraci postupem HT3. Při sledování aktivity β -glukuronidázy v kalusech regenerujících po transformaci HT3 byla zjištěna zajímavá časová změna této aktivity. Zatímco v kalusech analyzovaných po jednom týdnu regenerace se aktivita β -glukuronidázy projevovala v celém vznikajícím kalusu (obr. 2), po deseti týdnech byla aktivita β -glukuronidázy omezena jen na malé sektory. Je neméně zajímavé, že se podařilo detekovat aktivitu GUS v kořínkách, které diferencovaly z kalusu (obr. 3). Nepodařilo se však detekovat ak-



1. Schéma postupu HT3 pro transformaci chmele – Scheme of procedure HT3 after hop transformation



2. Aktivita β -glukuronidázy v kalusu regenerovaném na selekčním médiu HT2 za použití postupu HT3 – Activity of β -glucuronidase in callus regenerated on selective medium HT2 using the procedure HT3



3. Aktivita β -glukuronidázy v kořenu regenerovaném z kalusu za použití postupu HT3 – Activity of β -glucuronidase in root regenerated from callus using the procedure HT3

V. Detekce transgenů u výhonků regenerovaných po transformaci postupem HT3 – Detection of transgenes in shoots regenerated after transformation by procedure HT3

Transgen ¹	<i>gusA</i>			
	<i>nptII</i>	histochemicky ⁶	fluorometricky ⁷	Southern blot
Způsob detekce ²	kořenění na selekčním médiu ⁵			
Analyzované výhonky ³	68	30	14	10
Pozitivní výhonky ⁴	0	0	0	0

¹transgene, ²method of detection, ³analysed shoots, ⁴positive shoots, ⁵rooting on selective medium, ⁶histochemically, ⁷fluorometrically

titivitu GUS ve výhoncích regenerujících z kalusu histochemicky ani fluorometricky. Žádný z výhonků regenerujících z kalusů získaných postupem HT3 nebyl schopný kořenění a růstu na selekčním médiu s koncentrací kanamycinu 50 nebo 100 mg/l. Z dalších deseti výhonků regenerovaných po transformaci postupem HT3 byla izolována DNA a proveden Southern blot. Specifická sonda pro detekci genu *gusA* však nehybridizovala ani s jednou z izolovaných DNA. Výsledky jsou shrnuty v tab. V.

DISKUSE

Cílem této práce bylo pozměnit postup transformace tak, aby výhonky regenerované po transformaci byly schopné kořenění a růstu na selekčním médiu s kanamycinem. Při optimalizaci postupu transformace jsme se zaměřili na možnost ovlivnit stav kompetence buněk chmele k transformaci předpůsobením na regeneračním médiu a dále jsme sledovali možnost ovlivnit výsledky transformace účinkem acetosyringonu, 5-azacytidinu a látek tlumících produkty oxidativního stresu.

Jedním z důvodů nízké frekvence transformace by mohla být nedostatečná kompetence buněk chmele k transformaci. V rámci optimalizace standardního postupu chmele jsme proto sledovali vliv preinkubace explantátů chmele na regeneračním médiu bez antibiotik před transformací (tab. I, var. 2). Tento krok by mohl přispět k navození kompetence buněk k transformaci

(Potrykus, 1990). Jak vyplývá z tab. II, frekvence vzniku kalusů na regeneračním selekčním médiu se po transformaci tímto postupem mírně zvýšila. Zatímco za použití standardního postupu se kalusy tvořily na 34 % explantátů, po předpůsobení explantátů na regeneračním médiu se počet kalusů zvýšil na 40 %. Avšak u kalusů, které byly získány tímto postupem, nebyla detekována aktivita β -glukuronidázy (tab. III). Při pozorování regenerace chmele jsme zjistili, že výhonky na selekčním regeneračním médiu HT2 regenerují z mohutného kalusu. Je možné spekulovat, že právě mohutný kalus vzniká z buněk transformovaných, a tedy rezistentních ke kanamycinu, ale zároveň umožňuje dělení a diferenciaci buněk, které nejsou transgenní.

Zajímalo nás, zda nízká frekvence regenerace transformantů není dána nedostatečnou schopností agrobakteria transformovat chmel, která by mohla být zapříčiněna tím, že buňkami chmele nejsou dostatečně produkovány signální molekuly indukující agrobakteriální geny virulence (Winans, 1991). Pro zvýšení virulence agrobakteria byl do média při kultivaci agrobakteria přidáván acetosyringon a glukóza, které aktivují geny virulence (tab. I, var. 1). Přítomnost acetosyringonu byla podmínkou úspěšné transformace např. u topolu (Confalonieri et al., 1995) nebo u cukrové řepy (Jacq et al., 1993). Zvýšit frekvenci transformace po předchozí kultivaci agrobakteria s acetosyringonem se podařilo např. u *Arabidopsis thaliana* až 25krát (Sheikholeslam, Weeks, 1987), u *Atropa belladonna* dokonce 35krát (Mathews

et al., 1990). Avšak použití acetosyringonu v systému transformace chmele nevedlo ke zvýšení frekvence vzniku kalusů z explantátů chmele na regeneračním selekčním médiu (tab. II) ani ve standardním systému transformace chmele, ani v systémech obměněných. Z výsledků uvedených v tab. II vyplývá, že příčinou nízké frekvence transformace chmele pravděpodobně není nedostatek látek indukujících virulenci agrobakteria.

Další překážky v získání transformovaných rostlin chmele, které kořenit na selekčním médiu, mohou souviset s integrací transgenů do genomu chmele nebo s jeho inaktivací. Obvyklým způsobem regulace genové exprese u rostlin je metylace (Wasseneger et al., 1994). Metylace transgenů je jednou z popisovaných příčin utichání (silencing) jejich exprese (např. Ingelbrecht et al., 1994; Schmülling, Röhrig, 1995). Při pěstování transgenických rostlin *in vitro* lze do regeneračního média přidat látky (např. 5-azaC), které zabraňují metylaci. Mandal et al. (1994) dosáhli tímto způsobem významného zvýšení frekvence regenerace transgenických rostlin *Arabidopsis thaliana*. Palmgren et al. (1993) dosáhli zvýšení frekvence transformace použitím 5-azaC jak při kultivaci agrobakteria, tak při kokultivaci listových disků tabáku a agrobakteria v médiu s 5-azaC. V našich experimentech jsme však při použití 5-azaC (tab. I, var. 8) v regeneračním médiu pozorovali snížení frekvence tvorby kalusů na selekčním regeneračním médiu (tab. IV). Tento výsledek koresponduje např. s popsanou inhibicí tvorby výhonků u petunie po působení 5-azaC (Prakash, Kumar, 1997). Výhonky chmele získané po transformaci nebyly schopné zakořenit na selekčním médiu (tab. IV) a možná příčina tohoto stavu (metylace transgenů rezistence) nebyla odstraněna kultivací explantátů, kalusů a výhonků chmele ani při kultivaci na médiu s obsahem 5-azaC. Nelze však vyloučit, že může docházet k inaktivaci transgenů jinými způsoby (např. Finnegan, McElroy, 1994; Flavell, 1994; Meyer, 1996), které není možné vlivem 5-azaC potlačit.

Regenerace transformantů může být inhibována také např. oxidativními produkty hypersenzitivní reakce. Zvýšit frekvenci regenerace transformantů je možné snížením koncentrace těchto přirozených inhibitorů regenerace, např. přidáním PVP do regeneračního média (tab. I, var. 8). Jak však vyplývá z tab. IV, u chmele je vliv PVP v regeneračním médiu na vznik kalusů s regenerujícími výhonky spíše negativní. Perl et al. (1996) popsali vysokou četnost hnědých, nekrotických kalusů, které nebyly schopné regenerovat v rostlině, při transformaci vinné révy. Předpokládali, že nekrogenese je způsobena hypersenzitivní odpovědí rostlinných explantátů na přítomnost agrobakteria, a opravdu zjistili zvýšenou hladinu peroxidázové aktivity, která měla za následek oxidativní stres a zhnědnutí. Perl et al. (1996) úspěšně použili antioxidanty v systému dvojvrstevného média k inhibici nekrogenese. Tento postup použití antioxidantů zvolili jako jednu z variant při optimalizaci transformace chmele (tab. I, var. 7). Takové použití antioxidantů (Perl et al., 1996) však není v systému transformace chmele přínosem.

V uvedených pokusech optimalizace transformace chmele byla hodnocena pouze schopnost regenerantů kořenit na selekčním médiu. U těchto rostlin nebyla stanovena exprese β -glukuronidázy ani nebyla detekována přítomnost transgenů v genomu chmele molekulárně biologickými metodami. Žádný z pokusů nevedl k získání rostlin schopných kořenění a růstu na selekčním médiu s kanamycinem. Proto jsme začali sledovat expresi genu pro β -glukuronidázu histochemicky již v kalusech. Jak vyplývá z tab. III, byla β -glukuronidázová aktivita zjištěna histochemicky pouze v kalusech, které vznikly po transformaci provedené postupem HT3 (obr. 1). Tím však není vyloučeno, že by nebylo možné detekovat aktivitu β -glukuronidázy v kalusech regenerovaných v pokusech, v nichž tato analýza neproběhla. Aktivita β -glukuronidázy byla zjištěna jak v kalusech (obr. 2), tak v kořenech, které regenerovaly z kalusu (obr. 3). Avšak po deseti týdnech byla aktivita β -glukuronidázy omezena jen na malé sektory. Postup HT3 by nikdy nemohl být označen za úspěšný, kdyby byla hodnocena pouze schopnost regenerovaných výhonků zakořenit na selekčním médiu s kanamycinem. Jak vyplývá z tab. V, ze 68 výhonků, které regenerovaly po transformaci provedené postupem HT3, nebyl žádný schopen zakořenit na médiu s kanamycinem. U těchto výhonků jsme nezjistili aktivitu β -glukuronidázy ani histochemicky, ani fluorometricky. U deseti vybraných výhonků jsme neprokázali integraci transgenů *gusA* pomocí Southern blotu.

Optimalizovaným postupem transformace chmele jsme mohli detekovat aktivitu β -glukuronidázy v kalusech a kořenech, které vznikly po transformaci. Protože však aktivita β -glukuronidázy v kalusech postupně zaniká a lokalizuje se jen na určitá místa v kalusu a u regenerovaných výhonků ji nebylo možné detekovat, nelze vyloučit tranzientní expresi β -glukuronidázy.

Poděkování

Tato práce byla realizována za podpory grantu GA ČR č. 503/95/1583.

LITERATURA

- Confalonieri L., Balestrazzi A., Bisoffi S., Cella R. (1995): Factors affecting *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation in several black poplar clones. *Pl. Cell. Tissue Organ Cult.*, 43: 215–222.
- Finnegan J., McElroy D. (1994): Transgene inactivation: Plants fight back! *Review. Bio-Technol.*, 12: 883–888.
- Flavell R. B. (1994): Inactivation of gene expression in plants as a consequence of specific sequence duplication. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA.* 91: 3490–3496.
- Hoekama A., Hirsch P. R., Schilperoord P. J. J. (1983): A binary plant vector strategy based on separation of *vir* and T-region of the *Agrobacterium tumefaciens* Ti plasmid. *Nature*, 303: 179–180.

- Ingelbrecht I., Houdt H. van, Montagu M. van, Depicker A. (1994): Posttranscriptional silencing of reporter transgenes in tobacco correlates with DNA methylation. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, *91*: 10502–10506.
- Jacq B., Lesobre O., Sangwan R. S., Sangwan-Norree B. (1993): Factors influencing T-DNA transfer in *Agrobacterium*-mediated transformation of sugarbeet. *Pl. Cell Rep.*, *12*: 621–624.
- Jefferson R. A. (1987): Assaying dimeric genes in plants: the GUS gene fusion system. *Pl. Mol. Biol. Rep.*, *5*: 387–405.
- Mandal A., Sandgren M., Tapio Palva E. (1994): Inhibition of cytosine methylation allows efficient cloning of T-DNA tagged plant DNA of *Arabidopsis thaliana* by plasmid rescue. *In Vitro Cell Dev. Biol.*, *30*: 204–209.
- Mathews H., Bharathan N., Litz R. E., Narayanan K. R., Rao P. S., Bhatia C. R. (1990): The promotion of *Agrobacterium*-mediated transformation in *Atropa belladonna* L. by acetosyringone. *J. Pl. Physiol.*, *136*: 404–409.
- Matoušek J., Oriniaková P., Trněná L., Steger G., Riesner D. (1995): The design and analysis of anti-HLVd ribozymes. *Ber. Bundesanst. Zücht.-Forsch. Kulturpfl. Int. Symp. Aschersleben*, 1. Jahrgang, Heft 2: 116–119.
- Meyer P. (1996): Repeat-induced genes silencing: Common mechanism in plants and fungi. *Biol. Chem. Hoppe-Seyler*, *377*: 87–95.
- Oriniaková P., Matoušek J. (1996): Viroid infection of hop (*Humulus lupulus* L.) mediated by *Agrobacterium tumefaciens* and conditions for hop transformation. *Rostl. Vyr.*, *42*: 233–239.
- Palmgren G., Mattson O., Thyge Okkels F. (1993): Treatment of *Agrobacterium* or leaf discs with 5-azacytidine increases transgene expression in tobacco. *Pl. Mol. Biol.*, *21*: 429–435.
- Perl A., Lotan O., Abu-Abied M., Holland D. (1996): Establishment of an *Agrobacterium*-mediated transformation system for grape (*Vitis vinifera* L.): The role of antioxidants during grape-*Agrobacterium* interactions. *Nature Biotechnol.*, *14*: 624–628.
- Potrykus I. (1990): Gene transfer to plants: assessment and perspectives. *Physiol. Plant.*, *79*: 125–134.
- Prakash A. P., Kumar P. P. (1997): Inhibition of shoot induction by 5-azacytidine and 5-aza-2'-deoxycytidine in petunia involves DNA hypomethylation. *Pl. Cell Rep.*, *16*: 719–724.
- Sheikholeslam S. N., Weeks D. P. (1987): Acetosyringone promotes high efficiency transformation of *Arabidopsis thaliana* explants by *Agrobacterium tumefaciens*. *Pl. Mol. Biol.*, *8*: 291–298.
- Schmülling T., Röhrig H. (1995): Gene silencing in transgenic tobacco hybrids: frequency of the event and visualization of somatic inactivation pattern. *Mol. Gen. Genet.*, *249*: 375–390.
- Song Y.-N., Shibuya M., Ebizuka Y., Sankawa U. (1991a): Identification of plant factors inducing virulence genes expression in *Agrobacterium tumefaciens*. *Chem. Pharm. Bull.*, *39*: 2347–2350.
- Song Y.-N., Shibuya M., Ebizuka Y., Sankawa U. (1991b): Synergistic action of phenolic signal compounds and carbohydrates in the induction of virulence gene expression of *Agrobacterium tumefaciens*. *Chem. Pharm. Bull.*, *39*: 2613–2616.
- Stachel S. E., Messens E., Montagu M. van, Zambryski P. (1985): Identification of the signal molecules produced by wounded plant cells that activate T-DNA transfer in *Agrobacterium tumefaciens*. *Nature*, *318*: 624–629.
- Svoboda P. (1991): Clonal propagation of hop *in vitro*. *Rostl. Vyr.*, *37*: 643–648.
- Vancanneyt G., Schmidt R., O'Conner-Sanchez A., Willmitzer L., Rocha-Sosa M. (1990): Construction of an intron-containing marker gene: Splicing of the intron in transgenic plants and its use in monitoring early events in *Agrobacterium*-mediated plant transformation. *Mol. Gen. Genet.*, *220*: 245–250.
- Wassenegger M., Heimes S., Riedel L., Sänger H. L. (1994): RNA-directed *de novo* methylation of genomic sequence in plants. *Cell*, *76*: 567–576.
- Winans S. C. (1991): An *Agrobacterium* two-component regulatory system for the detection of chemicals released from plant wounds. *Mol. Microbiol.*, *5*: 2345–2350.

Došlo 9. 10. 1998

Kontaktní adresa:

Daniela Pavingerová, CSc., Ústav molekulární biologie rostlin AV ČR, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice, Česká republika, tel.: 038/777 55 05, fax: 038/414 75, e-mail: daniela@umbr.cas.cz

Ústav zemědělských a potravinářských informací

vydává

ZAHRADNICKÝ NAUČNÝ SLOVNÍK

Slovník je koncipován jako moderní odborná encyklopedie všech oborů zahradnictví, tj. ovoenářství, zelinářství, květinářství, sadovnictví, školkařství, vinařství, pěstování léčivých a aromatických rostlin, kultivovaných hub, zpracování ovoce a zeleniny. Obsahuje i termíny z oborů tropického a subtropického zahradnictví.

V jednotlivých přehledných a srozumitelných heslech jsou shrnuty současné poznatky nejen z oblasti zahradnictví, ale i z oblastí vědních oborů, které jsou zdrojem pokroku v zahradnictví.

Ve slovníku jsou vysvětleny nejdůležitější pojmy užívané v botanice, fyziologii, genetice a šlechtění, biotechnologii a ochraně rostlin. Tím se slovník stává potřebnou pomůckou každému, kdo pracuje s odbornou nebo vědeckou literaturou. S velkou zodpovědností jsou ve slovníku uvedeny platné vědecké i české názvy rostlin, jejich botanické členění i autoři názvů, což umožňuje napravit časté nepřesnosti uváděné v naší odborné literatuře.

Předpokládaný rozsah slovníku je 5 dílů formátu A4 (každý rok vyjde jeden díl). První díl má 440 stran textu včetně pérovek a černobílých fotografií a 32 barevných tabulí, druhý díl 544 stran a 40 barevných tabulí, třetí díl 560 stran a 40 barevných tabulí.

Cena prvního dílu je 295 Kč (bez poštovného), druhého 345 Kč, třetího 385 Kč. Čtvrtý díl vyjde ve 2. čtvrtletí 1999.

Závazné objednávky zasílejte na adresu: Ústav zemědělských a potravinářských informací

Encyklopedická kancelář

Slezská 7

120 56 Praha 2

SPECIES OF AL IONS IN SOILS OF NORTH BOHEMIAN MOUNTAINS AS RELATED TO SELECTED SOIL CHARACTERISTICS

FORMY AL IONTŮ V PŮDÁCH SEVEROČESKÝCH HOR VE VZTAHU K VYBRANÝM PŮDNÍM CHARAKTERISTIKÁM

L. Borůvka, J. Kozák, O. Drábek

Czech University of Agriculture, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: In soil samples collected from 49 soil profiles situated in the mountainous region of Krušné hory and Jizerské hory in Northern Bohemia on both forest and adjacent grassland sites, content of labile forms of Al and total content of Al in 1 M KCl extract, and Al extractable with 0.05 M $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ were determined as well as basic soil characteristics. The contents of determined Al forms were relatively high, especially in the forest soils. As it was revealed by means of multiple regression analysis, in the surface horizons, these contents were controlled mainly by soil reaction. In the subsurface horizons they were controlled also by the content of organic carbon extractable with 0.05 M $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ (EOC). EOC is a limiting factor for organically bound Al forms if it is not abundant as it was the case of surface horizons of forest soils. Al determined in the $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ extract contained probably also a considerable amount of inorganic Al forms, especially in the soils where sorption sites of soil organic matter were limited.

Keywords: toxic forms of Al; fractionation of Al; soil reaction; extractable organic carbon

ABSTRAKT: Ve vzorcích svrchních a vnitřních horizontů půd z 31 lokalit v oblasti Krušných hor a z 18 lokalit v oblasti Jizerských hor, představujících půdy pod lesními porosty i pod trvalými travními porosty, byl stanoven celkový (Al_{tot}) a labilní (Al_{lab}) Al ve výluhu 1 M KCl a celkový Al v extraktu 0.05 M $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ (Al_{org}). Současně byly určeny základní půdní charakteristiky: $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$, pH_{KCl} , výměnná acidita (E_a), C_{org} , obsah organického uhlíku extrahovatelného $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ (EOC), barevný kvocient humusových látek (A4/A6) a potenciální kationtová výměnná kapacita podle Mehlicha (CEC). Největší rozdíly v obsahu obou forem Al ve výluhu KCl byly způsobeny druhem porostu: v lesních půdách byly zjištěny výrazně vyšší obsahy výměnného Al než v půdách trvalých travních porostů. Obsahy Al byly v lesních půdách vyšší ve svrchním horizontu než v horizontu vnitřním, u trvalých travních porostů tomu bylo naopak. Mezi oblastmi nebyl zjištěn významný rozdíl. Obsah Al ve výluhu $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ se významně nelišil mezi oblastmi ani mezi horizonty. Tato frakce zřejmě obsahuje nejen organicky vázaný Al, ale i anorganické formy Al závislé na půdní reakci, zvláště pokud není v půdě dostatek sorpčních míst majících původ v organické hmotě. Z půdních charakteristik prokázala největší vliv půdní reakce, a to aktivní i výměnná (pro vztah Al_{tot} a pH_{KCl} $R^2 = 69.0\%$ ve svrchním horizontu a 67.0 % ve vnitřním horizontu), a výměnná acidita: tyto vlastnosti ovlivnily především obsah forem Al uvolnitelných KCl. Obsah Al ve výluhu $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ byl v poměrně těsném vztahu s obsahem extrahovatelného organického uhlíku ($R^2 = 35.0\%$). Jak ukázala vícenásobná analýza regrese (tab. IV), tato frakce půdní organické hmoty jednak snižovala koncentraci výměnných forem Al ve vnitřních horizontech a jednak řídila obsah Al_{org} , s výjimkou svrchního horizontu lesních půd, kde vzhledem k jejímu nadbytku nebyla limitujícím faktorem. Určitý vliv měla i kationtová výměnná kapacita. Faktorová analýza ukázala jasně vzájemné vztahy mezi jednotlivými charakteristikami. Pro modely byly vybrány čtyři společné faktory, vysvětlující více než 80 % celkového rozptylu proměnných. Ve svrchním horizontu byly první dva faktory, objasňující téměř 60 % celkového rozptylu, s rozhodujícím vlivem půdní reakce (pH a výměnné acidity), v modelu faktorové analýzy pro vnitřní horizont byl určen jako první faktor pH, zatímco jako druhý byl identifikován faktor extrahovatelného organického uhlíku.

Klíčová slova: toxické formy Al; frakcionace Al; půdní reakce; extrahovatelný organický uhlík

INTRODUCTION

Release of free Al forms, potentially toxic to plants, into soil solution presents a problem in soils derived from acid and strongly acid parent rocks, such as Cambisols

and Podzols, especially under forest. This was shown in our previous study on the soils of Šumava region in Southern Bohemia (Kozák, Borůvka, 1998). As the release is controlled mainly by soil acidity, it is even further supported by anthropogenic acidification caused

among others by immissions from industry. This is the case of Northern Bohemia where brown coal rich in sulfur has been mined for many years and several thermal power plants using this brown coal are located. Moreover, several oil-refineries and chemical factories are situated there. Due to this fact generating favorable conditions for Al release, the mountains of Northern Bohemia, namely Krušné hory and Jizerské hory, are much damaged by forest decline. Tichý (1996) found an increase of spruce forest damage index with increasing exchangeable Al content in soil in North-Eastern Bohemia and in Sweden. Resulting deforestation in mountainous areas can be consequently followed by further undesirable effects, such as soil erosion.

There is a great number of works dealing with the methodology of free Al determination. Some authors prefer the Al determination directly in soil solution or in water extract (e.g. Boudot et al., 1996; Kožuh et al., 1996). Percival et al. (1996) supposed that extraction

by salt solutions provides a misleading indication of potential Al toxicity status of the soils. However, recently Hiradate et al. (1998) have advocated the extraction with KCl. They determined the Al speciation in KCl extracts from soil by means of NMR-technique and considered KCl-extractable Al as a more realistic measurement of Al toxicity potential in acidic soils as it resembles better the rhizosphere conditions, where pH-value is lowered by secretion of H⁺ and organic acids by roots. This supports the suitability of the method that was adopted in our previous works (Kozák, Borůvka, 1998; Borůvka et al., 1999). It is based on determination of total and labile Al content in 1 M KCl extract from soil.

The aim of this study was to determine the content of selected Al forms and to assess the influence of main soil properties on the Al speciation in soil profiles of the Krušné hory and Jizerské hory region. The difference between forest soils and adjacent grassland soils was also evaluated.

I. Description of the sampling sites, indication of sampled horizons (indic.) and the depth of sample collection (cm): Krušné hory region

Number	Domain/locality	Cover	Soil unit	Surface horizon		Subsurface horizon	
				indic.	cm	indic.	cm
1	Hradečná	grass	Dystric Cambisol	A _h	0-25	B _w	25-55
		forest	Dystric Cambisol	A _h	5-10	B _w	10-35
2	Květnov	grass	Dystric Cambisol	A _h	0-15	B _w	15-30
		forest	Dystric Cambisol	A _h	0-10	B _w	10-50
3	Boleboř	grass	Dystric Cambisol	A _h	0-20	B _w	20-35
		forest	Dystric Cambisol	A _h	0-15	B _w	15-50
4	Svahová	forest	Gleysol	A _h	0-27	G	30-50
5	Malý Háj	grass	Dystric Cambisol	A _h	0-23	B _w	23-50
		forest	Dystric Cambisol	A _h	0-15	B _w	15-55
6	Brandov	grass	Dystric Cambisol	A _h	0-30	B _w	30-80
		forest	Dystric Cambisol	A _h	0-15	B _w	15-30
7	Homole	grass	Dystric Cambisol	A _h	0-25	B _w	25-50
		forest	Dystric Cambisol	A _h	0-26	B _w	26-50
8	Sedlo	grass	Dystric Cambisol	A _h	0-35	B _w	35-50
		forest	Dystric Cambisol	A _h	0-10	B _w	25-40
9	Klíný	grass	Dystric Cambisol	A _h	0-20	B _w	20-50
		forest	Dystric Cambisol	A _h	0-15	B _w	15-30
10	Pestrý	forest	Dystric Cambisol	A _h	0-10	B _w	10-30
		forest	Dystric Cambisol	A _h	0-20	B _w	20-40
11	Český Jiřetín	grass	Dystric Cambisol	A _h	0-15	B _w	15-40
		forest	Dystric Cambisol	A _h	0-20	B _w	20-40
		grass	Dystric Cambisol	A _h	0-10	B _w	10-20
		forest	Podzol	A _h	0-10	E _p , B _{hs} , B _s	10-30
12	Fláje	forest	Dystric Cambisol	A _h	0-15	B _w	15-40
		forest	Podzol	A _h	0-5	E _p , B _{hs} , B _s	5-50
13	Pastviny	grass	Podzol	A _h	0-20	B _{hs} , B _s	20-50
		forest	Podzol	A _h	0-10	E _p , B _{hs} , B _s	10-50
14	Mikulov	forest	Podzol	A _h	0-5	E _p , B _{hs} , B _s	5-40
		forest	Podzol	A _h	0-5	E _p	5-50
15	Dlouhá Louka	grass	Dystric Cambisol	A _h	0-10	B _w	10-45
		forest	Dystric Cambisol	A _h	0-20	B _w	20-40

MATERIAL AND METHODS

Soil sampling

Soil samples were collected from the South-Eastern and North-Western (locality number parts of Krušné hory, locality number 1 to 7 and 8 to 15, resp., Tab. I) and from the whole area of Jizerské hory (Tab. II) in autumn 1997. Samples were collected from forest soils and adjacent agricultural soils, namely soils under grass cover. Samples were taken from surface and subsurface horizons. In total, 98 samples were collected from 49 sites, of which 19 sites were located on grassland and

30 sites under forest. The major part of sampled soils was classified as Dystric Cambisols (39 sites), followed by Podzols (6 sites) and Stagno-gleyic Cambisols (2 sites). Gleysol and Dystric Histosol were classified on one site each. Distribution of sampling sites can be seen from the map (Fig. 1). Samples were air-dried and sieved through 2mm sieve.

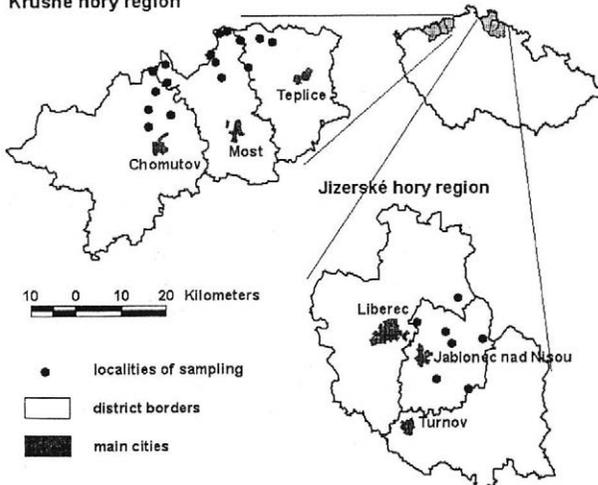
Analytical methods

The details of the procedures of Al determination (Al_{tot} , Al_{lab} – total and labile Al content in 1 M KCl extract, Al_{org} – total content of Al extracted with 0.05 M

II. Description of the sampling sites, indication of sampled horizons (indic.) and the depth of sample collection (cm); Jizerské hory region

Number	Domain/locality	Cover	Soil unit	Surface horizon		Subsurface horizon	
				indic.	cm	indic.	cm
16	Pěnčín	grass	Dystric Cambisol	A _h	0–10	B _w	40–50
		forest	Dystric Cambisol	A _h	0–15	B _w	15–86
17	Navarov	grass	Stagno-gleyic Cambisol	A _h	0–15	B _g	15–40
		forest	Stagno-gleyic Cambisol	A _h	0–20	B _g	20–65
18	Horní Polubný	grass	Dystric Cambisol	A _h	0–30	B _w	40–70
		forest	Dystric Cambisol	A _h	0–5	B _w	30–50
19	Jiřetín	grass	Dystric Cambisol	A _h	0–20	B _w	40–60
		forest	Dystric Cambisol	A _h	0–30	B _w	30–50
		grass	Dystric Cambisol	A _h	0–40	B _w	40–60
		forest	Dystric Cambisol	A _h	0–30	B _w	60–70
20	Josefův Důl	grass	Dystric Histosol	A _h	0–20	B _g	25–40
		forest	Dystric Cambisol	A _h	0–30	B _w	40–50
22	Bedřichov	grass	Dystric Cambisol	A _h	0–20	B _w	25–40
		forest	Dystric Cambisol	A _h	0–30	B _w	40–50
23	Smědava	forest	Dystric Cambisol	A _h	0–20	B _w	20–40
		forest	Dystric Cambisol	A _h	0–20	B _w	20–40
		forest	Dystric Cambisol	A _h	0–20	B _w	20–40
		forest	Dystric Cambisol	A _h	0–20	B _w	20–40

Krušné hory region



1. Map showing localization of sampling sites

Na₄P₂O₇) were given in Kozák, Borůvka (1998), as well as the measurement of soil properties (pH_{H₂O}, pH_{KCl}, E_a – exchangeable acidity by titration of 1 M KCl extract, C_{org} – total organic carbon content, and A4/A6 ratio as a parameter of humus quality). Besides, content of organic carbon extractable with 0.05 M Na₄P₂O₇ (EOC) was measured oxidimetrically. Cation exchange capacity (CEC) by Mehlich's percolating method was determined according to Podlešáková et al. (1992).

Statistics

Statistical treatment was proceeded with software Statgraphics Plus for Windows version 3.1 (Manugistics, 1997). Statistical significance of the results is described in the text by one, two and three asterisks, indicating the 95, 99 and 99.9% confidence level, resp.

RESULTS AND DISCUSSION

When the areas under study were compared by one-way analysis of variance, there was found no significant difference in the values of determined soil properties and Al concentrations at 99% confidence level, so that the whole sampled area could be treated as homogeneous. No significant difference was found between different soil classification units, either. Most of the collected soils could be evaluated as acid or strongly acid with high content of humus (Tab. III). The acidity was considerably higher in both horizons of forest soils. Content of organic carbon extractable with Na₄P₂O₇ was significantly higher in the surface horizon of forest soils than in the surface horizon of grassland soils. However, this difference was not found significant for total humus content. Quality of humus as measured by A4/A6 ratio was rather poor, and this quality was significantly lower in the surface horizon of forest soils than in that of grassland soils; for the subsurface horizons this difference was not significant. Cation exchange capacity was fairly high in the surface

horizon of forest soils, probably due to the high content of less polymerized organic matter. It must be pointed out here that we measured the potential cation exchange capacity (at pH 8.1), while the effective pool of sorption sites could be expected much lower under the strongly acid conditions acting in these soils.

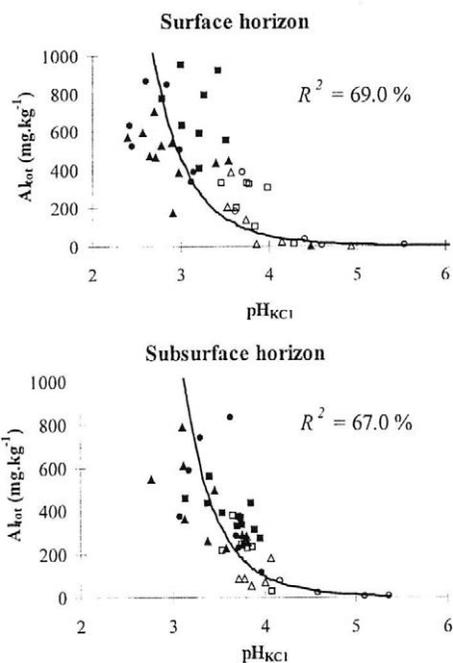
Which concerns the Al contents in soils, both labile and total Al content in KCl extract were much higher in forest soils than in grassland ones. An increase of this content in surface horizon in comparison to deeper layers was quite strong in forest soils, on grasslands was, on the contrary, the content of both of these Al forms higher in the subsurface horizon. Accordingly, based on these data it is doubtful whether the increase observed in forest soils was due to acid deposition or whether it is a natural effect of lower pH and organic matter content and quality in the humus layer. In the contents of Al extractable with Na₄P₂O₇ there was not found a significant difference neither between the different vegetable cover, nor between different depths. The determined content of Al in KCl extract was similar to that found by Hiradate et al. (1998), those authors, however, used different ratio between extractant and soil samples. Our results are higher than those of Porebska, Mulder (1996), probably due to lower organic matter content in soils used by those authors in the case of Al content in Na₄P₂O₇ extract, and also due to some differences in analytical procedures, especially a longer extraction time in the case of KCl extraction; the influence of shaking time on extracted amounts of Al was clearly shown by Ponette et al. (1996).

A strong correlation was found between the labile Al content and its total content in KCl extract ($r = 0.992^{***}$), the share of labile Al from the total content ranged mostly from 80 to 100%, with median at 95.6%. These values are very similar to those found by Hiradate et al. (1998) as the share of sum of organic Al present in KCl extract (around 4%) and electrically symmetric, octahedral Al, containing monomer (and/or dimer) ions (92% on average). One can agree with those authors that it is doubtful whether the difference between the labile and total content of Al resulted from an experimental error, or whether it represents really some non-labile Al forms that Hiradate et al. (1998) described as electrically asymmetric Al incorporated into the hydroxy-aluminosilicate or polymer hydroxyaluminium ions. Since the latter form of Al is supposed to be adsorbed into interlayer spaces of 2 : 1 clay minerals and can be therefore classified as nonexchangeable, the symmetric Al would be a main cause of Al toxicity for plant growth.

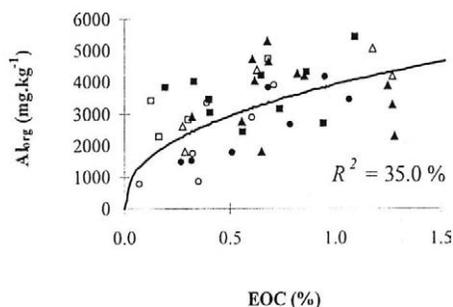
Both Al forms in KCl extract showed a strong relationship with pH values (Fig. 2). At pH_{KCl} higher than about 4.5 (or pH_{H₂O} higher than approximately 5) the content of Al was already very close to 0. It confirms commonly known fact of decreasing release of Al with increasing pH. Similar relationship was found between exchangeable acidity and Al contents extractable with KCl ($R^2 = 71.8$ and 69.1% for Al_{tot} in surface and subsurface horizon, resp.). Significant relationship was

III. Mean values of soil characteristics and Al contents (the description of symbols is given in the text)

Vegetable cover	Forest		Grass	
	surface	subsurface	surface	subsurface
pH _{H₂O}	3.52	3.91	4.94	4.88
pH _{KCl}	3.00	3.54	4.20	4.03
E _a (mmol/100 g)	5.24	2.95	1.33	1.30
CEC (mmol/100 g)	46.73	18.38	21.79	17.16
C _{org} (%)	5.07	3.32	4.67	2.52
EOC (%)	1.93	0.74	0.97	0.62
A4/A6	7.44	7.28	6.57	6.61
Al _{tot} (mg/kg)	603.64	399.44	154.78	191.36
Al _{lab} (mg/kg)	585.40	396.95	144.74	187.21
Al _{org} (mg/kg)	3 673.6	3 530.6	2 943.8	3 371.7



2. Regression of dependence of total Al content (Al_{tot}) in KCl extract on soil pH_{KCl} (circles = South-Western and triangles = North-Eastern part of Krušné hory, resp., squares = Jizerské hory; white points = grassland soils, black points = forest soils)



3. Regression of dependence of Al content extracted with $Na_4P_2O_7$ (Al_{org}) on the content of extractable organic carbon (EOC) in subsurface horizon of soil (for legend see Fig. 2)

found also between Al forms and cation exchange capacity. On the contrary, relationship between organic carbon and content of Al forms was very weak ($R^2 < 20\%$ for all the three Al forms in both horizons). Better relationships with Al forms, especially Al_{org} , were obtained using organic carbon extractable with $Na_4P_2O_7$, especially in the subsurface horizon (Fig. 3). This is well comprehensible since this fraction of organic mat-

ter is more mobile in soil and represents probably the most important pool of organic sorption sites for metals. In the regression graphs, differences between grassland and forest soils are well apparent. The fact that the areas do not differ from each other can be also seen.

As the soil properties influence the Al speciation in a complex way, the step-wise multiple regression analysis was used to assess this complex effect (Tab. IV). For the models only those variables were selected where the regression coefficient was different from zero at confidence level at least 95%. The models explain more than 50% of the variability of Al contents, except Al in $Na_4P_2O_7$ extract in surface and subsurface horizons of forest soils ($R^2 = 15.03$ and 40.58% , resp.). There are similar patterns for models of both labile and total Al content in 1 M KCl extract. In the surface horizons of both forest and grassland soils only parameters of soil reaction were included: pH_{KCl} and exchangeable acidity. It means that in this case the content of Al is controlled mainly by the acidity. In the subsurface horizons, cation exchange capacity and extractable organic carbon were also included. CEC represents the sorption sites for Al, and thus the values of its regression coefficient were positive. Negative values of regression coefficient for EOC mean, that the exchangeable Al content is decreased with this fraction of organic matter. It corresponds with the hypothesis of Mulder, Stein (1994) that the Al activity in soil solution of acidic soils is controlled by an equilibrium with organically bound solid phase Al.

In models of Al content in $Na_4P_2O_7$ extract in both grassland soil horizons and in forest subsurface horizon the pH and extractable organic carbon were selected. The positive regression coefficients for EOC indicate the contribution of EOC to Al binding, as this extracted Al form is considered as bound mainly organically. However, Berggren, Mulder (1995) reported as a proposed maximum value for metal binding by soil organic matter 1000 cmol/kg C . In our study after recalculating the regression coefficient to this unit, it was obtained 454.2 , 452.1 and 895.4 cmol/kg C for grassland surface and subsurface and forest subsurface horizons, resp. The lower values for grassland soils can be explained by a more polymerized nature of organic matter with lower amount of carboxylic groups as sorption sites there than in forest soils as indicated by $A4/A6$ values. Thus it can be concluded that only a part of the Al in $Na_4P_2O_7$ extract is organically bound depending on EOC content, while the rest is formed by some inorganic, pH-dependent Al forms. This is supported by the fact that the ratio Al_{org}/EOC exceeds highly the proposed limit of 1000 cmol/kg C in most samples from subsurface horizons and in a large part of samples from grassland surface horizons. In forest surface horizons this ratio was in majority lower than the limit thanks to more than twice as high mean EOC content than in the other horizons. Consequently, saturation of the sorption sites in organic matter is not a limiting factor here and it can be supposed that most of Al in

IV. Multiple regression of dependence of the content of measured Al forms on soil characteristics (regression coefficients of the models)

Cover	Horizon	Constant	pH _{KCl}	E _a	CEC	EOC (%)	R ² (%)
				(mmol/100 g)			
Labile Al in 1 M KCl extract (mg/kg)							
Grass	surface	296.3*	-53.64*	55.28**	-	-	61.74
	subsurface	665.9	-217.2*	-	42.37**	-479.6**	65.50
Forest	surface	1 035.6***	-215.3**	35.67***	-	-	68.30
	subsurface	1 426.8***	-363.7***	-	28.78**	-364.9*	54.31
Total Al in 1 M KCl extract (mg/kg)							
Grass	surface	331.0*	-59.19*	54.27**	-	-	63.72
	subsurface	-215.7*	-	108.4***	24.77**	-226.6*	79.50
Forest	surface	1 124.8***	-238.6***	35.51***	-	-	74.55
	subsurface	1 372.5***	-344.1***	-	25.89**	-309.9*	57.59
Total Al in 0.05 M Na ₄ P ₂ O ₇ extract (mg/kg)							
Grass	surface	4 819.1**	-729.4*	-	-	1 224.2*	55.93
	subsurface	8 018.1**	-1 373.5*	-	-	1 218.5*	54.06
Forest	surface	3 112.0***	-	106.8*	-	-	15.03
	subsurface	-5 404.3*	2 032.3**	-	-	2 413.0***	40.58

V. Factor analysis of Al forms content and soil characteristics: eigenvalues of common factors and their share on total variation of the variables

Factor	Surface horizon			Subsurface horizon		
	eigenvalue	% of variation	cumulative percentage	eigenvalue	% of variation	cumulative percentage
1	5.138	51.38	51.38	4.372	43.72	43.72
2	1.300	13.00	64.38	1.620	16.20	59.91
3	1.118	11.18	75.57	1.138	11.38	71.29
4	0.830	8.30	83.87	0.897	8.97	80.26
5	0.653	6.53	90.40	0.859	8.59	88.85
6	0.535	5.35	95.75	0.529	5.29	94.15
7	0.209	2.09	97.84	0.382	3.82	97.96
8	0.159	1.59	99.43	0.128	1.28	99.24
9	0.052	0.52	99.95	0.072	0.72	99.96
10	0.005	0.05	100.00	0.004	0.04	100.00

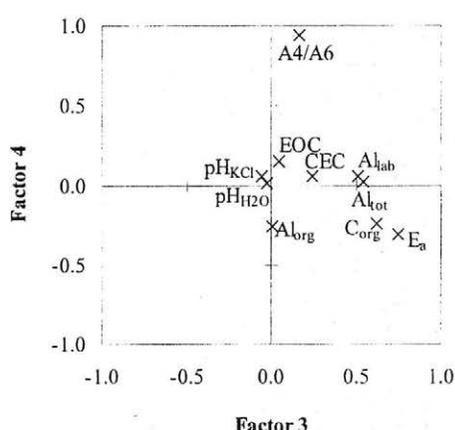
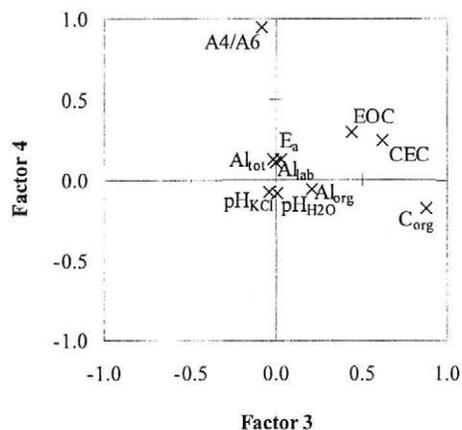
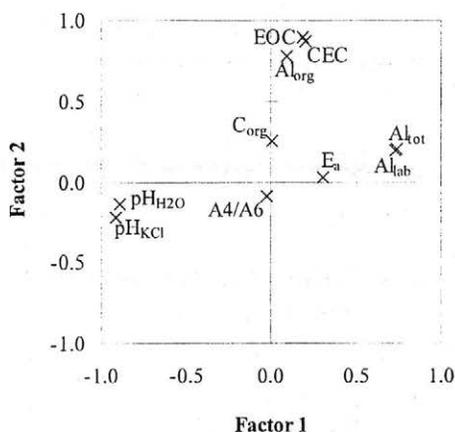
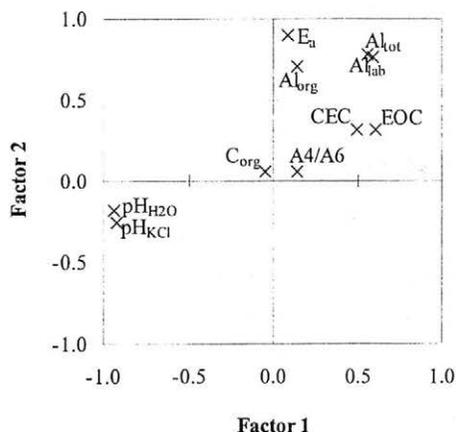
the Na₄P₂O₇ extract from the forest surface horizons is really organically bound. Since EOC is not a limiting factor, it did not appear in the regression model, where only exchangeable acidity with just a weak influence could be included.

Finally, factor analysis was proceeded to show interrelations of measured properties. The calculation was done separately for surface and subsurface horizons. For both, four common factors were selected explaining more than 80% of total variation (Tab. V and VI). Varimax rotation was used in order to increase the share of the second, third and fourth factors on the explanation of the total variation. In the model for surface horizon, the first factor (30.4% of total variation) was factor of soil pH, that influenced amount of extractable organic carbon content and total and labile Al content in 1 M KCl extract: an effect was manifested also at cation exchange capacity. The second factor (28.2% of variation) was identified as a factor of ex-

changeable acidity, controlling all the three Al forms. In the first, non-rotated model of factor analysis, the influence of exchangeable acidity was included already in the first factor accounting for 51.4% of total variation. In this rotated model the effect of pH values and exchangeable acidity were separated, nevertheless the weights of the first two factors mean that nearly 60% of total variation was controlled by soil reaction. This might be a symptom of surface acidification of soil when this model is compared to that for subsurface horizon given further on. The third factor (13.9% of total variation) was factor of total organic matter content, with an effect on extractable pool of organic matter and on cation exchange capacity, and the fourth factor (11.4%) was factor of humus quality with significant weight only at A4/A6 ratio. None of the two last factors exhibited a stronger influence on the content of any Al forms. In the model for subsurface horizon the first factor (29.0% of total variation) was again

VI. Factor analysis of Al forms content and soil characteristics after Varimax rotation: weights of common factors, communalities of the variables (h^2) and share of factors on the explanation of total variation (in %)

Variable	Surface horizon					Subsurface horizon				
	F1	F2	F3	F4	h^2	F1	F2	F3	F4	h^2
pH _{H2O}	-0.919	-0.257	0.007	-0.087	0.919	-0.893	-0.135	-0.057	0.056	0.822
pH _{KCl}	-0.936	-0.187	-0.039	-0.073	0.918	-0.914	-0.220	-0.023	0.014	0.884
E _a	0.084	0.901	0.031	0.129	0.837	0.311	0.029	0.745	-0.304	0.744
CEC	0.494	0.319	0.621	0.244	0.790	0.204	0.875	0.244	0.056	0.870
C _{org}	-0.047	0.061	0.874	-0.178	0.801	0.005	0.257	0.621	-0.236	0.507
EOC	0.604	0.316	0.439	0.297	0.746	0.191	0.901	0.050	0.150	0.874
A4/A6	0.142	0.061	-0.083	0.945	0.925	-0.020	-0.086	0.165	0.938	0.916
Al _{tot}	0.589	0.765	-0.012	0.130	0.949	0.738	0.205	0.546	0.025	0.886
Al _{lab}	0.561	0.782	0.003	0.112	0.939	0.731	0.196	0.515	0.060	0.842
Al _{org}	0.145	0.705	0.206	-0.059	0.564	0.098	0.780	0.010	-0.251	0.681
% of variation	30.43	28.15	13.93	11.36	83.87	28.97	24.08	15.97	11.24	80.26



4. Factor analysis of Al forms content and soil characteristics: projection of weights of the common factors after Varimax rotation for the surface horizon (the description of symbols is given in the text)

5. Factor analysis of Al forms content and soil characteristics: projection of weights of the common factors after Varimax rotation for the subsurface horizon (the description of symbols is given in the text)

factor of soil pH with a strong influence on exchangeable Al forms. The second factor (24.1%), however, was factor of extractable organic carbon controlling content of Al determined in $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ extract. This factor was accentuated in the subsurface horizon as it becomes there a limiting factor for Al binding into organic forms, while in the surface horizon it is not a limiting factor because a major part of samples originated from forest soils where this fraction of organic matter was abundant. The third factor (16.0%) was factor of exchangeable acidity affecting exchangeable forms of Al. A significant weight at total organic carbon content indicates a similar distribution of higher values of E_a and C_{org} rather than a direct causal relationship between them. Since the communalities of most variables are higher than 0.7, the models describe well their variability. An exception was Al content extractable with $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ($h^2 = 0.564$ and 0.681 in surface and subsurface horizons, resp.), and total organic carbon content in subsurface horizon ($h^2 = 0.507$). The interrelations among the variables are well apparent from the projections of weights of common factors (Fig. 4 and 5). In the projection of the first two factors for surface horizon, all the three forms of Al are grouped around the exchangeable acidity, in the opposite position to pH values. For the subsurface horizon, the exchangeable Al forms are located close to the axis of the first factor, factor of soil pH, while Al extractable with $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ is situated closer to EOC content. Thus these graphs illustrate the difference between the horizons.

CONCLUSIONS

In the region of Krušné hory and Jizerské hory the contents of determined Al forms were relatively high, especially in the forest soils. In the surface soil horizons, these contents were controlled mainly by soil reaction, in the subsurface horizon they were controlled also by the content of organic carbon extractable with pyrophosphate. An increase in this soil organic matter fraction decreased the content of exchangeable Al forms and increased Al extractable with pyrophosphate. That fraction could be considered as a limiting factor for organically bound Al forms if it is not abundant as it was the case of the surface horizon of forest soils. Al determined in the pyrophosphate extract probably included also a considerable amount of inorganic, pH-dependent Al forms, especially in the soils where sorption sites of soil organic matter were limited.

The real effect of anthropogenic soil acidification will be further investigated by comparison of the results with the data from Šumava region, which is con-

sidered to be relatively less influenced by acid immissions.

Acknowledgement

This research was supported by the grants No. 526/97/P034 and 526/96/1180 of the Grant Agency of the Czech Republic.

REFERENCES

- Berggren D., Mulder J. (1995): The role of organic matter in controlling aluminum solubility in acidic mineral soil horizons. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 59: 4167–4180.
- Borůvka L., Kozák J., Drábek O. (1999): Influence of some soil properties on the content of selected Al forms in the soil of the dumpsite Litov. *Rostl. Výr.*, 45: 9–15.
- Boudot J. P., Maitat O., Merlet D., Rouiller J. (1996): Occurrence of non-monomeric species of aluminium in undersaturated soil and surface waters: consequences for the determination of mineral saturation indices. *J. Hydrol.*, 177: 47–63.
- Hiradate S., Taniguchi S., Sakurai K. (1998): Aluminum speciation in aluminum-silica solutions and potassium chloride extracts of acidic soils. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 62: 630–636.
- Kozák J., Borůvka L. (1998): Species of Al ions as related to some characteristics of both agricultural and forest soils of the Šumava region. *Rostl. Výr.*, 44: 419–426.
- Kožuh N., Milačič R., Gorenc B. (1996): Comparison of two methods for speciation of aluminium in soil extracts. *Ann. Chim.*, 86: 99–113.
- Mulder J., Stein A. (1994): The solubility of aluminum in acidic forest soils: Long-term changes due to acid deposition. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 58: 85–94.
- Percival H. J., Giddens K. M., Lee R., Whitton J. S. (1996): Relationships between soil solution aluminium and extractable aluminium in some moderately acid New Zealand soils. *Austral. J. Soil Res.*, 34: 769–779.
- Podlešáková E., Němeček J., Sirový V., Lhotský J. et al. (1992): *Rozbory půd, vod a rostlin*. Praha, VÚMOP.
- Ponette Q., Andre D., Dufey J. E. (1996): Chemical significance of aluminium extracted from three horizons of an acid forest soil, using chloride salt solutions. *Eur. J. Soil Sci.*, 47: 89–95.
- Porebska G., Mulder J. (1996): The chemistry of aluminium in strongly acidified sandy soil in Poland. *Eur. J. Soil Sci.*, 47: 81–87.
- Tichý J. (1996): Impact of atmospheric deposition on the status of planted Norway spruce stands: A comparative study between sites in Southern Sweden and the North-eastern Czech Republic. *Envir. Pollut.*, 93: 303–312.
- Manugistics (1997): *Statgraphics Plus for Windows User Manual*. Manugistics, Inc. Rockville, Maryland.

Received on November 9, 1998

Contact Address:

Dr. Ing. Luboš Borůvka, Česká zemědělská univerzita, 165 21 Praha 6-Suchbát, tel.: 02/24 38 27 51, fax: 02/20 92 16 44, e-mail: boruvka@af.czu.cz

SÚČASNÝ STAV POZNANIA A HODNOTENIA ANTROPOGÉNNYCH PŮD NA SLOVENSKU

A PRESENT STATUS OF KNOWLEDGE AND ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC SOILS IN SLOVAKIA

J. Sobocká

Soil Science and Conservation Research Institute, Bratislava, Slovak Republic

ABSTRACT: The concept of anthropization of soils includes a large number of individual phenomena, processes and changes induced by direct or indirect human activity on soils. The human influence on soils causes either cultivation or degradation or destruction (cut and fill) of soil cover. There is a need in particular dealing with definitions of anthropogenic soils and characterization of anthropogenic diagnostic horizons in order to construct a criterial system of anthropogenic soil classification. In this paper we consider definitions and characteristics of some anthropogenic diagnostic horizons used in the world (Revised Legend of FAO-Unesco, World Reference Base for Soil Resources, US Soil Taxonomy) and compare with definitions introduced in the Morphogenetic Soil Classification System (MSCS). While world classifications are interesting in only positive cultivated human influence on soils except sulphuric horizon of US Soil Taxonomy, Slovak and German classifications consider degraded (toxic and imission) and destroyed (transported and primitive development on transported materials) impact on soil cover, too. Several pedologists in Slovakia deal with tasks of anthropogenic soil classification. There is a result of the current status of knowledge and assessment of soil anthropogenization and technogenization in Slovakia. We present some anthropogenic soil classifications made in Slovakia, and in the world, and introduce critical assessment of the anthropogenic soil diagnostic horizons and classifications. Also we suggest a new variant acceptable for the Slovak soil classification system. Kultizems are soils *in situ* with anthropic modified A-horizon in minimum soil depth more than 60 cm which are cultivated by gardening, riggoling and terracing. Anthrozems are soils with anthropic artificial A-horizon on artificially transported material which was made either by heaped activities or by primitive development on dredged materials, soil banks with artefacts occurrence (debris, waste, scrap, refuse, ashes). Finally, we suggest new anthropogenic soil type Degradozem for soils mainly affected by toxic and imission impact. They are soils *in situ* polluted by high heavy metal and imission concentrations. We distinguish toxic Degradozems which are dangerous and harmful for human-animal life and imission Degradozems without such dangerous impact (Tab. V).

Keywords: anthropogenic soil; diagnostic horizon; anthropogenic process

ABSTRAKT: Pri vypracovaní kritériálneho systému klasifikácie antropogénnych pôd je potrebné predovšetkým zaoberať sa definíciou antropogénnej pôdy, charakteristikou antropogénnych diagnostických horizontov a nadväzane na to vytípať hlavné antropogénne pôdne typy a subtypy. V príspevku uvádzame definície a charakteristiky niektorých antropogénnych diagnostických horizontov vo svete (Revidovaná legenda FAO-Unesco, Referenčná báza pôd sveta, US pôdna taxonómia) a porovnáваме ich s našimi antropogénnymi horizontami, zavedenými v Morfogenetickom klasifikačnom systéme pôd. Výsledkom súčasného stavu poznania a hodnotenia antropogenizácie a technogenizácie pôd sú mnohé pokusy o klasifikáciu antropogénnych pôd. Uvádzame klasifikácie antropogénnych pôd na Slovensku i vo svete a navrhujeme nový variant, prijateľný pre slovenský klasifikačný systém pôd. Výsledkom porovnávania je kritické prehodnotenie systémov antropogénnych diagnostických horizontov a klasifikácií s návrhom na niektoré nové, pozmenené riešenia.

Kľúčové slová: antropogénna pôda; diagnostický horizont; antropogénny proces

ÚVOD

Problematika antropogenizácie pôd je pomerne nová a veľmi aktuálna. Tento pojem zahrnuje veľký počet samostatných javov, procesov a zmien spôsobených pri-

mým či nepriamym pôsobením človeka na pôdny kryt. Vplyv človeka na pôdu sa v niektorých silne priemyselných a urbanizovaných oblastiach stáva takým výrazným, že sa prejavuje v zmenených vlastnostiach pôd do takej miery, že pôvodné znaky prirodzenej pôdy už

nie sú zachované. Antropogénne pôdy, tak ako sú definované v Morfogenetickom klasifikačnom systéme, v súčasnosti predstavujú okolo 150 tis. ha na Slovensku, čo je asi 3 % z celkovej výmery pôdy. Z toho pôdy kultivované (chmeľnice, vinice, záhrady a ovocné sady) majú výmeru 127 tis. ha, čo predstavuje 5,2 % z rozlohy ornej pôdy a 2,5 % z celkovej výmery pôd. Údaje sú prevzaté zo Štatistickej ročenky (1998), pričom odhad pre pôdy degradované a antropogénne premiestnené bol urobený podľa viacerých zdrojov, okrem iného aj z výsledkov Monitoringu pôd SR pri VÚPÚ Bratislava (1997).

Na Slovensku sa od 90. rokov venuje tejto problematike viacero pôdozalcov (Bedrna, 1995; Kolény, 1994; Hraško, 1995). Publikovali vlastné klasifikácie antropogénnych pôd so značne rozdielnymi stanoviskami, taxonomickými úrovňami a nomenklatúrou. Jednou z hlavných prekážok daného stavu je nedostatok pôdny prieskum antropogénnych pôd. Zatiaľ neexistuje ucelený vedecký projekt, ktorý by riešil problém týchto pôd komplexne. Väčšina pôdozalcov skúma prevažne prirodzené, resp. antropogénne ovplyvnené pôdy, a pokiaľ sa stretnú s antropogénnymi pôdami, majú problémy s ich hodnotením a mapovaním, nakoľko nie je jasná definícia takýchto pôd, ako aj antropogénne diagnostické znaky.

V SR nie je zatiaľ rozpracovaná definitívna verzia klasifikácie antropogénnych pôd, ktorá by zahrnovala všetky pôdy človekom pozmenené a vytvorené. Tak isto definície antropogénnych pôd a antropogénnych diagnostických horizontov nie sú uspokojivo vyriešené, tiež nie je rozpracovaná jednotná taxonómia a nomenklatúra takýchto pôd. V rámci projektu, ktorý rieši pozmenený (slovenský) variant Morfogenetického klasifikačného systému pôd, bude teda potrebné doriešiť aj klasifikáciu antropogénnych pôd na Slovensku.

MATERIÁL A METÓDA

Z metodologického hľadiska je najprv potrebné zaoberať sa kategorizáciou a sumarizáciou všetkých ľudských aktivít prebiehajúcich na pôde a v pôde, čo riešia Bedrna (1996) a Hraško (1997). Všeobecne vplyv človeka na pôdu má za následok buď skultúrnenie, alebo degradáciu, či deštrukciu pôdneho pokryvu. V ďalšom kroku je vhodné vypracovať kritériálny systém hodnotenia antropogénnych pôd a na jeho základe sa pokúsiť vytvoriť klasifikačný systém, ktorý má byť postavený na základe definície antropogénnej pôdy a antropogénnych diagnostických horizontov, t. j. má mať jednoznačné antropogénne klasifikačné znaky, ktoré sú relevantné pre zaradenie danej pôdnej jednotky do skupiny antropogénnych pôd (Sobocká, 1997). Klasifikačný systém antropogénnych pôd má byť výsledkom tohto teoreticko-metodologického postupu.

Porovnávacía štúdiá poskytnú lepšiu prehľad v tejto zatiaľ málo rozpracovanej problematike, kde sa príslušné pojmy a kategorizácie dostanú do jednej hodnotiacej roviny. Pre porovnanie s našim systémom sme využili

najznámejšie systémy antropogénnych pôd, ako je Revidovaná legenda Pôdnej mapy sveta FAO-Unesco, World Reference Base for Soil Resources, US Soil Taxonomy a nemecká škola prof. Burghardta.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Definície antropogénnej pôdy

Podľa FAO-Unesco (1994) medzi antroposoly patria všetky pôdy, v ktorých sa prejavujú ľudské aktivity, a to do určitého stupňa pretvorenia pôvodných pôdnych vlastností, čo sa deje premiestnením alebo premiešaním povrchových horizontov, odstránením alebo vyplnením pôdnym materiálom, dlhoročnými dodávkami organických látok, dlhotrvajúcimi závlahami a pod.

Uvedená definícia antropogénnych pôd by mala byť nahradená definíciou WRB (World Reference Base) (ISSS-ISRIC-FAO, 1994). Podľa nej sú antroposoly definované ako pôdy, ktoré boli dlhodobo transformované antropodogénnymi procesmi do tej miery, že pôvodná pôdna jednotka nie je zachovaná (viditeľná). Antropogénne pôdy majú mať viacero zreteľných znakov antropodogéneho procesu, ktoré sú: nepretržité hlboké obrábanie pôd, nepretržitá intenzívna fertilizácia (aplikácia organických i anorganických hnojív), nepretržitá dodávanie minerálneho materiálu do pôdy, nepretržitá irigácia, prípadne iná kultivácia.

Z definícií vyplýva jednoznačná orientácia antropogénnych pôd na pôdy kultivované. Vymedzenie pojmu antropogénnej pôdy našich a nemeckých autorov zohľadňuje aj iné (degradačné a deštruktívne) pôsobenie človeka na pôdu. Podľa definície (Burhardt, 1994) urbické antroposoly predstavujú pôdy silne modifikované (napr. kultiváciou) alebo kontaminované (napr. tekutými a plynnými exhalátmi) a technologické substráty (napr. navozenie umelých pôdnych materiálov).

Podľa Morfogenetického klasifikačného systému pôd ČSFR (Hraško et al., 1991) sa medzi antropogénne pôdy zahrňujú pôdy s antropickým pretvoreným A-horizontom bez ďalších diagnostických horizontov, alebo s ich plným pretvorením minimálne do hĺbky 60 cm. Antropický Ak-povrchový horizont vznikol obrábaním, intenzívnym hnojením alebo iným zásahom človeka a je výrazne pretvorený alebo umelo vytvorený s rôznym zafarbením a vlastnosťami.

Pôdy, u ktorých antropický zásah nepostihol solum v stanovenej hrúbke alebo intenzite, takže pôvodné znaky niektorého diagnostického horizontu zostali zachované, sa považujú za antropicky ovplyvnené pôdy a v systéme pôdnej klasifikácie sa hodnotia ako antropogénna forma. Horný index x možno priradiť ku všetkým subtypom klasifikácie.

Definície antropogénnych diagnostických horizontov

Fimický horizont v zmysle FAO-Unesco Revidovanej legendy Pôdnej mapy sveta je definovaný ako človekom vytvorená povrchová vrstva, hrubá 50 cm a viac, ktorá

vznikla dlhodobým hnojením a premiešavaním zeminy. Ak sa žiada rozdeliť molický a umbrický horizont, rozlišuje sa obsahom kyslého výluhu P_2O_5 , ktorý je vyšší ako 250 mg.kg^{-1} pôdy pri 1% kyseline citrónovej. Príkladmi sú plaggenový epipedon a antropický epipedon US Soil Taxonomy.

Najnovšie navrhnuté antropogénne diagnostické horizonty pre WRB odmietajú používanie fimického horizontu v Revidovanej legende FAO-Unesco. Stručne uvádzame navrhované diagnostické horizonty Antrosolov pre WRB v zmysle najnovšej práce (Kosse, 1997):

- hortický horizont: povrchový horizont podobný molickému horizontu, hĺbka nad 30 cm, P rozpustný v kyseline citrónovej > 250 ppm P_2O_5 , množstvo dážďoviek > 25 %;
- antrohydričný horizont: povrchový horizont vytvorený vplyvom vlhkej kultivácie, prevlččený a redukovaný s chroma < 2 v matrix;
- hydragričný horizont: podpovrchový horizont vyvinutý pod vlhkou kultiváciou, colour value > 4, chroma < 2, prítomnosť železito-mangánových konkrécií;
- irigačný horizont: svetlý povrchový horizont vyvinutý v podmienkach dlhodobého zavlažovania, podobný hortickému horizontu bez molickej farby, množstvo dážďoviek > 25 %;
- plaggenový horizont: povrchový horizont umelo vytvorený postupným dodávaním mačiny, minerálnych a zemných hnojív, farby čierne alebo hnedé, nasýtenie bázami < 50 %, pomocné mikromorfologické analýzy;
- terický horizont: povrchový horizont podobný plaggenovému horizontu, vytvorený pravidelným dodávaním minerálnych hnojív, zemín a kompostov, nasýtenie bázami > 50 %, pomocné mikromorfologické analýzy.

Podľa US Soil Taxonomy (Engel, Ahrens, 1997) sa definujú dva antropogénne povrchové horizonty (epipedony) a dva podpovrchové horizonty s morfológicky viditeľnými znakmi:

- antropický epipedon: podobný molickému horizontu (bohatý na bázy a organický uhlík), so znakmi premiešania, určitými obmedzeniami v rozpustnosti P_2O_5 a s trvaním zamokrenia;

- plaggenový epipedon: človekom vytvorená povrchová vrstva s hrúbkou > 50 cm vplyvom dlhodobého hnojenia a dodávania minerálneho materiálu;
- agrikový horizont: podpovrchový iluviálny horizont formovaný kultiváciou s vysokým obsahom iluviálneho prachu, ílu a humusu; o dlhobnej kultivácii svedčia lamelové výplne chodbičiek a iluviálne povlaky, hodnoty colour value a chroma nižšie ako v matrix, nízky pomer C : N;
- sulfuričný horizont: prírodnej i antropickej povahy, > 15 cm, zložený z organo-minerálneho pôdneho materiálu s $pH < 3,5$ zapríčineným sulfuričnými kyselinami a jarositovými koncentraciami, vysoko toxický pre rastliny.

Podľa Morfogenetického klasifikačného systému pôd antropický Ak-povrchový horizont vznikol obrábaním, intenzívnym hnojením alebo iným zásahom človeka a je výrazne pretvorený, alebo umelo vytvorený s rôznym zafarbením a vlastnosťami, ktorý má: a) hrúbku > 30 cm; b) vznikol antropickým melioračným pretvorením celého sola alebo najmenej do hĺbky 60 cm bez toho, aby sa zachovala aspoň časť pôvodných morfo-genetických znakov, alebo antropickým degradačným pretvorením povrchového horizontu prirodzenej pôdy (toxikácia, kontaminácia) tak, že získal odlišné chemické alebo fyzikálne morfológické vlastnosti; c) bol umelo navesený alebo vzniká prirodzeným procesom na človekom premiestnených a premiešaných prirodzených, umelých i zmiešaných materiáloch. Uvažujú sa variety diagnostických horizontov Akp – antropický pretvorený a Aku – antropický umelý.

Z porovnania systémov antropogénnych diagnostických horizontov (tab. I) jednoznačne vyplýva, že zatiaľ čo vo svete sa za antropické pôdy považujú len pôdy kultivované s výnimkou sulfuričného horizontu US Soil Taxonomy, v MKSP sa uvažujú aj pôdy degradované a umelo vytvorené (antrozeme), čo nepochybne prispieva k detailizácii systému. Avšak z hľadiska pôdnej morfológie, fyzikálno-chemických i biologických vlastností sú antropogénne diagnostické horizonty v uvažovaných svetových systémoch prepracovanejšie, a tým i výpovednejšie. V uvedenom zozname sú spracované veľmi

I. Porovnanie antropogénnych diagnostických horizontov podľa MKSP, WRB, USDA a FAO-Unesco – Comparison of anthropogenic diagnostic horizons by MSCS, WRB, USDA and FAO-Unesco

WRB	USDA	FAO-Unesco	MKSP
hortický (S)	antropický epipedon (S)	fimický (S)	antropický pretvorený (S)
terický (S)	–	–	antropický pretvorený (S)
–	sulfuričný (P)	sulfuričný (P)	–
irigačný (S)	–	–	–
–	agrikový (P)	–	–
antrohydričný (S)	antrakvičný variant	–	–
hydragričný (P)	antrakvičný variant	–	–
plaggenový (S)	plaggenový (S)	fimický (S)	antropický umelý (S)

(S) – povrchový diagnostický horizont – surface diagnostic horizon

(P) – podpovrchový diagnostický horizont – subsurface diagnostic horizon

II. Klasifikácia Antrosolov podľa FAO-Unesco (1994) – Anthrosol classification by FAO-Unesco (1994)

Antrosoly (AT)	Arické Antrosoly (ATa)	hlboko kultivované pôdy s nepatrnými pozostatkami pôvodných horizontov
	Fimické Antrosoly (ATf)	pôdy s plaggenovým alebo iným antropickým povrchovým horizontom
	Kumulické Antrosoly (ATc)	pôdy majúce akumuláciu jemnozeme > 50 cm v dôsledku dlhodobých závlah alebo iného hromadenia jemnozeme
	Urbické Antrosoly (ATu)	pôdy majúce hĺbku > 50 cm s akumuláciou odpadu z banskej, stavebnej a inej ľudskej činnosti

III. Klasifikácia Antrosolov podľa návrhu pre WRB (Kosse, 1997) – Antrosol classification by WRB proposal (Kosse, 1997)

Hydargické Antrosoly	vyvinuté pri vlhkej kultivácii pôd s hydrargickým horizontom
Kumulické Antrosoly	s plaggenovým, terickým alebo irigačným horizontom
Hortické Antrosoly	s hortickým horizontom > 50 cm
Irigačné Antrosoly	s irigačným horizontom > 50 cm
Plagigicko-kumulické Antrosoly	Kumulické Antrosoly s plaggenovým horizontom > 50 m
Horticko-kumulické Antrosoly	Kumulické Antrosoly s hortickým horizontom > 50 cm
Irigačno-kumulické Antrosoly	Kumulické Antrosoly s irigačným horizontom > 50 cm
Rigolicko-kumulické Antrosoly	Hortické Antrosoly s hortickým horizontom > 75 cm

stručne. V MKSP takéto charakteristiky chýbajú. Okrem toho sa uvažujú aj podpovrchové antropické horizonty, ktoré v našom systéme takisto absentujú. Jednoduché delenie antropických diagnostických horizontov na antropické pretvorené a antropické umelé nepostačuje.

Nakoľko dominujúcim prvkom týchto pôd je ľudský zásah (antropedogénny proces), mal by sa zohľadňovať aj v systéme antropogénnych diagnostických horizontov. To znamená vypracovať charakteristiku rôznym spôsobom kultivovaných horizontov (rigolácia, terasovanie, záhradníctvo), ako aj charakteristiku degradovaných horizontov, t. j. imisných, toxických a umelých horizontov (iniciálnych alebo navezených). Porovnávanie poukazuje na slabú kompatibilitnosť antropogénnych diagnostických horizontov MKSP so svetovými systémami.

Klasifikácie antropogénnych pôd

Pre porovnanie najprv uvádzame klasifikačné systémy antropogénnych pôd podľa FAO-Unesco (tab. II) a podľa WRB (tab. III), ktoré zohľadňujú jedine kultivované antropogénne pôdy.

Oficiálne platný Morfogenetický klasifikačný systém pôd vyčleňuje 10 hlavných pôdných skupín, z ktorých posledná patrí antropickým pôdam. Hraško et al. (1991) v MKSP rozlišujú pôdny typ kultizeme so subtypmi typická a degradačná a pôdny typ antrozeme so subtypmi typická a degradačná (tab. IV).

K uvedenej klasifikácii antropických pôd je niekoľko závažných pripomienok. V prípade antropogénnych pôd sa nemôžeme pridržať pôdnogenetického diagnostikovania pôd, t. j. vytipovať, ktorý pôdotvorný proces je dominantný pre tú-ktorú pôdu. Pri hodnotení a klasifikácii antropogénnych pôd je potrebné zaviesť krite riálny systém dominantného antropického pôsobenia na

IV. Klasifikácia antropických pôd Morfogenetického klasifikačného systému pôd ČSFR – An anthropic soil classification in the Morphogenetic Soil Classification System of ČSFR

	subtypy	typická (KTm) degradačná (KTd)
1. Kultizem (KM)	variety	(nasýtená) kyslá (a) karbonátová (e) alkalická (z) toxikovaná (j) imisná (i)
		záhradná (g) rigolovaná (s) terasovaná (t)
	formy	
2. Antrozem (AN)	subtypy	typická (ANm) degradačná (ANd)
	variety	(nasýtená) kyslá (a) karbonátová (e) toxikovaná (j)
	formy	záväzková (ž) depóniová (o) haldová (b) urbická (u)

pôdu, na základe ktorého možno pôdu hodnotiť ako antropogénnu. Za dominantné antropické pôsobenie na pôdu považujeme: kultiváciu, degradáciu a deštrukciu pôd, t. j. antropogénne vplyvy pri skupine týchto pôd musia prevládať nad prírodnými. Potom je potrebné poznať a charakterizovať druh a intenzitu zásahu človeka

do pôdy, ktorý sa prejavuje v morfológicky, chemicky, fyzikálne i biologicky odlišných pôdnych vlastnostiach, antropicky podmienených. Z tohto hľadiska by sa subtyp typický pri kultiváciách a antrozemiach nemal vôbec brať do úvahy, nakoľko sa domnievame, že cesty ľudskej činnosti k zlepšovaniu i degradácii a deštrukcii pôd sú mnohoraké a v žiadnom prípade nie typické.

Formy kultizemí (záhradná, rigolovaná, terasovaná) sú natoľko odlišné, že môžu byť uvažované na úrovni subtypu. Podobne formy antrozemí (zavážková, depóniová, haldová a prípadne iné) by sa mali hodnotiť na úrovni subtypu, sú vizuálne dobre odlišiteľné a rozdielne, avšak je potrebné doriešiť ich základné charakteristiky.

Navrhujeme zväziť aj pôdny subtyp kultizem degradáčn a nahradíť jej novým pôdnym typom (napr. degradozem, degradovaná pôda a pod.). Z principiálneho hľadiska sice ide o pôdy nepremiestnené, ale kvalitatívne sú veľmi odlišné, t. j. pôdy kultivované a pôdy degradované. Degradozeme sú pôdy vzniknuté *in situ* (poľnohospodárske alebo lesné), ktoré sú predovšetkým postihnuté nadmerným toxickým či imisným spadom alebo iným antropickým zásahom (irigácia, nadmerné prehnojenie a pod.), prípadne náhlou ekologickou haváriou. Degradozeme toxické sa môžu na povrchu vyznačovať buď absenciou rastlinného krytu, alebo jeho deformáciou, najčastejšie sa však na povrchu ani v morfológii profilu neprejavujú vôbec, ale analyticky zistené nadmerné množstvá škodlivých prvkov potvrdia rizikové pôsobenie týchto prvkov na život človeka, zvierat i rastlín. Príkladom takýchto ekologicky poškodených pôd sú černobyľské černozeme postihnuté rádio-

aktívnym spadom, alebo toxické pôdy v Žiarskej kotline. Degradozeme imisné vznikajú pri dlhodobom pôsobení hlavne imisných spadov ako cementový popolček alebo magnezit, kde dochádza k tvorbe povrchového panu, cementácii povrchového horizontu, rozpadu štruktúry, pričom tieto pôdy nemusia byť toxické. Príkladom takýchto pôd sú napr. pôdy v okolí magnezitových závodov Jelšava-Lubeník s vytvorenou krustou na povrchu a s čiastočným rozpadom pôvodnej štruktúry. Pri degradozemi nemusí byť solum postihnuté do hĺbky 60 cm, nakoľko toxický a imisný účinok je postačujúci aj pri menších hĺbkach. V prípade degradozemí imisných a toxických navrhujeme v klasifikácii prepracovať a sprísniť normy kritických záťaží pre vyčlenenie týchto ekologicky postihnutých pôd, nakoľko uvedené hodnoty sú nepostačujúce a nevystihujú rizikový stupeň záťaže.

Pôdny typ antrozem urbická, definovaná ako plochy pôd bez vegetačného krytu, zastavané budovami, cestami a priemyselnými podnikmi, navrhujeme úplne vylúčiť z klasifikácie pôd, nakoľko sa domiame, že na plochách zastavaných budovami, cestami a pod. sa pôdy vo väčšine prípadov vôbec nenachádzajú (dominantná je litosféra), v okolí stavieb bývajú zvyčajne antrozeme zavážkové. Sú prípady, kedy sa pôdy pod stavbami, cestami a pod. nachádzajú, avšak mali by sa hodnotiť ako pôdy pochované.

Podobne je otázne, či antrozem degradáčn možno ešte nazvať pôdou, nakoľko podľa definície zahrnuje iniciálny vývoj na umelých substrátoch, kde nie je možný rast rastlín, alebo zastavané plochy pôd. V zmysle viacerých definícií pôd tento pôdny subtyp nemá svoje opod-

V. Predbežný návrh klasifikácie antropogénnych pôd (Sobocká, 1997c) – A current proposal of anthropogenic soil classification (Sobocká, 1997c)

<p>1. Pôdny typ: Kultizem (KM)</p> <p>Sú to pôdy s antropicky pretvoreným A-horizontom</p> <p>Pôdne subtypy kultizemí: g – záhradná, s – rigolovaná, t – terasovaná</p> <p>Pôdne variety kultizemí: a – kyslá, c – karbonátová, z – alkalická</p>
<p>2. Pôdny typ: Degradozem (DM)</p> <p>Sú to pôdy s antropicky vyvolanou alebo podmienenou degradáciou prirodzených pôdnych jednotiek (imisiami alebo vnašaním toxických cudzorodých látok nad hygienickú normu)</p> <p>Pôdne subtypy degradozemí: j – toxikovaná, i – imisná</p> <p>Degradozem toxikovaná (DMj):</p> <p>1. Obsah cudzorodých látok v pôde (rizikové ťažké kovy, reziduá pesticídov, oleje) prekročil stanovenú normu</p> <p>2. Pôdy prehnojené priemyselnými hnojivami (obsahujú viac ako 300 mg P.kg⁻¹, resp. 750 mg K.kg⁻¹)</p> <p>Degradozem imisná (DMi): kontaminácia pôdy prevažne pevnými imisiami s ich akumuláciou viditeľnou na povrchu pôd alebo výrazne vplývajúcu na chemizmus a fyzikálne vlastnosti pôd</p>
<p>3. Pôdny typ: Antrozem (AN)</p> <p>Pôdy s antropicky umelým A-horizontom na umelo vytvorenom podloží umožňujúcim rast rastlín po vykonanej rekultivácii</p> <p>Pôdne subtypy antrozemí: ž – zavážková, o – depóniová, h – haldová</p> <p>Antrozem zavážková (ANž) predstavuje navezenie organicko-minerálneho materiálu na spustenú plochu alebo navezený umelý inertný materiál</p> <p>Antrozem depóniová (AND) predstavuje navezenie organicko-minerálneho materiálu na skládky odpadov prevažne chemicky aktívneho materiálu (s možnosťou metagenézy)</p> <p>Antrozem haldová (ANh) – forma má iniciálny vývoj pôd na premiestnených, spravidla psetitických materiáloch pri ťažbe, ak celková hrúbka vloženého materiálu je viac ako 60 cm</p> <p>Pôdne variety antrozemí: a – kyslá, c – karbonátová, j – toxická</p>

VI. Návrh klasifikácie antropogénnych pôd (Bedrna, 1996) – A proposal of anthropogenic soil classification (Bedrna, 1996)

1. Kultizem	subtypy	luvizemná, hnedozemná, regozemná, pelická, arenická, pararendzinová, kambizemná, rendzinová, pseudoglejová, podzolová, fluvizemná
	variety	kyslá, karbonátová, alkalická, intoxikovaná
	formy	záhradná, rígolovaná, terasovaná, degradačná
2. Antrozem	subtypy	organozemná, pararendzinová, pseudoglejová, černozemná, rendzinová, regozemná, kultizemná, psefitická, glejová
	variety	kyslá, karbonátová, intoxikovaná
	formy	depóniová, haldová, závažková, terasovaná

VII. Návrh klasifikácie antropických pôd a zemín (Kolény, 1994) – A proposal of anthropic soil and earth classification (Kolény, 1994)

Iniciálne pôdy	pôdy na substráte človekom reaktívanom, napr. regosol na čerstvej banskej halde, litosol na človekom odkrytej pevnej hornine
Pôdne typy	človekom slabó pozmenené pôdy, napr. černozem typická erodovaná, akumulovaná, prekrytá, rekultivovaná, slabó imisná a pod.
Metamorfosoly	pôdy so silným vplyvom človeka na pôdny profil: hortisolová, rigosolová, terasovaná, irigačná, meliorovaná, skrývková, navážková, závažková, depóniová, rúnová
Pseudosoly	pôdy s úplne zmeneným pôdnym profilom so subtypmi: technická (urbická, rurálna, imisná, toxická), kompostová, skleniková, parenisková, nekrosolová
Technosoly	premenená funkcia pôdy (podklad budov, cestných komunikácií, lôžka železničných podvalov a pod.)

VIII. Návrh klasifikácie antropických pôd (Hraško, 1995) – A proposal of anthropic soil classification (Hraško, 1995)

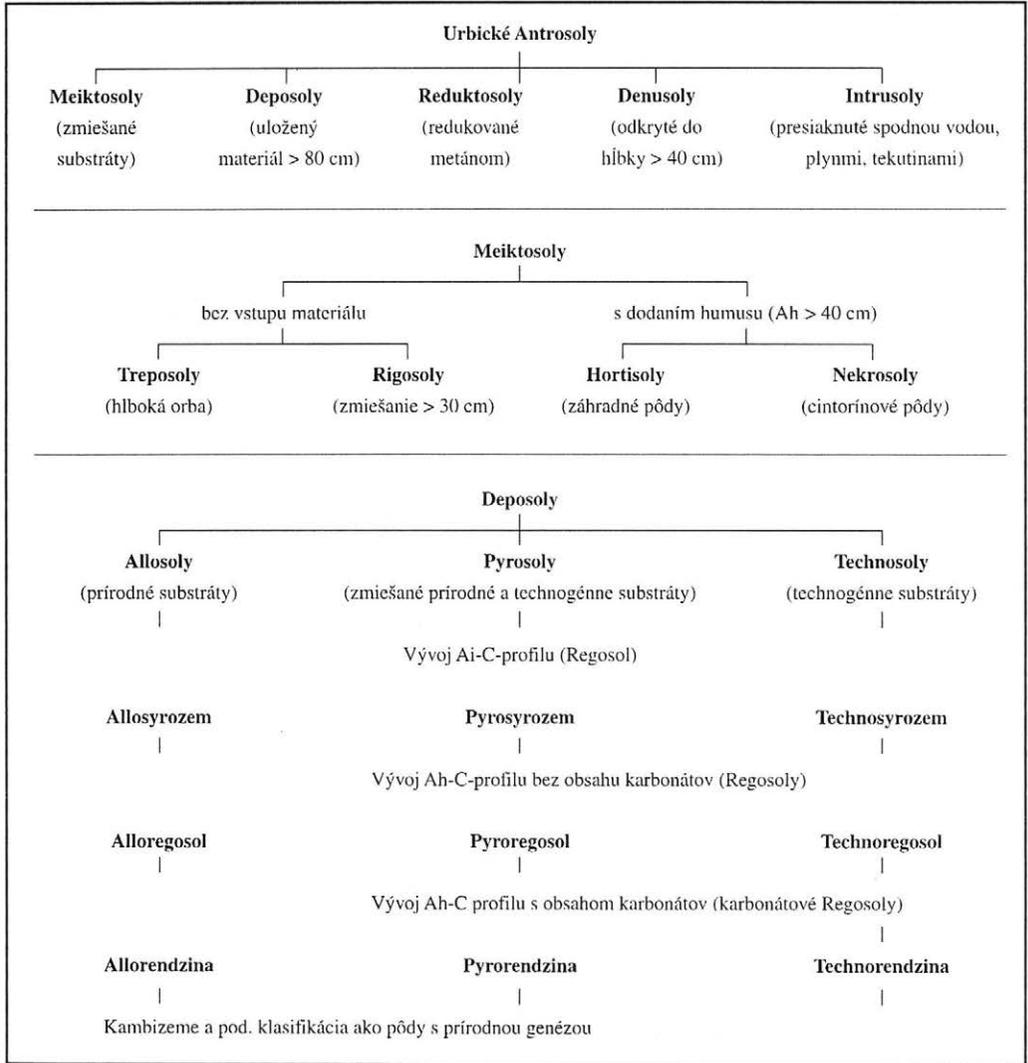
1. Podskupina: prírodné pôdy s antropickým vplyvom na pôvodnú pôdnu jednotku (Kultisoly)	
Vplyv	
pozitívny	negatívny
1.1 Hortisoly	1.5 Toxisoly
1.2 Rigosoly	1.5.1 Oleosoly (kontaminácia tekutými zložkami)
1.3 Terranosoly	1.5.2 Imitoxisoly (kontaminácia pevnými zložkami)
1.4 Plagosoly	1.6 Barosoly (pevné pôdy bez vegetácie)
2. Podskupina: človekom premenené pôdy s antropickou litogéznou alebo neproduktívna krajina s drastickým narušením pôdných vlastností (Antrosoly)	
Vplyv	
pozitívny	negatívny
2.1 Homosoly (pôdy z prírodného jemnozrného materiálu)	2.4 Reductosoly (pôdy z materiálu organických smetísk s možnosťou tvorby metánu)
2.2 Deposoly (pôdy z hrubozrného a kamenitého materiálu)	2.5 Urbisoly (pôdy bez vegetácie pod budovami, cestami a pod.)
2.3 Technosoly (pôdy z anorganického urbického alebo iných materiálov priemyselnej činnosti)	

statnenie, nakoľko sa netýka pedosféry. Ide tu zrejme o zásah do technosféry (umelo vytvorené substráty, popolčky, prefabrikáty a pod.). Je možné, že v budúcnosti sa v pedológii budeme stretávať s prelínaním sfér prírodnej a umelej povahy. Svedčia o tom aj najnovšie práce (napr. Bughardt, 1994), ktoré potvrdzujú rovnaké analytické metódy pri hodnotení horizontov a substrátov prírodnej i umelej povahy.

V zmysle uvedenej diskusie navrhujeme klasifikáciu antropogénnych pôd, ktorá by sa po ďalšom detailnejšom dopracovaní a na základe vzájomných konzultácií mohla stať súčasťou MKSP (Sobocká, 1997) (tab. V). Samozrejme je otvorená, nakoľko komplexný prieskum

ako aj databázy takýchto pôd nie sú doteraz urobené, nie sú vytvorené definitívne diagnostické horizonty a reprezentatívne profily antropogénnych pôd. Pri jej ďalšom prepracovaní odporúčame popasovať sa s problémom erózných pôd, s problémom pôd postihnutých nadmerným antropickým prevlhčením alebo vysychaním. Do akej miery možno považovať tieto pôdy za antropogénne v našich podmienkach? Tieto otázky nie sú doteraz uspokojivo vyriešené nikde na svete.

Pre ilustráciu uvádzame a komentujeme niekoľko klasifikácií antropogénnych pôd publikovaných v SR. Klasifikácia antropogénnych pôd podľa Bedrnu (1996) (tab. VI) sa najviac približuje MKSP. Jeho hodnotenie



subtypov antropogénnych pôd podľa diagnostiky pôdovtvorných procesov nepovažujeme za správne. Vplyv ľudskej činnosti, ktorý by mal byť dominantný pri hodnotení antropogénnych pôd v zmysle definície antropogénnej pôdy, sa v tejto klasifikácii premieta jedine v pôdnych formách.

Za extrémne návrhy považujeme klasifikácie antropogénnych pôd podľa autorov Kolény (1994, 1995) (tab. VII) a Hraško (1995) (tab. VIII), ktorí uvádzajú úplne novú, pre naše pomery nezvyklú terminológiu a taxonómiu. Antropogénne pôdy sú v ich chápaní niekedy ťažko diagnostikovateľné, ich popisy nie sú jednoznačné. Napr. ako v teréne odlíšiť metamorfosol na vážkový a zavážkový? Alebo sú urbisoly pôdami, ak

ide o pôdy pochované pod budovami, cestami a inými priemyselno-urbanistickými stavbami? Napriek týmto a ďalším výhradám tieto klasifikácie neodmietame, nakoľko sú charakterizované podľa dominantných prejavov človeka na pôdu a sú prínosom.

Ojedinelým a dokonale prepracovaným návrhom klasifikácie (nielen antropogénnych pôd, ale aj substrátov) je klasifikácia predložená Pracovnou skupinou pre urbické pôdy v SRN (Arbeitskreis für Stadtböden, 1988, 1997) (tab. IX). Projekt financovaný federálnou vládou vytipoval a popísal veľké množstvo antropogénnych pôd urbických a priemyselných oblastí. V zmysle definície urbických antrosolov ide o pôdy a nepôdy človekom modifikované a umelo vytvorené na prirod-

ných a umelých substrátoch, vzniknuté dlhodobým antropogénnym a antrogeogénnym pôsobením. Táto nemecká škola je typickým predstaviteľom tzv. technogénnej pedológie ako smeru, ktorý sa v poslednom období objavuje čoraz častejšie a súvisí s melioračnými, rekultivačnými, asanačnými a inými antropogénnymi aktivitami na prírodných (pedogénnych a litogénnych) a umelých substrátoch.

LITERATÚRA

- Bedrna Z. (1995): Príspevok ku klasifikácii a mapovaniu pôd pozmenených antropogénnou činnosťou. *Geograf. Čas.* (Bratislava), 47: 119–129.
- Bedrna Z. (1996): Príspevok k antropizácii pôd Slovenska. [Habilitationárka práca.] Bratislava, PriF UK, 44 s.
- Burghardt W. (1994): Soils in urban and industrial environments. *Angew. Bodenk. Inst. Ökol. FB 9, Univ. Essen.*
- Engel R. J., Ahrens R. J. (1997): Soil taxonomy and anthropogenic soils. In: *Proc. Int. Conf. Problems of anthropogenic soil formation, Moskva:* 62–66.
- Hraško J. (1995): New tasks and perspectives in soil survey. In: *Ved. Práce VÚPÚ Bratislava, 19:* 17–24.
- Hraško J. (1997): Klasifikačné dôsledky antropizácie pedosféry. In: *Sbor. Abstr. Půdní systémy a antropická činnost:* 67–71.
- Hraško J., Linkeš V., Němeček J., Novák P., Šály R., Šurina B. (1991): Morfogenetický klasifikačný systém pôd ČSFR. Bratislava, VÚPÚ, 106 s.
- Kolény M. (1994): Diskusný príspevok k poznaniu antropogénnych pôd. In: *Zbor. Prirodzená časť krajiny, jej výskum a návrhy na využitie.* Bratislava, PriF UK: 35–39.
- Kolény M. (1995): Príspevok k poznaniu antropogénnych pôd Modry. In: *Zbor. Ref. ved. Semin. Antropizácia pôd.* Bratislava, PriF UK: 33–41.
- Kosse A. (1994): Anthrosols in the World Reference Base (WRB). In: *Transact. 15th Wld Congr. Soil Sci. Vol. 6b. Comm. V: Post. Sess.:* 376–377.
- Kosse A. (1997): Classification of Anthrosols in WRB. In: *Proc. Int. Conf. Problems of anthropogenic soil formation, Moskva:* 6–10.
- Sobocká J. (1997a): Classification and mapping of anthropogenic soils in Slovakia. In: *Proc. Int. Conf. Problems of anthropogenic soil formation, Moskva:* 91–96.
- Sobocká J. (1997b): Charakteristika a porovnanie antropogénnych diagnostických horizontov. In: *Sbor. Abstr. Půdní systémy a antropická činnost:* 82–84.
- Sobocká J. (1997c): Návrh klasifikácie antropických pôd pre MKSP. In: *Zbor. Semin. Pôda v súčasných environmentálnych podmienkach, Zvolen.*
- Arbeitskreis Stadtböden der DBG (1988): Substrate und Substratmerkmale von Böden der Stadt- und Industriegebiete. *Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges., 56:* 311–316.
- Arbeitskreis Stadtböden der DBG (1997): Empfehlungen des Arbeitskreises Stadtböden der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft für bodenkundliche Kartierung urban gewerblich, industriell und montan überformter Flächen. *Tiel 1. Feldführer. Kiel, März, 1997.* 111 s.
- FAO-Unesco (1994): *Soil Map of the World. Revised legend with corrections.* Wageningen, ISRIC, 140 s.
- ISSS-ISRIC-FAO (1994): *World Reference Base for Soil Resources.* Wageningen, Rome, 161 s.
- Monitoring pôd Slovenskej republiky (1997): *Súčasný stav monitorovaných pôd.* Bratislava, VÚPÚ, 128 s.
- Soil Survey Division Staff (1993): *Soil Survey Manual. USDA-SCS Agriculture Handbook No 18.* U.S. Gov. Print. Off. Washington D.C.
- Štatistická ročenka 1998: Bratislava, Úrad geodézie a kartografie SR, 153 s.

Došlo 22. 5. 1998

Kontaktná adresa:

RNDr. Jaroslava Sobocká, CSc., Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, Gagarinova 10, 827 13 Bratislava, Slovenská republika, tel.: 00421 743 29 20 21, fax: 00421 743 29 54 87, e-mail: sobocka@vupu.sanet.sk

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 nesmí přesáhnout 12 strojopisných stran včetně tabulek, obrázků a grafů. V práci je nutné používat jednotky odpovídající soustavě měrových jednotek SI (ČSN 01 1300).

Vlastní úprava rukopisu: formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhozů na řádku, mezi řádky dvojitě mezery. K rukopisu je třeba přiložit disketu s prací pořízenou na PC 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 (Abstract) je informačním výběrem obsahu a závěru článku, nikoliv však jeho pouhým popisem. Musí vyjádřit všechno podstatné, co je obsaženo ve vědecké práci, a má obsahovat základní číselné údaje včetně statistických hodnot. Musí obsahovat klíčová slova. Nemá překročit rozsah 170 slov. Je třeba, aby byl napsán celými větami, nikoliv heslovitě. Je uveřejňován a měl by být dodán ve stejném jazyce jako vědecká práce.

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

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

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

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

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

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

Literatura by měla sestávat hlavně z lektorovaných periodik. 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 PŠČ, číslo telefonu a faxu, popř. e-mail.

Rukopis nebude redakcí přijat k evidenci, nebude-li po formální stránce odpovídat pokynům pro autory.

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 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 12 typescript pages, including tables, figures and graphs.

Manuscript layout: quarto, 30 lines per page, 60 strokes per line, double-spaced typescript. A PC diskette should be provided with the paper and graphical documentation. Tables, figures and photos shall be enclosed separately. The text must contain references to all these annexes.

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

Abstract is an information selection of the subject 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 basic 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 section **References** should preferably contain reviewed periodicals. 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.

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

The manuscript will not be accepted to be filed by the editorial office if its formal layout does not comply with the instructions for authors.

OBSAH

Šašek A., Černý J., Humpolíková P., Pekárková J.: Vliv odrůdové čistoty na jakost deklarovaných odrůd potravinářské pšenice.....	197
Klímeš F.: Fytopcenologické vztahy v pastevních porostech.....	205
Tóth Š.: Vplyv diferencovaného hnojenia na zaburinenosť ozimnej pšenice a zníženie úrod zrna	213
Oriniaková P., Pavingerová D., Matoušek J.: Metodické aspekty genetické transformace chmele (<i>Humulus lupulus</i> L.)	219
Borůvka L., Kozák J., Drábek O.: Formy Al ionů v půdách severočeských hor ve vztahu k vybraným půdním charakteristikám	229
INFORMACE – STUDIE – SDĚLENÍ	
Sobocká J.: Súčasný stav poznania a hodnotenia antropogénnych pôd na Slovensku.....	237

PLANT PRODUCTION

CONTENTS

Šašek A., Černý J., Humpolíková P., Pekárková J.: The effect of varietal purity on the quality of declared varieties of food wheat	197
Klímeš F.: Phytocoenologic relationships in pasture stands (in English)	205
Tóth Š.: The effect of differentiated fertilization on weed infestation of winter wheat and decrease of grain yield	213
Oriniaková P., Pavingerová D., Matoušek J.: Methodical aspects of hop (<i>Humulus lupulus</i> L.) genetic transformation	219
Borůvka L., Kozák J., Drábek O.: Species of Al ions in soils of North Bohemian mountains as related to selected soil characteristics (in English).....	229
INFORMATION – STUDY – REPORT	
Sobocká J.: A present status of knowledge and assessment of anthropogenic soils in Slovakia	237