

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH
INFORMACÍ

ROSTLINNÁ VÝROBA

PLANT PRODUCTION

2

ROČNÍK 40 (LXVII)
PRAHA 1994
ISSN 0370-663X

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD
SLOVENSKÁ AKADEMIA PŮDOHOSPODÁRSKÝCH VIED

Redakční rada - Editorial Board

Předseda - Chairman

Doc. ing. Josef Š i m o n , CSc. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, ČR)

Členové - Members

Doc. ing. Pavol B a j č i , CSc. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra, SR)

Prof. dr. Márta B i r k á s (Agrártudományi Egyetem, Gödöllő, Hungária)

Ing. Helena D o n á t o v á , CSc. (Vysoká škola zemědělská, Praha, ČR)

Prof. ing. Václav F r i c , DrSc. (Vysoká škola zemědělská, Praha, ČR)

Ing. Jozef H a b o v š t i a k , CSc. (Výskumný ústav lúk a pasienkov, pracovisko Krivá na Orave, SR)

Ing. Alois C h a l u p a , CSc. (Výzkumný ústav technických plodin a luskovin, Šumperk, ČR)

Ing. Bohdan J u r á n i , CSc. (Univerzita Komenského, Bratislava, SR)

Prof. dr. Günter K a h n t (Universität Hohenheim, Stuttgart, BRD)

Prof. ing. Josef K o z á k , DrSc. (Vysoká škola zemědělská, Praha, ČR)

Prof. ing. Vladimír K r a j č o v i č (Výskumný ústav lúk a pasienkov, Banská Bystrica, SR)

Prof. ing. Lubomír M i n x , DrSc. (Vysoká škola zemědělská, Brno, ČR)

Ing. Timotej M i š t i n a , CSc. (Výskumný ústav rastlinnej výroby, Piešťany, SR)

Dr. Peter N e w b o u l d (The Macaulay Land Use Research Institute, Aberdeen, Scotland, UK)

Ir. Cees van O u w e r k e r k (Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren Gn, Nederland)

Ing. Josef P a ř í z e k (ZEAINVENT, a. s., Trnava, SR)

Ing. Jaromír P r o c h á z k a , CSc. (Výzkumný ústav pícninářský, Troubsko u Brna, ČR)

Prof. ing. Stanislav P r o c h á z k a , DrSc. (Vysoká škola zemědělská, Brno, ČR)

Doc. ing. Vlastimil R a s o c h a , CSc. (Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod, ČR)

Prof. ing. Jozef R e p k a , DrSc. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra, SR)

Doc. ing. Ladislav S l a v í k , DrSc. (Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, ČR)

Doc. ing. Miron S u š k e v i č , DrSc. (Výzkumný ústav ekoagrotechniky, Hrušovany u Brna, ČR)

RNDr. Vladimír Š k r d l e t a , CSc. (Mikrobiologický ústav AV ČR, Praha, ČR)

Prof. ing. Václav V a n ě k , DrSc. (Vysoká škola zemědělská, Praha, ČR)

Ing. Marie V á ň o v á , CSc. (Výzkumný ústav obilnářský, Kroměříž, ČR)

Ing. Jaroslav V o š k e r u š a , CSc. (Výzkumný ústav olejnin, Opava, ČR)

Doc. ing. František V r k o č , DrSc. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, ČR)

Prof. dr. hab. Kazimiera Z a w i ś l a k (Akademia Rolniczo-Techniczna, Olsztyn, Polska)

Vedoucí redaktorka - Editor-in-Chief

RNDr. Eva S t ř í b r n á

KONTAMINACE PŮD SEVEROČESKÉHO REGIONU ORGANICKÝMI XENOBIOTICKÝMI LÁTKAMI

J. Němeček¹, E. Podlešáková², P. Firyt³

¹Vysoká škola zemědělská, Praha

²Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha

³Aquatest, Stavební geologie, a. s., Praha

V imisně výrazně zatíženém severočeském regionu byla v okresech Chomutov až Děčín sledována kontaminace půd organickými xenobiotickými látkami. Zvýšené hodnoty aromatických uhlovodíků nalézáme (chemický průmysl) na okrese Most. Většina PAU má maxima na okrese Most či Teplice, stejně jako DDT, DDD, DDE, styren a ropné látky. Jinou distribuci mají PCB s maximem na okrese Děčín. Plošné znečištění z PAU vykazuje hlavně fluoranthen na okrese Teplice a Ústí nad Labem s ostrůvky na okrese Chomutov a Most. Širší plocha kontaminovaná PAU je rozšířena hlavně na okrese Most a Teplice a ostrůvky se nalézají na okresech Chomutov a Děčín. Vykazují trend migrace poléťavého popílku severovýchodním směrem pánve s modifikacemi podle rozložení emisí. Kontaminace nikde nedosáhla hodnot vyžadujících asanace.

Inventarizační studie kontaminace půd severočeského regionu xenobiotickými látkami navazuje na práci o zatížení půd těchto oblastí rizikovými prvky (Podlešáková, Němeček, 1993). Obě publikace přinášejí první soustavné údaje o kontaminaci této rizikové oblasti.

Teprve v posledních letech se v ČR objevují práce věnované širšímu výběru xenobiotických organických látek v životním prostředí. Jsou studovány v ovzduší severočeského regionu (Leníček et al., 1993), v sedimentech a půdách ČR (Podlešáková, Němeček, 1992; Holoubek et al., 1993; Tríška et al., 1993), resp. v půdách okolních států (Jonek, Prinz, 1991; Puchwein et al., 1993). K hodnocení zatížení půd organickými xenobiotickými látkami byly pro látky uvedené v nizozemské směrnici (Leidraad Bodemsanering, 1988) upřesněny limity kontaminace na základě studia půd Šumavy (Podlešáková, Němeček, 1993). Představují svrchní hranici pozadí v imisně čisté oblasti. Nahrazují úroveň A nizozemských směrnic pro podmínky ČR. Za limit intoxikace přejímáme limit úrovně B nizozemských směrnic.

MATERIÁL A METODA

Na území okresů Chomutov, Most, Teplice, Ústí nad Labem a Děčín byl v letech 1991 až 1992 odebrán soubor 150 vzorků pro stanovení organických xenobiotických

látek, uvedených v nizozemské směrnici. Vzorky byly odebrány z orní (horizontů Ap) a dmových horizontů zemědělsky využívaných půd. Směsné vzorky z dílčích 20 odběrů byly uloženy do skleněných uzavřených nádobek. Volba odběrových míst nemohla být pro vysoké zastoupení lesů, dolů a výsypek provedena ekvidistantně. Při odběru bylo přihlášeno k izocharám spadů poléťavého popílku.

Ve vzorcích bylo stanoveno v laboratořích Aquatestu, Stavební geologie, a. s., Praha pět hlavních skupin organických xenobiotických látek. Těžké (jedno- až dvojjaderné) aromatické uhlovodíky (AU) byly vystřipovány v uzavřené smyčce a stanoveny buď plynovou chromatografií s detekcí plamenionizačním detektorem, nebo v případě potřeby s hmotnostně-spektrometrickou detekcí. Vzorky ke stanovení vícejaderných - polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU) byly extrahovány směsí metanol - aceton; extrakty byly v případě potřeby přečištěny gelovou chromatografií a analyzovány vysokoučinnou kapalinovou chromatografií s fluorescenční detekcí. Ke stanovení polychlorovaných uhlovodíků (PCB, HCB) byly vzorky extrahovány nepolárním rozpouštědlem, extrakty byly přečištěny kolonovou chromatografií a analyzovány plynovou chromatografií s detektorem elektronového zachytu. Pesticidní látky byly sorbovány z výluhu Porapakem Q, desorbovány éterem, po vysušení metylovány a extrakt byl převeden do sirouhlíku. Takto připravený extrakt byl analyzován plynovou chromatografií s hmotnostně-spektrometrickou detekcí. Ropné látky byly z chemicky vysušeného vzorku extrahovány trichlortrifluorenem a po přečištění extraktu sorpcí polárních látek silikagelem stanoveny infračervenou spektrofotometrií. Analýzy byly vyhodnoceny běžnými statistickými metodami po okresech a mapovým zobrazením areálů kontaminace půd fluoranthenem a dalšími PAU.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Údaje tab. I a II, které demonstrují obsah organických xenobiotických látek v půdách okresů Chomutov, Most, Teplice, Ústí nad Labem a Děčín, dokumentují asymetrickou distribuci hodnot organických polutantů, spojenou s výskytem výrazných maximálních hodnot. Vzhledem k těmto skutečnostem, se kterými souvisejí i vysoké variační koeficienty, je třeba spíše používat mediány či geometrické průměry. Z údajů tab. I až III vyplývají základní geografické zákonitosti distribuce jednotlivých xenobiotických organických látek mezi okresy severočeského regionu.

Veškeré jednojaderné aromatické uhlovodíky (AU) vykazují nejvyšší průměrné hodnoty, variační koeficienty, maxima a překročení limitů kontaminace na okrese Most. Souvisí to s chemickými závody v Záluží. Směrem na severovýchod obsah AU klesá a dosahuje minima na okrese Děčín. Nemění se hodnoty mediánů svědčí o výskytu lokálních zvýšených hodnot.

Většina polyaromatických uhlovodíků (PAU) má maxima na okrese Most, nejvyšší střední hodnoty, mediány a překročení limitů kontaminace buď na okrese Most (většina), nebo Teplice (zejména převládající fluoranthen a hojně se vyskytující pyren). Obecný trend distribuce PAU po okresech, tj. stoupání hodnot od slaběji kontaminovaného okresu Chomutov po zmíněná maxima na okrese Most či Teplice

I. Obsah organických xenobiotických látek v půdě ($\mu\text{g.kg}^{-1}$) – Content of organic xenobiotic compounds in soils ($\mu\text{g.kg}^{-1}$)

Okres ¹		Počet vzorků ²	Aromatické uhlovodíky ³ (AU)				Polyaromatické uhlovodíky ⁴ (PAU)												Chlorované uhlovodíky ⁵ (CIU)				Jiné ⁶	
			benzen	toluen	xylén	ethylbenzen	fluoranthén	benzo(b)fluoranthén	pyren	benzo(a)pyren	benzo(k)fluoranthén	fenanthren	naftalen	benzo(ghi)perylene	antracen	benzo(a)antracen	indeno(cd)pyren	chrysen	PCB	HCB	DDT	DDE	styren	ropné látky ⁷ (mg.kg ⁻¹)
Chomutov	$\bar{x}$ v	30	10,3 17	11,0 49	14,0 128	18,7 137	278 1680	45 256	42 168	35 228	23 189	13 60	16 189	26 29	11 25	18 55	29 25	6 77	10 0	10 0	2,5 40	1 0	55 269	19 104
Most	$\bar{x}$ v	32	17,9 138	23,0 143	42,5 218	72,3 260	506 237	357 422	108 300	281 519	141 501	71 278	78 320	291 512	44 218	54 325	46 364	353 380	13 81	10 0	11,2 141	1 0	54 313	115 341
Teplice	$\bar{x}$ v	33	12,3 98	13,8 102	21,2 129	25,4 113	586 135	27 227	204 156	25 280	15 232	41 273	40 324	31 279	25 223	15 96	31 331	18 259	10 0	10 0	52,8 394	10,7 267	36 121	43 75
Ústí nad Labem	$\bar{x}$ v	24	10,4 19	10,4 19	11,6 46	12,9 53	267 179	36 211	121 267	26 260	17 203	64 280	20 280	28 318	16 134	17 146	16 260	7 90	14 107	10 0	2,8 186	1 0	14 106	39 89
Děčín	$\bar{x}$ v	26	10,0 0	10,0 0	10,8 21	11,4 38	173 176	47 218	81 177	28 243	18 206	68 343	10 206	30 204	15 158	14 112	17 207	26 260	35 284	10 0	1 0	1 0	11 29	34 62

$\bar{x}$ - průměr - mean

v - variační koeficient - variation coefficient

¹district, ²number of samples, ³aromatic hydrocarbons, ⁴polyaromatic hydrocarbons, ⁵chlorinated hydrocarbons, ⁶others, ⁷crude oil substances

II. Obsah organických xenobiotických látek v půdách (medián - maximum, $\mu\text{g.kg}^{-1}$) – Content of organic xenobiotic compounds in soils (median - maximum, $\mu\text{g.kg}^{-1}$)

Okres ¹		Počet vzorků ²	Aromatické uhlovodíky ³ (AU)				Polyaromatické uhlovodíky ⁴ (PAU)												Chlorované uhlovodíky ⁵ (CIU)				Jiné ⁶	
			benzen	toluen	xylén	ethylbenzen	fluoranthén	benzo(b)fluoranthén	pyren	benzo(a)pyren	benzo(k)fluoranthén	fenanthren	naftalen	benzo(ghi)perylene	antracen	benzo(a)antracen	indeno(1,2,3-cd)pyren	chrysen	PCB	HCB	DDT	DDE	styren	ropné látky ⁷ (mg.kg^{-1})
Chomutov	m	30	10	10	10	10	135	14	22	8	9	10	13	5	10	10	5	5	10	10	1	1	10	11
	max		20	40	110	150	2370	587	410	326	189	50	118	112	20	90	126	30	10	10	11	1	250	88
Most	m	32	10	10	10	10	45	6	25	3	4	10	3	5	10	10	5	5	10	10	1	1	10	20
	max		110	150	480	900	5430	8720	1710	8390	4070	960	1350	8590	450	880	960	6180	10	10	64	34	980	2260
Teplice	m	33	10	10	10	10	140	11	50	8	4	13	2	5	10	10	5	5	10	10	1	1	10	38
	max		80	90	120	100	3230	369	1190	410	210	640	740	508	320	80	615	230	10	10	1207	146	160	128
Ústí nad Labem	m	24	10	10	10	10	110	11	11	6	8	10	5	5	10	10	5	5	10	10	1	1	10	34
	max		20	20	35	40	1790	300	1260	312	159	780	290	451	110	125	208	30	80	10	24	1	85	178
Děčín	m	26	10	10	10	10	110	13	60	8	8	10	2	5	10	10	5	5	10	10	1	1	10	28
	max		10	10	20	30	1650	525	780	350	190	1230	75	220	130	90	180	360	520	10	1	1	25	102

m - median
max - maximum

For 1 - 7 see Tab. I

III. Překročení limitu kontaminace půd organickými xenobiotickými látkami v půdě (% z počtu vzorků) – Excess of contamination limits of organic xenobiotic compounds in soils (% of samples)

Okres ¹	Počet vzorků ²	Aromatické uhlovodíky ³ (AU)				Polyaromatické uhlovodíky ⁴ (PAU)												Chlorované uhlovodíky ⁵ (CIU)				Jiné ⁶	
		benzen	toluen	xylén	ethylbenzen	fluoranthén	benzo(b)fluoranthén	pyren	benzo(a)pyren	benzo(k)fluoranthén	fenanthren	naftalen	benzo(ghi)perylén	antracen	benzo(a)antracen	indeno(1,2,3-cd)pyren	chrysen	PCB	HCB	DDT	DDE	styren	ropné látky ⁷ (mg.kg ⁻¹)
Chomutov	30	3	3	7	3	20	7	3	13	10	0	13	13	7	7	10	3	0	0	0	0	17	0
Most	32	12	22	19	19	25	12	12	9	9	16	19	16	25	6	12	12	3	0	37	6	16	9
Teplice	33	3	12	18	12	39	3	30	6	6	9	15	30	12	15	30	9	0	0	30	15	27	9
Ústí nad Labem	24	4	4	8	12	17	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	4	0	12	0	4	4
Děčín	26	0	0	4	0	8	8	8	10	8	11	11	15	4	11	23	19	15	0	0	0	0	4
Referenční limit ⁸ (µg.kg ⁻¹)		15	15	15	50	250	100	100	50	50	50	30	20	15	15	15	20	15	15	2	2	50	100

For 1 - 7 see Tab. I, ⁸ reference limit

a výrazný pokles na okrese Ústí nad Labem a zejména Děčín, se neuplatňuje u všech PAU. Benzo(a)pyren a benzo(k)fluoranten maximálně překračují limity kontaminace na okrese Chomutov a chrysen, indeno(1,2,3-cd)pyren a benzo(ghi)perylene na okrese Děčín. Tyto zvláštnosti jsou podmíněny výskytem ojedinělých maximálních hodnot jednotlivých PAU (tab. II) a rozdílnou frekvencí výskytu jednotlivých látek v souboru sledovaných PAU (tab. IV). Zřejmě to souvisí s kvalitou zdrojů emisí (např. větší koncentrace průmyslových závodů k severovýchodu). Pouze mediány výrazněji zastoupených PAU mají maxima na okrese Teplice. Mediány leží i v této výrazně imisně zatížené oblasti pod mezí kontaminace.

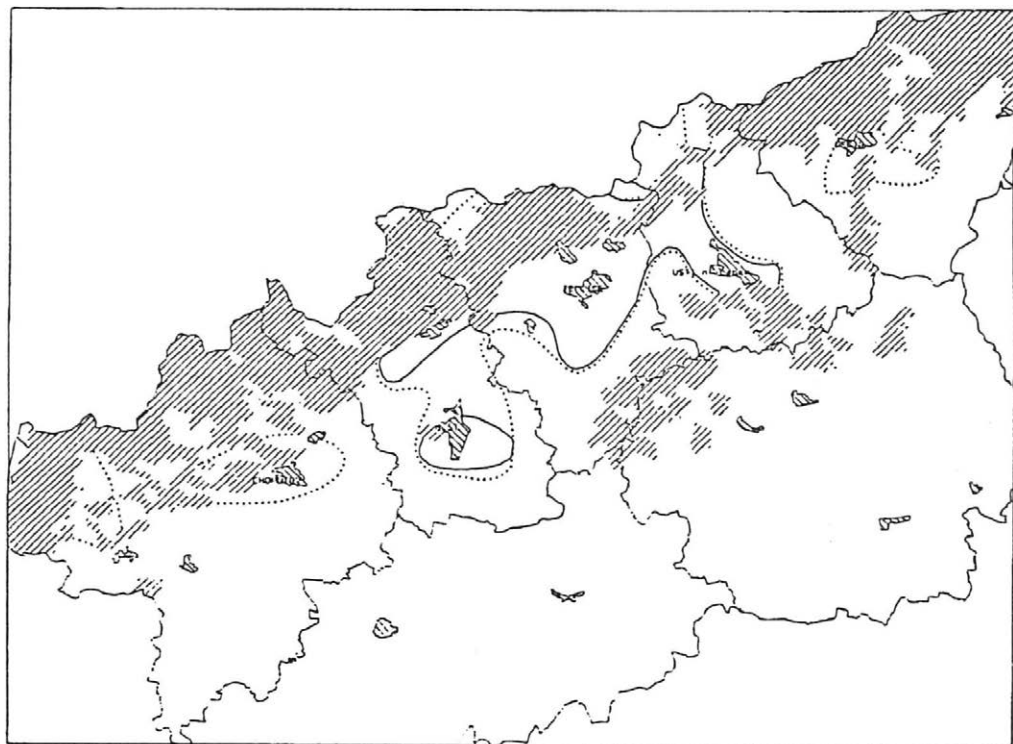
IV. Zastoupení PAU v půdách (počet ze sledovaných 12 PAU v % vzorků) – Association of PAH's in soils (number of the investigated 12 PAH's in % of samples)

Okres ¹	Počet PAU ²			
	>10	>6	2 - 5	1
Chomutov	0	10	6	10
Most	9	9	12	9
Teplice	3	9	33	24
Ústí nad Labem	8	8	0	8
Děčín	4	11	0	11

¹ district, ² number of PAH's

Sledované chlorované uhlovodíky DDT, DDD, DDE a lindan, z ostatních látek styren a ropné produkty mají obdobně jako PAU maxima na okrese Teplice. Výraznou odlišnost vykazují PCB, jejichž zvýšené obsahy jsou soustředěny na okres Ústí nad Labem a hlavně Děčín. U HCB nebyla kontaminace půd zjištěna vůbec. Neuváděné chlorfenoly, dále pak z pesticidů atrazin, triaziny a substituované močoviny byly v půdách regionu zjištěny zcela ojediněle.

Mapa (obr. 1) znázorňuje kontaminaci půd z PAU převládajícím fluoranthenem a navíc plochy, na kterých jakýkoliv z dalších sledovaných 11 PAU překročil limit kontaminace. Na okrese Chomutov se vyskytuje kontaminace některých PAU ve dvou ostrůvcích, blízkých areálům kontaminace půd As a Be (P o d l e š á k o v á et al., 1994). Vedle oblasti s historickou kontaminací jihovýchodně od Vejprtu je zde znečištěný areál kolem města Chomutov. Na okrese Most zjišťujeme areál kontaminace fluoranthenem kolem okresního města. Areál u Litvínova se rozšiřuje na okres Teplice, jehož střední a severoseverovýchodní část zaujímá. Na okrese Most se areál kontaminace fluoranthenem zvětšuje na sever o plochy znečištěné ostatními PAU. Do okresu Ústí nad Labem proniká plocha znečištěná fluoranthenem a dalšími PAU (ztotožněné) výběžkem od severozápadu k jihovýchodu. Na okrese Děčín je ostatními PAU znečištěn pouze ostrůvek kolem okresního města.



1. Plošná kontaminace severočeského regionu fluoranthenem a ostatními PAU (1:480 000) – Areas contaminated by fluoranthene and the other PAH's in the north-Bohemian region (1:480 000)

— fluoranthen - fluoranthene ($> 250 \mu\text{g.kg}^{-1}$)

.... PAU překračující limit kontaminace - PAH's exceeding their contamination limit

Plocha kontaminovaná fluoranthenem a ostatními PAU odráží do značné míry tendence průběhu izochar spadů poléťavého popílku $90 \text{ až } 100 \mu\text{g.m}^{-3}$ (roční aritmetický průměr denních průměrných koncentrací) s posunem na severovýchod. Tendence průběhu izolinií spadů je modifikována rozdělením zdrojů emisí ze spalování fosilních paliv a z chemických závodů v regionu. Vedle převládajícího západovýchodního proudění větru, ochranného působení Krušných hor a rozdělení zdrojů emisí na sledovaném regionu ČR je možné i ovlivnění z území bývalé NDR.

ZÁVĚR

V imisně nejzatíženějším severočeském regionu v okresech Chomutov, Most, Teplice, Ústí nad Labem a Děčín nebylo zjištěno zatížení půd organickými xenobiotickými látkami vyžadující asanaci. Zjištěné zatížení se pohybovalo na úrovni kontaminace (tj. překročení pozadí) s rozdílnou intenzitou u jednotlivých látek ve sledovaných okresech. AU mají své maximum na okrese Most s petrochemickými závody v Záluží. PAU vykazují rozsáhlé plošné zatížení hlavně v okrese Most

a Teplice jako důsledek spalování fosilních paliv obdobně jako As a Be. V severovýchodním směru se mění asociace a rozšíření jednotlivých PAU. Jinou zákonitost vykazují z chlorovaných uhlovodíků PCB s maximem na okrese Děčín. Maximální přípustné hodnoty B nizozemských směrnic nebyly v regionu překročeny.

Literatura

- HOLOUBEK, I. et al.: Project Tocoen. The contents of Pop' s in soils from surroundings of Brno municipal waste incineration area. In: Toxic Organic Compounds in the Environment, Conf. Proc. Znojmo, 1993: 232-234.
- JONECK, M. - PRINZ, R.: Dioxine in Böden Bayerns. GLA München, Fachberichte, 7, 1991: 58 s.
- LEIDRAAD BODEMSANERING: Technisch Inhoudelijk, Deel II, Afl. 4, Sdv nitgeverij, s-Gravenhage, 1988: 27.
- LENÍČEK, J. et al.: Determination of polycyclic aromatic chlorinated insecticides and polychlorinated biphenyls in the air of north-Bohemian region. In: Toxic Organic Compounds in the Environment, Conf. Proc. Znojmo, 1993: 90-99.
- PODLEŠÁKOVÁ, E. - NĚMEČEK, J.: Zatížení půd nívních oblastí rizikovými prvky a perzistentními xenobiotickými organickými látkami. Věd. Práce VÚMOP, 8, 1992: 87-95.
- PODLEŠÁKOVÁ, E. - NĚMEČEK, J.: Background levels and contamination limits of organic xenobiotic compounds in the soils of the Czech Republic. In: Toxic Organic Compounds in the Environment, Conf. Proc. Znojmo, 1993: 132-135.
- PODLEŠÁKOVÁ, E. - NĚMEČEK, J. - VÁCHA, R.: Kontaminace půd severočeského regionu rizikovými prvky. Rostl. Výr., 40, 1994 (2): 123-130.
- PUCHWEIN, G. et al.: Occurrence of organic pollutants in the soils of Upper Austria. In: Toxic Organic Compounds in the Environment, Conf. Proc. Znojmo, 1993: 148-151.
- TRÍSKA, J. et al.: Survey of the contamination by PCBs, PAHs and pesticides on selected sites in south Bohemia. In: Toxic Organic Compounds in the Environment, Conf. Proc. Znojmo, 1993: 160-163.

Došlo 21. 9. 1993

NĚMEČEK, J. - PODLEŠÁKOVÁ, E. - FIRÝT, P. (University of Agriculture, Praha; Research Institute for Soil and Water Conservation, Praha; Aquatest, Constructional Geology, a. s., Praha):

Contamination of soils in the north-Bohemian region by organic xenobiotic compounds.

Rostl. Výr., 40, 1994 (2): 113-121.

The organic xenobiotic substances included in the Dutch list have been investigated in soils of the north-Bohemian region affected by severe immissions. The contamination assessment is based on the upper background levels (contamination limits) which have been set up in an immission-free area of Šumava mountains. The results have been processed according to the districts and for PAH's cartographically.

The contamination by mononuclear aromatic hydrocarbons is concentrated in the Most district due to the petrochemical industry. The distribution of the most PAH's -

mainly fluoranthene - and their contamination areas increases from the slightly contaminated Chomutov district (in small islands) towards the north-east, reaching the maxima within the Teplice district. The declining PAH's contamination is found out in the following two districts, mainly in the Děčín district (small island). This distribution of PAH's concentrations in soils reflects the isolines (> 90 to $100 \mu\text{g.m}^{-3}$ annually means of daily arithmetic means) of fly ashes deposition. The general distribution of PAH's reflects the analogical trends as do As and Be in soils due to the combustion of fossil fuels. Some PAH's have another distribution caused by different emission sources. DDT, DDD, DDE, styrene and mineral oils have also another distribution. Only PCB contamination occurs only in the Děčín district, the contamination by HCB has not been found. Chlorinated phenols and pesticides (atrazine, triazines and urea derivatives) occur only occasionally.

Kontaktní adresa:

Prof. RNDr. Jan Němeček, DrSc., Vysoká škola zemědělská, 165 21 Praha 6-Suchbát



ADEKO a. s. Vám nabízí

- ☐ **FINANČNÍ LEASING**
- ☐ **ZPROSTŘEDKOVATELSKOU OBCHODNÍ
ČINNOST**
- ☐ **PORADENSTVÍ V OBLASTI PODNIKÁNÍ,
FINANCOVÁNÍ A ORGANIZACE**

**ADEKO a. s.
Slezská 7
120 56 Praha 2**

tel.: 258 342 fax: 207 229



KONTAMINACE PŮD SEVEROČESKÉHO REGIONU RIZIKOVÝMI PRVKY

E. Podlešáková¹, J. Němeček², R. Vácha¹

¹Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha

²Vysoká škola zemědělská, Praha

V maximálně imisně zatíženém území severočeského regionu v okresech Chomutov až Děčín byl stanoven stupeň a plošný rozsah kontaminace půd rizikovými prvky. Kontaminace ve většině případů nedosahovala maximálně přípustných obsahů. As a Be jsou plošně kontaminovány především okresy Most, Teplice a Ústí nad Labem, Cd Teplice a Ústí nad Labem. Lokálně jsou půdy regionu kontaminovány i Pb, Hg a Zn, zejména na okrese Teplice. Vysoké obsahy Co, Cr, Mn, Ni, V (Cu) jsou spojeny s výskytem čedičů a svahovin s jejich příměsí. Maximálně přípustné obsahy prvků byly v této imisně nejzatíženější oblasti ČR překročeny jen ojediněle u As, Be, Cd, Pb, Zn.

Inventarizační studie kontaminace půd maximálně imisně zatíženého severočeského regionu plní tyto cíle: stanovit rozsah kontaminace tohoto regionu rizikovými látkami, ověřit platnost koncepce hodnocení kontaminace půd a vypracovaných kritérií, přispět k formování uceleného pohledu na kontaminaci půd ČR. Do nedávné doby byl nejen mezi laickou veřejností, ale i mezi odborníky široce rozšířen názor, že půdy ČR jsou obecně silně kontaminovány, a to především v důsledku zatížení území imisemi z průmyslových a energetických závodů a agrochemikáliemi aplikovanými ve zvýšených dávkách do půdy. Pod pojmem kontaminace půd bylo spíše instinktivně chápáno takové jejich zatížení rizikovými látkami, které ohrožuje vstupem do rostlin a hydrosféry potravní řetězec a negativně ovlivňuje především biologický režim půd.

Pouze pro zatížení půdy mající vztah k potravnímu řetězci existují v zahraničí limity rizikových látek (Podlešáková, Němeček, 1992). Veškerá dosavadní šetření na území ČR však prokázala, že tyto maximálně přípustné hodnoty rizikových prvků se vyskytují zřídka v ČR (Němeček, Podlešáková, 1992), stejně jako v SRN (Sauerbeck, 1988). Provedený retrospektivní monitoring v ČR inicioval proto vypracování dvou stupňů zatížení půd rizikovými látkami, blízkých hodnotám A a B nizozemských směrnic (Leidraad Bodemsanering, 1988).

Prvý stupeň, nazývaný mez (limit) kontaminace, je chápán jako svrchní hranice variability přírodního pozadí (antropicky difuzně ovlivněného). Slouží k indikaci průkazného antropického znečištění půdy. Tento limit byl odvozen pro rizikové prvky diferencovaně pro skupiny půd různého mineralogického a texturního složení, a to pro celkové obsahy rizikových prvků i jejich obsahy v extraktu v 2M HNO₃ (Podlešáková, Němeček, 1990, 1992). Podle tohoto kritéria se stupeň kontaminace půd ČR pohybuje podle jednotlivých prvků v rozmezí 4 až 8 %.

Druhý stupeň zatížení půd, konvenčně zvaný mezí intoxikace půd, byl vypracován na základě diferenciacie zahraničních limitů (W i l l i a m s , 1988) pro šest skupin půd ČR na základě studií transferu prvků do rostlin, podmíněného jejich vazbami v půdě (P o d l e š á k o v á , N ě m e č e k , 1990, 1992). Na základě dosavadních poznatků je tento limit překračován jen vzácně ve speciálních případech. Tyto poznatky jsou potvrzovány podrobnou inventarizací obsahu rizikových prvků, rozpustných v 2M HNO₃, dokončovanou ÚKZÚZ na celém území ČR (H a u p t - m a n , 1993).

Po získání základních poznatků o stavu kontaminace půd ČR retrospektivní monitorizací se další pozornost soustředila na inventarizační studie v ekologicky kritických oblastech. Jednou z nejdůležitějších oblastí z hlediska pragmatického i z hlediska rozvoje poznání je nejvýrazněji imisně zatížený severočeský region od okresu Chomutov po okres Děčín. Skýtá apriorně nejlepší podmínky pro prokazování stupně plošného zatížení půd. Dosud máme z tohoto území pouze ojedinělé údaje (F a c e k , 1986).

MATERIÁL A METODA

Na území okresů Chomutov, Most, Teplice, Ústí nad Labem a Děčín bylo v letech 1991 až 1992 odebráno 260 vzorků pro stanovení rizikových prvků. Veškeré studované vzorky byly odebrány z orníc a drnových horizontů zemědělsky využívaných půd jako směsné vzorky z dílčích 20 odběrů. Volba odběrových míst nemohla být pro výskyt lesů, důlních prostor a výsypek provedena ekvidistantně. Při odběru vzorků bylo přihlíženo k izočarám spadů poléťavého popílku a SO₂.

V odebraných vzorcích byl stanoven celkový obsah As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, V a Zn a kromě Hg obsah těchto prvků v extraktu 2M HNO₃ za chladu; Hg byla stanovena metodou TMA. Stanovení provedla firma Gematrix Černošice při použití plamenné a bezplamenné atomové absorpční spektrofotometrie. Analýzy byly vyhodnoceny běžnými statistickými metodami po okresech a mapovým znázorněním areálů nadlimitních obsahů As, Be a Cd (kontaminovaných půd).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Sledované rizikové prvky můžeme rozdělit z hlediska posouzení kontaminace půd na dvě skupiny. Do první skupiny patří prvky, které mohou indikovat rozsah a stupeň kontaminace půd z imisí v pořadí Be, As, Cd (Pb, Zn, Hg). Do druhé skupiny patří prvky, které ve sledované oblasti indikují rozšíření bazických substrátů - čedičů a svahovin s jejich příměsí: Co, Cr, Cu, Mn, Ni, V. Ve sledované oblasti jsou možné i litogenně podmíněné zvýšené obsahy As (ruly) a historickou a těžební činností způsobené zvýšené obsahy Cu.

Z údajů tab. I až III vyplývá, že podle průměrných obsahů a překračování limitů kontaminace půd je severočeský region znečištěn především Be, As a Cd. U všech těchto prvků zjišťujeme nárůst těchto hodnot severovýchodním směrem ve sledovaném regionu až k dosažení maxima a jejich následný pokles v těchto modifikacích: s kontaminací As počínajíc již na okrese Chomutov, s maximy v následných třech

I. Celkový obsah rizikových prvků v půdách (mg.kg^{-1}) – Total content of hazardous elements in the Ap horizons of soil (mg.kg^{-1})

Okres ¹		Počet vzorků ²	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	V	Zn
Chomutov	$\bar{x}$	91	18,9	3,54	0,19	17,6	80,4	42,9	0,12	709	0,30	29,8	46,1	122	98
	v		97	15	37	55	49	134	47	48	45	42	50	55	37
Most	$\bar{x}$	32	25,8	3,78	0,23	16,7	81,0	30,5	0,13	649	0,33	35,9	51,7	91	96
	v		49	24	52	39	47	55	52	46	55	49	77	41	21
Teplice	$\bar{x}$	33	26,7	5,16	0,35	16,6	72,7	40,6	0,21	746	0,51	30,9	64,8	83	122
	v		61	51	57	49	58	152	190	57	98	73	56	43	48
Ústí nad Labem	$\bar{x}$	56	28,2	2,78	0,43	25,3	92,5	31,6	0,17	995	0,22	36,7	56,4	143	109
	v		66	35	56	52	61	44	65	40	30	63	67	51	24
Děčín	$\bar{x}$	28	9,6	2,10	0,21	16,9	80,4	22,0	0,15	722	0,23	26,4	43,7	92	79
	v		94	43	36	58	67	49	49	33	30	76	56	50	52

$\bar{x}$ - průměr - mean

v - variační koeficient - variation coefficient

¹district, ²number of samples

okresech a tzv. čistým okresem Děčín; s obdobným trendem Be, u něhož však maximum je dosaženo již na okrese Teplice a poté následuje pokles koncentrací; s posunem počátku kontaminace Cd na okres Most, s maximem až na okrese Ústí nad Labem a minimem na okrese Děčín. Podobný trend změn na podstatně nižší úrovni kontaminace mají Pb a Zn, Hg a Mo. V okresech s maximálními hodnotami obsahů rizikových prvků (průměr, medián) je největší i variabilita hodnot.

Zvýšenou rozpustnost (tab. IV), připisovanou antropickému znečištění, mají v severovýchodním směru regionu Pb a Zn. Výrazné zvýšení rozpustnosti ve směru od Chomutova k Děčínu je pozorováno u Cu, která má opačné rozdělení v přecházení nadlimitních hodnot než ostatní prvky. Variabilita celkového obsahu rizikových prvků a zpravidla obsahu v 2M HNO₃ dosahuje nejvyšších hodnot v okresech s jejich maximálními obsahy u As, Be, Cd, Hg, Mo, Pb, Zn a Cu v důsledku antropických imisních akumulací. Zvýšení variability As a Cu na okrese Chomutov je zčásti podmíněno litogenně.

Mapové vyjádření znečištění severočeského regionu (obr. 1, 2) bylo zvoleno pro tři prvky (As, Be, Cd), které projevují vysoký stupeň plošné kontaminace, zejména na okresech Teplice, Most a Ústí nad Labem. Ostatní prvky plošnou kontaminaci nevykazují. Okres Chomutov je vlivem antropické činnosti znečištěn As, a to především v okolí okresního města. Historického původu je zřejmě kontaminace As

II. Obsah rizikových prvků v půdách rozpustný v 2M HNO₃ (mg.kg⁻¹) – Content of the hazardous elements in the extract of 2M HNO₃ in the Ap horizons of soils (mg.kg⁻¹)

Okres ¹		Počet vzorků ²	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	V	Zn
Chomutov	$\bar{x}$	91	3,4	0,96	0,18	6,16	5,19	14,90	398	0,11	5,90	21,73	16,90	16,8
	v		184	38	39	46	40	147	38	23	64	57	86	43
Most	$\bar{x}$	32	5,0	0,84	0,21	5,48	3,55	14,30	335	0,13	7,70	31,28	12,00	19,5
	v		211	69	57	44	32	91	39	53	58	114	51	47
Teplice	$\bar{x}$	33	6,49	0,98	0,33	5,41	4,20	16,40	331	0,21	5,16	37,26	11,37	30,8
	v		134	64	57	47	36	142	54	107	65	70	54	94
Ústí nad Labem	$\bar{x}$	62	-	0,61	0,40	9,10	7,0	14,30	499	0,11	10,80	36,40	25,40	28,7
	v		-	31	51	57	65	55	38	42	89	75	60	45
Děčín	$\bar{x}$	33	1,16	0,53	0,19	5,40	4,30	11,70	358	0,11	4,70	26,40	15,30	20,0
	v		82	45	36	46	44	52	38	30	87	75	69	52

$\bar{x}$ - průměr - mean

v - variační koeficient - variation coefficient

For 1, 2 see Tab. I

v území jihovýchodně od Vejprtu. Velké souvislé plochy kontaminované As jsou na okrese Most a táhnou se přes okres Teplice a velkou část okresu Ústí nad Labem a zasahují zcela minimálně na okres Děčín. Je to důsledek emisí tepelných elektráren, průmyslových závodů a činností spojených s provozem dolů. Kontaminace okresu Chomutov Be koreluje vcelku s kontaminací As, je však rozsáhlejší jak kolem okresního města, tak i v západní části okresu. Největší souvislá plocha kontaminovaná Be začíná na okrese Most, směřuje směrem na severovýchod, zabírá převážnou mimolesní část okresu Teplice a končí v západní části okresu Ústí nad Labem. Menší ostrůvky zaujímá Be v okolí měst Ústí nad Labem a Děčín, je rovněž důsledkem spalování fosilních paliv. Oproti plochám kontaminovaným As a Be je areál půd souvisleji kontaminovaných Cd posunut k severu. Nezasahuje vůbec na okres Chomutov. Ze severní části okresu Most, kde začíná, přechází na severní část okresu Teplice a po přechodu na okres Ústí nad Labem se obrací na jih směrem k okresu Litoměřice. Zasahuje jen velmi malou severozápadní část okresu Děčín. Vzájemný posun v kontaminaci ploch Be, As a Cd severovýchodním směrem není doposud vysvětlen.

Na základě srovnání map kontaminace půd s mapou imisního zatížení ČHMÚ můžeme konstatovat, že kontaminace půd As, Be a Cd odráží do značné míry trendy izochar spadu polévatého popílku 90 až 100 $\mu\text{g.m}^{-3}$ (roční aritmetický průměr denních průměrných koncentrací). Na rozdíl od uvedených prvků zjišťujeme výrazně litogenně

III. Překročení limitu kontaminace v % z počtu vzorků – Excess of contamination limits in % of samples

Okres ¹	Počet vzorků ²	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	V	Zn
Chomutov	91	20	37	2	16	6	7	0	8	0	1	8	14	4
Most	32	65	47	9	8	12	3	3	6	0	12	19	3	3
Teplice	33	55	70	27	12	12	3	6	13	9	12	27	3	18
Ústí nad Labem	62	64	18	60	44	19	2	2	29	0	16	14	24	6
Děčín	33	3	12	3	18	12	0	3	6	0	9	3	0	3
Referenční limit ³ (mg.kg ⁻¹)		20	3,5	0,4	25	130	70	0,4	1400	0,8	60	70	200	150

For 1, 2 see Tab. I, ³reference limit

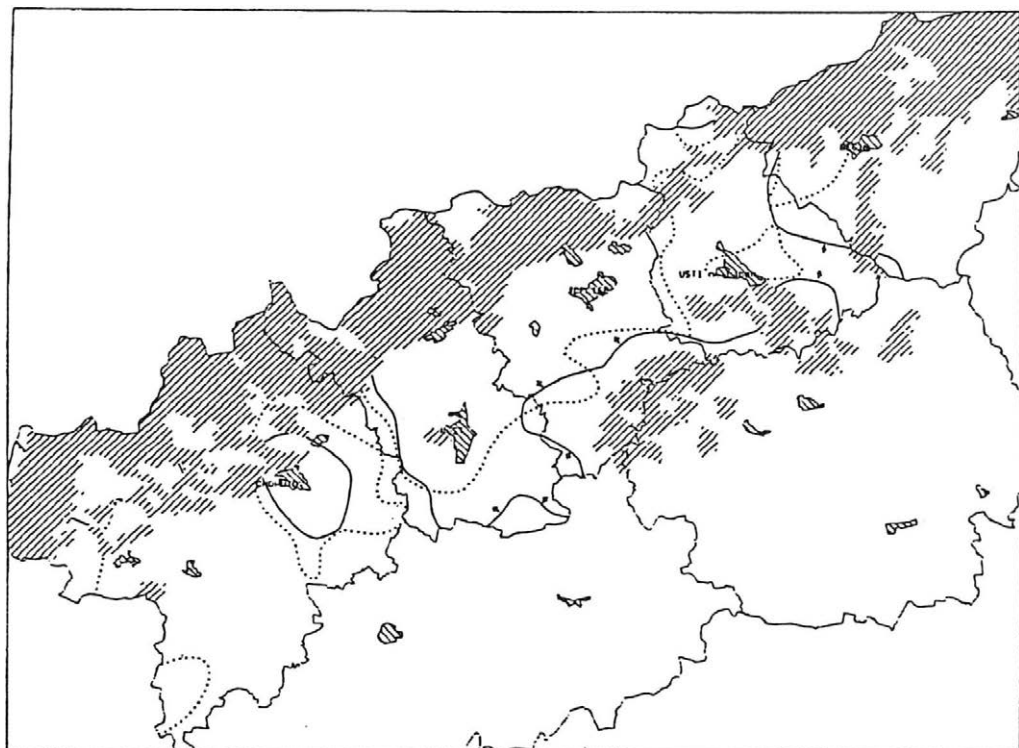
IV. Rozpuštěnost rizikových prvků v 2M HNO₃ (% celkového obsahu) – Solubility of hazardous elements in the 2M HNO₃ in the Ap horizons (% of the total content)

Okres ¹		Počet vzorků ²	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	V	Zn
Chomutov	$\bar{x}$	91	18	27	92	37	7	35	60	39	19	46	13	17
	v		101	38	7	21	36	23	24	36	39	23	37	20
Most	$\bar{x}$	32	18	22	93	33	5	44	54	42	21	58	14	20
	v		169	47	9	27	32	25	22	32	46	104	48	40
Teplice	$\bar{x}$	33	24	20	94	33	6	41	46	45	18	57	14	25
	v		97	50	7	22	32	20	24	31	29	20	47	63
Ústí nad Labem	$\bar{x}$	62	-	24	90	36	8	46	53	50	29	66	18	26
	v		-	37	9	35	54	25	29	8	43	29	40	36
Děčín	$\bar{x}$	33	17	27	91	35	6	55	52	49	18	59	16	27
	v		51	31	9	28	26	21	30	8	32	24	30	37

$\bar{x}$ - průměr - mean

v - variační koeficient - variation coefficient

For 1, 2 see Tab. I



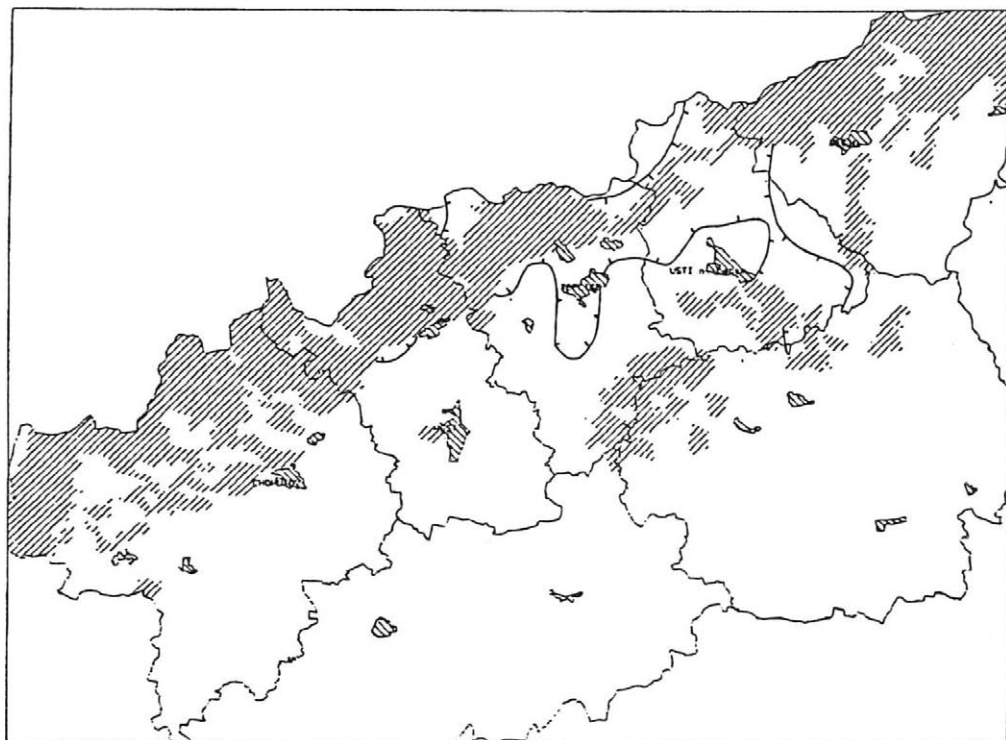
1. Plošná kontaminace severočeského regionu As a Be (1:480 000) – Areas contaminated by As and Be in the north-Bohemian region (1:480 000)

— As > 20 mg.kg⁻¹
 Be > 3,5 mg.kg⁻¹

podmíněné geografické rozdělení údajů a překračování mezí kontaminace platných pro běžné půdy u Co, Cr, Mn, Ni a V. Souvisejí s výskytem čedičů a svahovin s jejich příměsí na okresech Chomutov (Doupovské hory), Ústí nad Labem a Děčín (České Středohoří).

Studium kontaminace půd rizikovými prvky v imisně nejvýrazněji zasažených okresech severočeského regionu ověřilo vhodnost vypracovaných limitů kontaminace půd podle celkového obsahu prvků. Korigovány byly limity pro Be a V. V oblasti s výrazným výskytem čedičů se potvrdila nutnost diferenciace limitů kontaminace půd podle mineralogického složení substrátů. Systematické rozdíly v rozpustnosti prvků v 2M HNO₃ v důsledku kontaminace, i když nedosahují extrémů zvýšené rozpustnosti ve fluvisolech, signalizují nutnost doladění limitů obsahů stopových prvků v 2M HNO₃, hlavně u Cr, Cu, Zn.

Překročení limitu maximálně přípustného obsahu rizikových prvků bylo v imisně nejvýrazněji zatíženém regionu zjištěno lokálně u As na okresech Most až Ústí nad Labem (16 až 18 %), u Be na okrese Teplice (21 %) a u Cd na okresech Teplice a Ústí nad Labem (5 až 6 %), dále pak u Zn a Pb na okrese Teplice (12 a 9 %). I u těchto hodnot se projevuje popsáná regionální distribuce.



2. Plošná kontaminace severočeského regionu Cd (1:480 000) – Areas contaminated by Cd in the north-Bohemian region (1:480 000)
 $\text{Cd} > 0,4 \text{ mg.kg}^{-1}$

ZÁVĚR

Na území imisně nejzatíženějšího severočeského regionu nebylo prokázáno výrazné překročení maximálně přípustných limitů rizikových prvků majících vztah k jejich vstupu do potravního řetězce. Nadlimitní hodnoty byly nalezeny lokálně u As, Be $>$ Cd, Zn, Pb. Výrazná plošná kontaminace, definovaná jako překročení svrchní meze přírodního pozadí, byla prokázána hlavně u As, Be, Cd na okresech Most až Ústí nad Labem v důsledku spalování fosilních paliv. Vedle převládajícího západovýchodního proudění větru, ochranného působení Krušných hor a rozdělení zdrojů emisí na sledovaném regionu ČR se na kontaminaci mohou podílet i imise z bývalé NDR. Častý výskyt výrazně zvýšených obsahů Co, Cr, Mn, Ni a V (Cu) oproti normálním půdám je dán výskytem čedičů a jejich svahovin v zkoumaném regionu (především Chomutov, Ústí nad Labem a Děčín).

Literatura

ČHMÚ: Aritmetický průměr průměrných denních koncentrací polévatého prachu a SO_2 (isolinie) v období 1985 - 1989.

- FACEK, Z.: Hodnocení intoxikace půd v severočeské hnědouhelné pánvi. Rostl. Výr., 32, 1986 (6): 649-654.
- HAUPTMAN, I.: Předběžné výsledky průzkumu obsahu rizikových kovů v půdách České republiky. Bull. ÚKZÚZ, 1, 1993 (2): 23-26.
- LEIDRAAD BODEMSANERING: Technisch Inhoudelijk, Deel II, Apfl. 4, Sdu nitgeverij, s-Gravenhage, 1988: 27.
- NĚMEČEK, J. - PODLEŠÁKOVÁ, E.: Retrospektivní experimentální monitoring rizikových prvků v půdách ČR. Rostl. Výr., 38, 1992 (6): 433-436.
- PODLEŠÁKOVÁ, E. - NĚMEČEK, J.: Přístupy k řešení limitních hodnot rizikových prvků v půdách. In: Sbor. Hygiena půdy a jej monitorovanie, Frýdek-Místek, 1990: 127-144.
- PODLEŠÁKOVÁ, E. - NĚMEČEK, J.: Znečišťování půd. In: ČIHALÍK, J. (ed.): Vliv zemědělství na životní prostředí, MZe 1992: 56-74.
- SAUERBECK, D.: Schadstoffeinträge in den Boden durch Industrie, Besiedelung, Verkehr und Landwirtschaft (anorganische Stoffe). In: VDLUFA, Schr.-R. Kongr.-Band, 16, 1988: 59-72.
- WILLIAMS, J. H.: Guidelines, recommendations, rules and regulations for spreading manures, slurries and sludges on arable land and grassland. Comm. Eur. Commun., 1988: 120.

Došlo 21. 9. 1993

PODLEŠÁKOVÁ, E. - NĚMEČEK, J. - VÁCHA, R. (Research Institute for Soil and Water Conservation, Praha; University of Agriculture, Praha):

Contamination of soils in the north-Bohemian region by hazardous elements.

Rostl. Výr., 40, 1994 (2): 123-130.

In the north-Bohemian region with the maximal immissions load in the Czech Republic the degree and extent of soil contamination by hazardous elements has been allocated.

The results of investigations are presented in the Tabs I to IV and in two maps of soil contamination by As, Be (Fig. 1) and Cd (Fig. 2). Two groups of elements can be distinguished: elements indicating mainly soil contamination of immission origin: As, Be, Cd (Pb, Hg, Zn); elements indicating the areal extent of mafic rocks and soil parent materials with their admixture: Co, Cr, Mn, Ni, V (Cu).

Excess of the contamination limit has been assessed in an areal form for As, Be and Cd, whereas for Pb, Hg, Zn only locally. The contamination limit is meant as excess of the upper limit of the variability of the natural (substrata differentiated) background. This contamination is extended in the north-east direction of the studied region. The most strongly contaminated districts are the districts Most and Teplice. The contamination has its origin in the combustion of fossil fuels in power plants, industrial enterprises and in mining activities. The area of soils contaminated by Cd is moved to the north-east. This areas of continuously contaminated soils reflect the trends of isolines of fly ashes (annual mean of the daily means) 90 to 100 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, modified by emission sources distribution.

Limits of maximal admissible concentrations of hazardous elements in soils have been exceeded only locally for As, Be > Zn, Pb > Cd.

Kontaktní adresa:

Ing. Eliška P o d l e š á k o v á, CSc., Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Žabovřeská 250, 156 27 Praha 5-Zbraslav

SYNTHETIC AND NATURAL ZEOLITES AFFECTING THE PHYSICAL-CHEMICAL SOIL PROPERTIES

M. Králová¹, A. Hrozinková¹, P. Růžek¹, F. Kovanda¹, D. Koloušek²

¹*Research Institute of Crop Production, Praha*

²*Prague Institute of Chemical Technology, Praha*

Synthetic phillipsite and natural clinoptilolite were used in the model soil experiments where the zeolite enrichment changed from 1, 2 to 3 %. The water-holding capacity, cation exchange capacity, pH(H₂O), pH(KCl) and dry matter of the control soil samples and the soil-mixture with zeolites were determined. The natural zeolite enrichment of soil samples increased the water-holding capacity (18 to 19 %), as well as cation exchange capacity (30 to 40 %). The addition of synthetic phillipsite to soil samples increased the water-holding capacity by 3 to 30 % and cation exchange capacity by 10 to 50 %. Synthetic phillipsite enrichment of 0.25 % was also applied in field experiments to soils of different types (orthic Luvisols, eutric Cambisols, Luvisols) of those used in the model soil-zeolite experiments mentioned above. The improvement of cation exchange capacity of soil was not observed in the field experiments. The bulk density of the control soil plots and soil added with phillipsite did not differ. The new soil aggregates were formed as a result of the synthetic phillipsite addition, but they desintegrated during the spring period. The stability of soil aggregates increased in respect of added synthetic phillipsite.

Natural zeolite as clinoptilolite found in sedimentary rocks has special physical and chemical properties that could improve the soil properties and could make them valuable for farmers (Newsam, 1986).

Generally, zeolites have been used to improve soil fertility, to develop slow-release fertilizers enriched with ammonium as well as to affect the buffer capacity of soils (Torri, 1978; Iskenderov, Mamedova, 1978). With the steadily increasing knowledge of natural zeolites and their application today (Mumpton, 1985), it seems evident that those minerals will play an increasing role in agriculture.

Zeolites may also be synthesized in the laboratory (Sherman, 1978; Breck, 1980). They are prepared commercially to match a desired chemical purity with the defined crystalline structure and inherent pore size making them ideal for narrowly defined industrial uses (Sherman, 1978). Synthetic zeolites could also appear on the scientific scene as the waste storage of fly ashes (Koloušek et al., 1990) or ash tailing (Petríkova, 1991) from the coal fired power stations causes damages to the environment. Zeolites could form alternative products used for similar purposes as natural zeolite forms. One of ways is shown in the present paper.

The choice of using the natural or synthetic zeolites will depend not only on the deposit extent of natural zeolites or synthetic zeolite supplies but also on their location near the region of the agricultural application.

MATERIAL AND METHODS

Synthetic zeolite - phillipsite - used in this study corresponds to chemical formula of the crystalline form of $K_2(CaO.5Na)_4(Al_6Si_{10}O_{32}).10 H_2O$, particle size below 0.2 mm, the cage dimensions of 9.88 T (A), 14.4 T (B), 8.67 T (C) with β of $124^\circ 12'$ (K o l o u š e k , P r o c h á z k o v á , 1991). The sorption capacity of the crystalline form is 2.8 to 3.5 mmol.g⁻¹ (measured at -79 °C and p/p₀ of 0.3 with McBain's balance, soil deprived of H₂O at 150 °C in vacuum at 10⁻³ Pa), available adsorption surface area of the crystalline form was 600 to 800 m².g⁻¹ and dry matter of 63.36 % (at 105 °C). The Pb and Cd content was 0.89 and 0.24 mg.kg⁻¹ of dry matter (measured by AAS-3 Zeiss Jena with electrothermic analyzer EA3 in 2M HNO₃ extracts). The carbon and hydrogen amounts were 1.18 % and 1.09 % (dry combustion in Perkin Elmer 240 °C). The synthetic phillipsite has been prepared by the alkaline hydrosynthesis at 130 to 160 °C (K o l o u š e k et al., 1990).

Natural zeolite - clinoptilolite - used in this study has a chemical formula of the crystalline form (Na-K)₆(Al₆Si₃₀O₇₂). 20 H₂O, particle size below 0.03 mm, the cage dimensions of 17.62 T (A), 17.91 T (B), 7.39 T (C) with β of $116^\circ 16'$ (B r e k , 1976). The sorption capacity of the crystalline form was 1.2 to 2.0 mmol.g⁻¹ (used the same method mentioned at phillipsite), an available surface area of the crystalline form was 600 to 800 m².g⁻¹ and dry matter 97.50 % (at 105 °C). The Pb and Cd content was 1.35 and 0.11 mg.kg⁻¹ in dry matter (used the same extracts and methods as in the case of phillipsite). The carbon and hydrogen amounts were 0.62 % and 1.08 % by dry combustion (the same method used at phillipsite). The clinoptilolite deposit at Nižný Hrabovec is located in the Eastern Slovakia.

Soils: the following soil types have been used in the model soil experiments and field experiments: (i) orthic Luvisols of the Praha-Ruzyně location, (ii) eutric Cambisols of the Pernolec location and (iii) Luvisols of the Hněvčevy location. The characteristics of used soils are presented in Tab. I.

I. Characteristics of used soils in model and field experiments

Location	Soil type	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	N _{tot} (%)	C _{ox} (%)	Dry matter (%)	P	K	Mg	Na	Ca
							mg.kg ⁻¹				
Praha-Ruzyně	orthic Luvisol	6.98	7.06	0.13	1.07	91.68	45	151	121	20	3598
Pernolec	eutric Cambisol	6.65	5.98	0.15	0.99	92.36	78	177	78	12	1902
Hněvčevy	Luvisol	5.88	5.23	0.14	1.22	87.73	124	230	68	29	1677

The model soil experiments with the soil-zeolite mixture were carried out. The samples of the soil of three different types (mentioned above) were mixed with 1, 2, and 3 % of the synthetic (phillipsite) or natural zeolite (clinoptilolite) and physical properties as pH(H₂O), pH(KCl), water holding capacity after Shaw, cation exchange capacity, and dry matter were determined (K r á l o v á et al., 1990).

The field experiments were carried out with 0.25 % phillipsite enrichment direct in the field at the experimental stations of the localities Praha-Ruzyně, Pernolec (Western Bohemia), and Hněvčevy (North-Eastern Bohemia). The same types of soil were used as in the model experiments. The field experiments run in the isolated soil microplots (0.5 to 0.5 m). They were fertilized with superphosphate (40 kg P to 1 ha), potassium salts (60 kg K to 1 ha) and rotillaged before the phillipsite application. The control plots were set up without any zeolite addition. The physical properties such as pH(H₂O), pH(KCl), water-holding capacity after Shaw, cation exchange capacity, dry matter, bulk density, apparent soil density, porosity, texture analyses and the aggregate stability were determined (K r á l o v á et al., 1990). The texture analysis was carried out in dry soil consistence.

RESULTS AND DISCUSSION

A soil-zeolite mixture was prepared to simulate the soil system in laboratory experiments. Tab. II shows results of those experiments using the synthetic phillipsite in the mixture with soil samples of different types above-mentioned. The values of pH(H₂O) and pH(KCl) were influenced by the phillipsite addition, these increased with the increasing phillipsite amount. The pH increase in the soil-zeolite mixture reflected the high pH values of the synthetic phillipsite which corresponded to the alkaline hydrosynthesis of phillipsite. This stage of the zeolite hydrosynthesis will be necessary to reduce more pH values of phillipsite.

The water-holding capacity of the soil-phillipsite mixture increased from 3 to 30 vol% (compared with control) with respect to increasing the phillipsite amount (1, 2, or 3%). This trend of this relation was observed in all soil samples of three types of soils under review. The variation coefficient of water-holding capacity values was calculated as 3.5 %. The highest increase in water-holding capacity values (30 %) was observed in soil-phillipsite mixtures of orthic Luvisol type from the Praha-Ruzyně location. This soil type is characterized by C_{ox}/N_{tot} ratio of 8.2 and the humus content of 1.84 %. Soil samples of eutric Cambisols (locality Pernolec) had C_{ox}/N_{tot} ratio of 6.6 and the humus content of 1.07 % and the value for water-holding capacity increased to 16 vol% after 3 % phillipsite addition. Finally, the increase in water-holding capacity values to 12 % reflected the phillipsite addition (3 %) to soil samples of Luvisol. This type of soil is characterized by C_{ox}/N_{tot} ratio of 8.7 and the humus content is 2.10 %. This soil samples kept the highest amount of soil moisture (12.27 %), drying at 105 °C, compared with the other used soils (containing 7 to 8 %).

The cation exchange capacity increased by 10 to 50 % in the phillipsite enriched soil samples of eutric Cambisols as well as Luvisols in respect of 1 to 3 % phillipsite enrichment. The changes in cation exchange capacity were significant ($p < 0.001$) in

II. Physical properties of the soil-phillipsite mixture in model experiments

Location Soil type	Added amount of phillipsite (%)	Water- holding capacity (vol%)	Cation exchange capacity (mmol.g ⁻¹)	Dry matter (%)	pH (H ₂ O)	pH (KCl)
Praha-Ruzyně orthic Luvisol	none	32 ± 1.2	0.192 ± 0.02	91.68 ± 0.8	6.98	7.06
	1	38 ± 1.1	0.195 ± 0.02	91.56 ± 0.8	7.55	7.19
	2	39 ± 1.1	0.196 ± 0.02	92.10 ± 0.8	7.80	7.24
	3	42 ± 1.1	0.219 ± 0.02	91.55 ± 0.8	7.86	7.44
Pernolec eutric Cambisol	none	30 ± 1.1	0.068 ± 0.008	92.39 ± 0.8	6.65	5.98
	1	31 ± 1.1	0.087 ± 0.008	92.65 ± 0.8	7.06	6.23
	2	34 ± 1.1	0.087 ± 0.008	92.47 ± 0.8	7.11	6.39
	3	35 ± 1.1	0.103 ± 0.008	92.42 ± 0.8	7.44	6.71
Hněvčeves Luvisol	none	33 ± 1.1	0.114 ± 0.005	87.73 ± 0.8	5.88	5.23
	1	34 ± 1.1	0.129 ± 0.005	87.99 ± 0.8	6.31	5.53
	2	34 ± 1.1	0.136 ± 0.005	87.76 ± 0.8	6.69	5.94
	3	37 ± 1.1	0.150 ± 0.005	87.61 ± 0.8	6.89	5.91
synthetic phillipsite	100	63 ± 1.2	1.27 ± 0.01	51.70 ± 0.8	10.88	10.30

the soil system with the highest phillipsite enrichment (3 %). The changes in cation exchange capacity of the phillipsite soil mixture from orthic Luvisols reached maximum of 12 % (regression coefficient was 0.98) with the variation coefficient 10 %.

Tab. III contains the results of the simulated clinoptilolite-soil system. The added amount of natural clinoptilolite was again 1, 2, or 3 % to soil samples of three different soil types mentioned above. The values of pH(H₂O) and pH(KCl) were not changed in the simulated soil-clinoptilolite system because the pH values of added clinoptilolite were practically neutral (7.85 and 7.45).

The water-holding capacity increased by 18 to 19 vol% in soil samples of Luvisols as well as eutric Cambisols after clinoptilolite addition. The changes in the water-holding capacity of soil samples mixed with clinoptilolite and orthic Luvisols were not significant. The variation coefficient was 8.5 %. The lower influence of clinoptilolite than phillipsite addition on the water-holding capacity values was due to different values of those for clinoptilolite (34.5 vol%) and phillipsite (63.0 vol%).

Cation exchange capacity of the simulated soil-clinoptilolite system changed in relation to increasing clinoptilolite amounts. Cation exchange capacity increased by 31 % and 44 % in soil samples of Luvisols and eutric Cambisol, respectively. The

III. Physical properties of the soil-clinoptilolite mixture in model experiments

Location Soil type	Added amount of clinoptilolite (%)	Water- holding capacity (vol%)	Cation exchange capacity (mmol.g ⁻¹)	Dry matter (%)	pH (H ₂ O)	pH (KCl)
Praha-Ruzyně orthic Luvisol	none	31.00 ± 1.2	0.190 ± 0.02	96.50 ± 0.8	7.55	6.99
	1	33.70 ± 1.2	0.196 ± 0.02	96.00 ± 0.8	7.64	7.01
	2	33.70 ± 1.2	0.198 ± 0.02	96.50 ± 0.8	7.56	7.01
	3	33.90 ± 1.2	0.210 ± 0.02	97.00 ± 0.8	7.57	7.08
Pernolec eutric Cambisol	none	26.50 ± 1.2	26.50 ± 0.005	98.50 ± 0.8	6.00	5.44
	1	27.00 ± 1.2	0.070 ± 0.005	98.00 ± 0.8	6.00	5.38
	2	27.50 ± 1.2	0.086 ± 0.005	98.50 ± 0.8	6.02	5.42
	3	31.50 ± 1.2	0.098 ± 0.005	98.50 ± 0.8	6.04	5.48
Hněvčeves Luvisol	none	30.50 ± 1.2	0.116 ± 0.005	88.00 ± 0.8	5.74	4.79
	1	31.50 ± 1.2	0.118 ± 0.005	88.00 ± 0.8	5.70	4.87
	2	33.00 ± 1.2	0.144 ± 0.005	87.50 ± 0.8	5.81	4.91
	3	36.50 ± 1.2	0.152 ± 0.005	88.00 ± 0.8	5.86	4.99
natural clinoptilolite	100	34.50 ± 1.2	0.637 ± 0.005	97.50 ± 0.8	7.85	7.45

significant increase ($p < 0.001$) in cation exchange capacity was observed only in the case of the higher clinoptilolite enrichment (above 2 %). The variation coefficient was 10 %. The increase of cation exchange capacity by 10 % of the clinoptilolite-soil system of orthic Luvisols was detected only in the case of the highest zeolite enrichment (3 %). The regression coefficient was 0.95.

The synthetic phillipsite of 3 % increased the cation exchange capacity values in 10 to 50 % (regression coefficient was 0.98). The influence of clinoptilolite reflected in the cation exchange capacity increase by 10 to 44 %. The influence of natural clinoptilolite and synthetic phillipsite on the soil systems could be explained by the starting values of zeolites: cation exchange capacity of phillipsite was 1.27 mmol.g⁻¹ and of clinoptilolite 0.637 mmol.g⁻¹. The differences in water-holding capacity of the experimental soil-zeolite system can be explained in a similar way. Water-holding capacity for synthetic phillipsite was 63 vol% and for natural clinoptilolite 34.5 vol%.

Tab. IV shows the results of the field experiments where the synthetic phillipsite was applied. The control samples from the field experimental plots were taken in autumn before the phillipsite application. The next control sampling was done in the spring and summer from the plots without phillipsite application. The experimental plots were enriched with 0.25 % of synthetic phillipsite only in autumn and from

IV. Physical properties of soil samples after phillipsite addition in field experiments

Location Soil type	Added amount of phillipsite (%)	Sampling time	Water holding capacity (vol%)	Cation exchange capacity (mmol.g ⁻¹)	Dry matter (%)	Bulk density (g.cm ⁻³)	Porosity (%)	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Apparent soil density (g.cm ⁻³)
Praha-Ruzyně orthic Luvisol	none	October 91	32 ± 1.2	0.192 ± 0.02	98.30	1.16 ± 0.05	52.60	6.96	7.26	2.60
	none	April 92	33 ± 1.2	0.190 ± 1.2	97.00	1.16 ± 0.05	52.30	6.96	7.26	2.60
	0.25	April 92	38 ± 1.2	0.202 ± 0.02	95.50	1.20 ± 0.05	53.50	7.13	7.29	2.58
	none	July 92	33 ± 1.2	0.192 ± 0.02	97.30	1.18 ± 0.05	52.32	6.98	7.26	2.60
	0.25	July 92	36 ± 1.2	0.200 ± 0.02	97.30	1.16 ± 0.05	52.27	7.04	7.29	2.56
Pernolec eutric Cambisol	none	October 91	31 ± 1.2	0.069 ± 0.005	98.50	1.19 ± 0.05	50.60	5.70	5.47	2.56
	none	April 92	31 ± 1.2	0.070 ± 0.005	98.50	1.19 ± 0.05	50.26	5.70	5.47	2.54
	0.25	April 92	37 ± 1.2	0.081 ± 0.005	99.00	1.22 ± 0.05	56.04	6.00	5.58	2.56
	none	July 92	31 ± 1.2	0.070 ± 0.005	99.00	1.18 ± 0.05	50.10	5.70	5.47	2.57
	0.25	July 92	35 ± 1.2	0.081 ± 0.005	99.00	1.20 ± 0.05	51.90	5.76	5.48	2.54
Hněvčeves Luvisol	none	October 91	41 ± 1.2	0.115 ± 0.005	87.80	1.30 ± 0.05	50.60	6.00	5.72	2.63
	none	April 92	41 ± 1.2	0.115 ± 0.005	88.50	1.30 ± 0.05	50.12	6.00	5.72	2.61
	0.25	April 92	44 ± 1.2	0.118 ± 0.005	88.00	1.31 ± 0.05	52.86	6.31	5.80	2.63
	none	July 92	41 ± 1.2	0.114 ± 0.005	88.80	1.31 ± 0.05	50.12	6.00	5.72	2.59
	0.25	July 92	45 ± 1.2	0.117 ± 0.005	88.80	1.28 ± 0.05	51.30	6.02	5.74	2.57
phillipsite	100	-	63 ± 1.2	1.27 ± 0.01	51.70	0.88	-	10.88	10.30	2.27

these plots the soil samples were taken continuously in the same time as the control samples were taken from the control plots (spring and summer).

The pH(H₂O) and pH(KCl) values of soil were influenced by phillipsite application immediately after its application (the pH values of applied phillipsite were 10.88 and 10.20) and returned back to the control pH values after three months which reflected the buffer capacity of observed soils.

The phillipsite addition (in 0.25 %) increased water holding capacity (10 vol%) in Luvisols at Hněvčevy and kept it nine months, i.e. longer than in other observed soils. The actual highest increase of water-holding capacity in 12 to 19 vol% appeared in orthic Luvisols (locality of Praha-Ruzyně) as well as in eutric Cambisols (Pernolec location) shortly after the zeolite application, but those values decreased gradually with time. The variation coefficient was calculated as 3.5 %.

The low phillipsite enrichment in field experiments (0.25 %) did not change cation exchange capacity significantly (regression coefficient of 0.88).

The synthetic phillipsite of 0.25 % applied in the field experimental plots did not influence the bulk density values (Tab. IV). The improvement of the bulk density of all soil samples (determined by Kopecký's cylinder) was not statistically significant ($p > 0.05$). The previous laboratory experiments showed the improvement of bulk density by the phillipsite addition at least more than 2 % (Králová et al., 1993). The porosity corresponded to changes of bulk density because the apparent soil density was left at the same values and was not influenced by the low zeolite enrichment.

The textural analyses of soil samples from the field experiments showed the formation of new soil aggregates as well as the increase of the stability of soil aggregates after the phillipsite addition. Fig. 1 shows the quantity increase of the aggregate fraction of 2.0 to 2.5 mm of orthic Luvisols during the spring season and the following decrease of that during the summer season, i.e. the influence of the synthetic phillipsite on the formation of new aggregates of this soil type was significant ($p < 0.001$), but not stable. The cumulative curve of the textural analysis was not used because it was not so tabular. Tab. V shows the stability of soil aggregates in percentage of the total sum of aggregates (100 %). The method of the stability determination (Králová et al., 1990) did not allow to determine smaller aggregates below 0.5 mm. The stability of soil aggregates increased by 50 % in fractions of 2.0 to 2.5 mm and 1.0 to 1.4 mm. This improvement stayed stable during the whole experimental period (nine months).

Fig. 2 shows the textural analysis of fractions of eutric Cambisols amended with 0.25 % of synthetic phillipsite. The formation of new aggregates was not evident. The stability of soil aggregates of 2.0 to 2.5 mm, 1.4 to 2.0 mm and 1.0 to 1.4 mm increased by 70, 16, and 43 %, respectively (Tab. VI) and remained so high during the whole experimental period (nine months).

The zeolite influence on the new soil aggregate formation of Luvisols is shown in Fig. 3. The quantity of soil aggregates of the fraction of 2.0 to 2.5 mm increased by 40 % but during the summer time the new created soil aggregates desintegrated little by little and the quantity of soil aggregates was identical with that at the beginning of the field experiment. On the other side, the stability of soil aggregates was much

V. The stability of soil aggregates in field experiments enriched with 0.25% zeolite - phillipsite (Praha-Ruzyně, orthic Luvisol)

Sampling date	October 1991	April 1992	July 1992
Variants	none	0.25% zeolite added	0.25% zeolite added
Particle size (mm)	aggregate ⁺ stability (%)	aggregate ⁺ stability (%)	aggregate ⁺ stability (%)
above 2.5	-	-	-
2.5 - 2.0	53	59	83
2.0 - 1.4	68	77	81
1.4 - 1.0	56	63	84
1.0 - 0.8	72	74	85
0.8 - 0.5	80	74	89
0.5 - 0.2	not detected	not detected	not detected
below 0.2	not detected	not detected	not detected

⁺The figures represent arithmetic means with variation coefficient of 4%

VI. The stability of soil aggregates in field experiments enriched with 0.25% phillipsite (Pernolec, eutric Cambisol)

Sampling date	October 1991	April 1992	July 1992
Variants	none	0.25% zeolite added	0.25% zeolite added
Particle size (mm)	aggregate ⁺ stability (%)	aggregate ⁺ stability (%)	aggregate ⁺ stability (%)
above 2.5	-	-	-
2.5 - 2.0	47	52	79
2.0 - 1.4	67	65	78
1.4 - 1.0	58	87	83
1.0 - 0.8	90	92	85
0.8 - 0.5	81	95	88
0.5 - 0.2	not detected	not detected	not detected
below 0.2	not detected	not detected	not detected

⁺The figures represent arithmetic means with variation coefficient of 4.5%

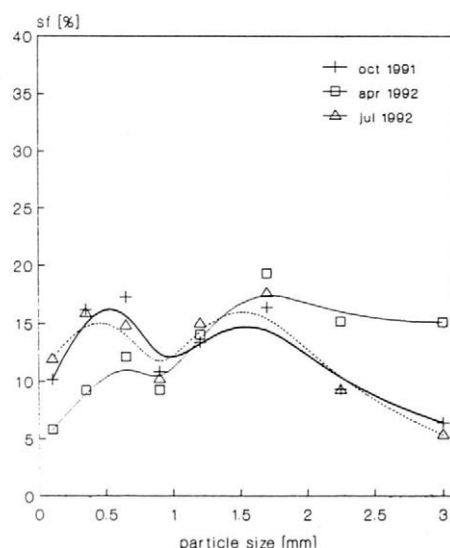
VII. The stability of soil aggregates in field experiments enriched with 0.25% phillipsite (Hněvčeves, Luvisol)

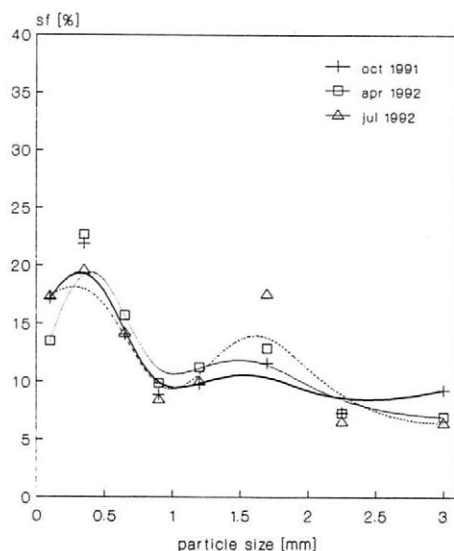
Sampling date	October 1991	April 1992	July 1992
Variants	none	0.25% zeolite added	0.25% zeolite added
Particle size (mm)	aggregate ⁺ stability (%)	aggregate ⁺ stability (%)	aggregate ⁺ stability (%)
above 2.5	-	-	-
2.5 - 2.0	5	63	75
2.0 - 1.4	13	67	75
1.4 - 1.0	46	73	79
1.0 - 0.8	55	71	80
0.8 - 0.5	61	83	89
0.5 - 0.2	not detected	not detected	not detected
below 0.2	not detected	not detected	not detected

⁺The figures represent arithmetic means with variation coefficient of 3%

1. The textural analyses of soil sample fractions taken from the field experiments before (control indicated by the full line signed with crosses) and after the phillipsite application; the soil samples of orthic Luvisols were taken at the site Praha-Ruzyně

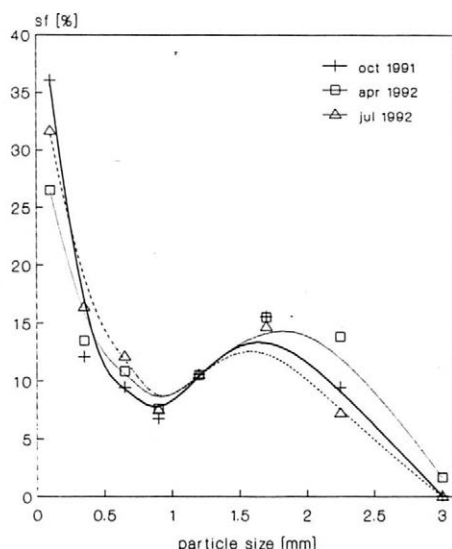
- + October 1991: control samples
- April 1992 : soil samples enriched with phillipsite
- △ July 1992 : soil samples enriched with phillipsite





2. The textural analyses of soil sample fractions taken from the field experiments before (control) and after the phillipsite application; the soil samples of eutric Cambisols were taken at the site Pernolec

- + October 1991: control samples
- April 1992 : soil samples enriched with phillipsite
- △ July 1992 : soil samples enriched with phillipsite



3. The textural analyses of soil sample fractions taken from the field experiments before (control) and after the phillipsite application; the soil samples of Luvisol were taken at the site Hněvčeves

The values presented in all figures correspond to fractions on sieves (not cumulative curve)

influenced by phillipsite, i.e. the stability of soil aggregates of Luvisol of fractions of 2.0 to 2.5 and 1.4 to 2.0 mm increased tenfold and fourfold and remained so high during the whole observation period (Tab. VII). The stability of soil aggregates of fractions 1.0 to 1.4 and 0.8 to 1.0 mm increased in 70 and 40 % and remained also stable for the whole period of the experiment (nine months). Variation coefficient was 3 % for the determination of the aggregate stability of all three types of soils. Similar results were obtained by Iskenderov, Mamedova (1978) with clinoptilolite tuffs applied to soils in Azerbaijan.

The contents of Pb and Cd elements in synthetic phillipsite as well as in natural clinoptilolite (values of Pb and Cd analyses are shown in characteristics of zeolites) were reduced double compared with the Czech standard for light soil and ten times reduced for the general characteristic of soil. The amount 1 to 3 % of phillipsite reduced the possibility of soil pollution with heavy metals to minimum.

CONCLUSIONS

Synthetic zeolite (phillipsite) produced from fly ashes of the coal fired power station at the locality Vřesová increased the water-holding capacity of the soil samples used in the model experiments with the soil-zeolite mixture as well as in soils of the field experiments. The increased amount of zeolites (0.25, 1, 2, and 3 %) and the type of soils (orthic Luvisol, eutric Cambisol, and Luvisol) influenced the values. The stability of soil aggregates increased in respect of raising amount of added phillipsite and remained as a stable feature of the soil. Cation exchange capacity of the soil was influenced by the synthetic phillipsite as well as natural clinoptilolite addition only in the laboratory model experiments. The improvement of cation exchange capacity of soil in field experiments was not observed. The zeolite enrichment was too low (0.25 % zeolite) and therefore the effect was not apparent.

The natural clinoptilolite increased water-holding capacity but less than the synthetic phillipsite. The explanation consists in the lower value of the water-holding capacity for the natural clinoptilolite.

The cation exchange capacity of soil increased less by the addition of clinoptilolite than by synthetic phillipsite in the laboratory experiments. The explanation could be based on the higher cation exchange capacity of synthetic phillipsite.

The content of Pb and Cd elements in synthetic phillipsite did not increase the contents of these elements in soils over the figures allowed by the Czech standards. The present study is the first step, the research will continue.

Acknowledgements

We would like to thank to Amy Childers for helping her in the proof-reading of our English manuscript.

References

- BREK, D.: Celolitovyje molekuljarnyje sita. Izd. Moskva 1976: 153 p.
BRECK, D. W.: The properties and application of zeolites. TOWSEND, R. P. (ed.), London, 1980: 391 p.
ISKENDEROV, I. S. - MAMEDOVA, S. N.: The utilization of natural zeolite in Azerbaijan SSR for increasing yield of wheat. In: Occurrence, properties and utilization of natural zeolites, 1978: 717-720.
KOLOUŠEK, D. - PROCHÁZKOVÁ, E. - SEIDL, V. - ŠMEJKALOVÁ, M.: Zveřejněná přihláška vynálezu: Způsob přípravy zeolitů. 1990, No 04530-90R, C-01-B-33/34.
KOLOUŠEK, D. - PROCHÁZKOVÁ, E.: Syntéza zeolitů z popelovin produkovaných PK Vřesová. [Závěrečná zpráva.] Praha, VŠCHT 1991.

- KRÁLOVÁ, M. et al.: Vybrané metody chemické analýzy půd a rostlin. Praha, Academia 1990: 152 p.
- KRÁLOVÁ, M. - HROZINKOVÁ, A. - RŮŽEK, P. - KOVANDA, F.: Použití syntetických zeolitů pro zlepšení fyzikálně chemických vlastností půd. Acta Univ. Geol., 1993.
- MUMPTON, F. A.: Using zeolites in agriculture. In: Innovative biological technologies for lesser developed countries. Workshop Proc. Off. Technol. Asses. US Congr. 1985: 125-158.
- NEWSAM, J. M.: The zeolite cage structure. Science, 231, 1986: 1039-1099.
- PETŘÍKOVÁ, V.: Rostlinná výroba na rekultivovaných půdách v oblastech Čech a Moravy. [Závěrečná zpráva.] Praha, VÚRV 1991: 43 p.
- SHERMAN, J. D.: Ion exchange separation with molecular sieve zeolites. SCHERMAN, J. D. (ed.): Adsorption and ion exchange separations, 1978: 99-116.
- TORRI, K.: Utilization of natural zeolites in Japan. In: Occurrence, properties and utilization of natural zeolites, 1978: 441-450.

Received on February 2, 1993

KRÁLOVÁ, M. - HROZINKOVÁ, A. - RŮŽEK, P. - KOVANDA, F. - KOLOUŠEK, D. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně; Vysoká škola chemicko-technologická, Praha):

Vliv syntetického a přírodního zeolitu na fyzikálně-chemické vlastnosti půd.

Rostl. Výr., 40, 1994 (2): 131-142.

V modelových pokusech byla zemina obohacena 1, 2 a 3 % přírodního klinoptilolitu nebo syntetického phillipsitu. V těchto směsích zeminy a zeolitu byla změřena kapilární vodní kapacita, kationtově výměnná kapacita, pH a pK a stanovena sušina. Totéž bylo provedeno v kontrolních vzorcích zeminy bez příměsi zeolitů. Vodní kapilární kapacita vzrostla o 18 až 19 % po přidání přírodního klinoptilolitu a po přidání syntetického phillipsitu o 3 až 30 % ve vzorcích modelové zeminy. Kationtově výměnná kapacita vzrostla o 30 až 40 % po přidání přírodního klinoptilolitu a o 10 až 50 % po přidání syntetického phillipsitu ke vzorkům zeminy ve srovnání s kontrolním vzorkem.

Syntetický phillipsit byl též aplikován do půd tří různých typů v polních pokusech, obohacení phillipsitu bylo 0,25 %. Kationtově výměnná kapacita se nezměnila, vodní kapilární kapacita vzrostla o 10 až 20 %. Objemová hmotnost se nezměnila. Stabilita půdních agregátů se zvýšila. Došlo též k tvorbě nových půdních agregátů, ale tento jev byl přechodný, po určité době došlo opět k jejich dezintegraci. K modelovým i polním pokusům byly vybrány tři typy půd: hnědozem modální, hnědá půda a illimerizovaná půda.

Contact Address:

Ing. Marie Králová, DrSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507,
161 06 Praha 6-Ruzyně

HODNOCENÍ FOSFOREČNÉHO REŽIMU HNĚDOZEMĚ ZE DVOU LOKALIT

V. Macháček

Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně

Pomocí polyfaktoriálního dlouhodobého polního pokusu za období 1982 až 1987 byl hodnocen fosforečný režim dvou hnědozemí z lokalit Hněvčeves HMi a Kostelec nad Orlicí HM(g) za účelem zjistit vhodnost metod používaných pro stanovení přístupného fosforu (Egner, Mehlich II, Olsen a 0,01M CaCl₂) a správnou agronomickou interpretaci. Uvedené metody se hodnotily pomocí katexové metody (celkové, labilní a uvolnitelné formy), odběru fosforu rostlinou a statistickým zpracováním výsledků. Z výsledků vyplynulo, že pro určení dávek P-hnojiv na HMi je nejvhodnější Egnerova metoda a pro HM(g) Olsenova metoda. Jako univerzální metoda pro oba subtypy hnědozemí je nejvyrovnanější metoda podle Mehlicha II. Podle vypočtených kritérií zásobenosti půd fosforem pro metodu podle Mehlicha II se nemusí brát ohled na skupiny rozdělené podle pH půd. Pro výpočet relativního zvýšení obsahu fosforu v půdě po hnojení jsou zjištěny regresní rovnice a pro nepoužívané dávky do 125 kg P₂O₅.ha⁻¹ splňují požadavky rovnice polynomu 1. řádu.

Půdní formy fosforu tvoří výchozí stav, z kterého přechází fosfor různými ději do půdního roztoku a pak je následovně absorbován kořeny rostlin. Stanovovaný přístupný fosfor různými metodami obsahuje různé formy půdního fosforu, a to v závislosti na složení extrakčního činidla, půdního typu - subtypu, pH apod. (M a c h á č e k , 1993a). Z tohoto pohledu pak využití výsledků analýzy půd získaných různými metodami bez vzájemného srovnání, rovněž tak i přebírání kritérií zásobenosti půd fosforem a jejich různé úpravy statistickými metodami je nedokonalé. Jde o pouhé přiblížení skutečnému stavu na jednom půdním typu a jejich zevšeobecnování pro širokou škálu půd přináší nespolehlivé informace pro jejich agronomické využití.

Novější studie ukázaly, že v současné době, kdy stoupají ceny P-hnojiv a existuje snaha o zachování strategického zdroje fosforu do budoucna, je třeba zaměřit se na lokální studium půd, a tím přehodnotit pohled maximalizační na minimalizační (B o u l a i n e , 1992; S m i t h , 1992). Jeden ze způsobů představuje studium metod stanovujících přístupný fosfor, a to buď vypracováním nové metody, anebo větším zprůhledněním zavedené metody. Nelze vypracovat univerzální metodu pro stanovení přístupného fosforu, která by odstranila nedostatky jednotlivých metod (J o h n s t o n , 1992; M e n g e l , 1992).

Účelem tohoto příspěvku je seznámit se závěry získanými při hodnocení dvou subtypů hnědozemě. Hodnocením výživného stavu černozemě z jižní Moravy - Pohořelic se zabýval M a c h á č e k (1993b).

MATERIÁL A METODA

Pro studium využití forem půdního fosforu k charakterizaci dvou hnědozemí různého půdního druhu bylo využito dlouhodobého polyfaktoriálního pokusu, který byl založen v roce 1979 na pokusné stanici v Hněvčevsi (HMi) a v Kostelci nad Orlicí [HM(g)]. Z celkového počtu 52 variant byly pro daný účel použity průměry výsledků z každoročního sledování v období 1982 až 1987 ze tří variant. Varianta 2 měla z praktického hlediska dvojnásobné opakování, protože jde o nejpoužívanější dávku ($91,7 \text{ kg P}_2\text{O}_5\cdot\text{ha}^{-1}$).

Charakteristika půd

Hněvčevs - hnědozem illimerizovaná (HMi); půda jílovitohlinitá; 64,1 % prachových částic; klimatický region T3; pH 6,1 až 6,7; Egner $64 \text{ mg P}\cdot\text{kg}^{-1}$, Schachtschabel $143 \text{ mg K}\cdot\text{kg}^{-1}$; $87 \text{ mg Mg}\cdot\text{kg}^{-1}$; sorpční index 0,75; KVK (CEC) $219 \text{ mmolekv}\cdot\text{kg}^{-1}$;

Kostelec nad Orlicí - hnědozem slabě oglejená [HM(g)], půda hlinitá, 64,4 % prachových částic, klimatický region MT2; pH 5,4 až 5,8; Egner $54 \text{ mg P}\cdot\text{kg}^{-1}$; Schachtschabel $113 \text{ mg K}\cdot\text{kg}^{-1}$; $57 \text{ mg Mg}\cdot\text{kg}^{-1}$; sorpční index 1,06; KVK (CEC) $168 \text{ mmolekv}\cdot\text{kg}^{-1}$;

Plodiny a dávky hnojiv v jednotlivých letech: 1982 - ozimá pšenice ($125 - 70 \text{ kg N-K}\cdot\text{ha}^{-1}$); 1983 - jarní ječmen ($90 - 50 \text{ kg N-K}\cdot\text{ha}^{-1}$); 1984 - cukrovka ($150 - 150 \text{ kg N-K}\cdot\text{ha}^{-1}$; hnůj $40 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$); 1985 - jarní ječmen ($60 - 50 \text{ kg N-K}\cdot\text{ha}^{-1}$); 1986 - 1987 - vojtěška ($40 - 100 \text{ kg N-K}\cdot\text{ha}^{-1}$). Při uvedených dávkách hnojení N-K bylo stupňované P-hnojení o dávce $0 - 40 - 80 \text{ kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$ (varianty 1, 2, 3). Pro sledování změn obsahu fosforu v půdě v závislosti na dávce P-hnojiva se obsah fosforu při dávce 20 a $60 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ vypočítal metodou klouzavých křivek (P a v e l et al., 1985).

Ke sledování fosforečného režimu byly použity tyto ukazatele:

1. Přístupný fosfor (E g n e r et al., 1938; O l s e n et al., 1954; M e h l i c h et al., 1978 - úprava ÚKZÚZ Brno).
2. Katexová metoda - obsah celkově přístupného ($P_k + P_v$), pohyblivého (P_k) a vodorozpuštěného (P_v) fosforu (M a c h á č e k , 1986a).
3. Labilní formy přístupného ($O_k + O_v$), pohyblivého (O_k) a vodorozpuštěného (O_v) fosforu se získají výpočtem z rychlosti uvolňování fosforu v čase $t = 0$ (M a c h á č e k , 1986b).
4. Uvolnitelné formy přístupného ($D_k + D_v$), pohyblivého (D_k) a vodorozpuštěného (D_v) fosforu se vypočtou z rozdílu mezi ukazateli uvedenými ad 2 a 3 (např. $D_k + D_v = P_k + P_v - O_k + O_v$ atd); (M a c h á č e k , 1986c).
5. CaCl_2 - extrakce $0,01 \text{ M CaCl}_2$ (A s l y n g , 1954; dříve tento ukazatel nazývaný tzv. intenzita, resp. faktor intenzity).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Přehled průměrů výsledků statických ukazatelů za sledované období je uveden v tab. I. Výchozí obsahy (varianta 1) stanovené metodou podle Mehlicha II a Olsena jsou vyšší na HM(g) z Kostelce než na HMi z Hněvčevse. U ostatních metod a ukazatelů je tomu naopak. Hnojení maximální dávkou $80 \text{ kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$ (varianta 3) se

I. Přehled průměrů výsledků sledovaných statických ukazatelů (mg P.kg^{-1}) z lokality Hněvčeves (HMi) a Kostelec nad Orlicí [HM(g)] – A survey of average results of static parameters (mg P.kg^{-1}) observed at the site Hněvčeves (HMi) and Kostelec nad Orlicí [HM(g)]

Půdní typ ¹	Varianta ²	$P_k + P_v$	P_v	P_k	Egner	Olsen	Mehlich	CaCl_2 ($\mu\text{g P.1000 cm}^{-3}$)
HMi	1	97	24	73	55	36	60	221
	2	98	27	71	60	42	70	332
	2	111	31	81	70	43	74	395
	3	148	41	107	90	57	97	618
HM(g)	1	84	23	61	51	39	70	184
	2	105	28	77	53	50	89	303
	2	112	32	80	68	51	97	426
	3	165	47	118	111	79	133	702
		$O_k + O_v$	O_v	O_k	$D_k + D_v$	D_v	D_k	odběr ³ P (kg.ha^{-1})
HMi	1	46	14	32	51	10	41	26,2
	2	50	19	40	39	11	28	25,4
	2	60	18	42	51	12	39	26,6
	3	80	27	53	68	15	53	29,2
HM(g)	1	42	12	30	42	11	31	25,2
	2	63	15	48	42	13	29	26,4
	2	59	17	42	53	15	38	25,1
	3	98	27	71	67	20	47	29,7

HMi - hnědozem illimerizovaná – illimerized luvisol

HM(g) - hnědozem slabě oglejená – stagno-gleyic luvisol

¹great soil type, ²variant, ³uptake

projevuje výrazně zvýšením obsahu fosforu v půdě téměř u všech ukazatelů na HM(g), které je vyšší než na HMi. Pouze labilně O_v a uvolnitelně $D_k + D_v$ mají téměř shodné obsahy na obou půdách a u uvolnitelně formy D_k je tomu naopak. Odběry fosforu za sledované období jsou téměř shodné.

Z metod používaných pro stanovení přístupného fosforu nejvyšší průkazný vztah s odběrem fosforu (tab. II) na HMi má Egnerova metoda (0,933) a na HM(g) Olse-nova metoda (0,944). Ostatní metody jsou na stejné úrovni a nejmenší vztah s odběrem má extrakce s CaCl_2 . Tyto difference lze vysvětlit pomocí rozdílného pH půdy, a tím i forem fosforu. Při pH okolo 6,4 nastává na HMi rovnoměrné uvolňování forem fosforu z půdy, které jsou tvořeny převážně rozpustnými sloučeninami Ca - P, Al - P

II. Přehled regresních a korelačních koeficientů polynomu 1. řádu závislosti odběru fosforu na výsledcích metod – A survey of regression and correlation coefficients of the polynomial of the first order of dependence phosphorus uptake on the results of methods

		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>r</i>		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>r</i>
HMi	$P_k + P_v$	-119	1,436	0,966	$O_k + O_v$	21,0	0,097	0,831
	P_v	21,6	0,180	0,971	O_v	22,3	0,250	0,830
	P_k	18,7	0,098	0,988	O_k	20,3	0,157	0,826
	Egner	20,0	0,099	0,933	$D_k + D_v$	19,8	0,134	0,975
	Olsen	19,5	0,164	0,887	D_v	18,5	0,700	0,920
	Mehlich	19,8	0,094	0,893	D_k	20,7	0,151	0,941
	$CaCl_2$	23,4	0,009	0,883				
HM(g)	$P_k + P_v$	20	0,058	0,992	$O_k + O_v$	21	0,087	0,950
	P_v	21	0,187	0,898	O_v	21	0,303	0,916
	P_k	20	0,083	0,931	O_k	21	0,119	0,951
	Egner	21	0,069	0,890	$D_k + D_v$	20	0,125	0,866
	Olsen	20	0,119	0,944	D_v	19	0,480	0,863
	Mehlich	19	0,072	0,887	D_k	19	0,199	0,753
	$CaCl_2$	23	0,008	0,851				

0,878 - průkazný vztah – significant relationship; 0,959 - vysoce průkazný vztah – highly significant relationship; rovnice – equation $Y = a + bx$; *r* - korelační koeficient – correlation coefficient

a Fe - P, proto jsou vysoce průkazné a průkazné vztahy celkových uvolnitelných forem s odběrem fosforu. Na HM(g), kde je pH okolo 5,6, převážná část půdního fosforu je tvořena Al - P, Fe - P a nepatrně Ca - P, které mají přibližně dvakrát nižší rozpustnost než Ca - P sloučeniny. Z tohoto důvodu povrchově vázaný fosfor (P_k) v různých formách má důležitější úlohu při odběru fosforu rostlinou než vodorozpustné formy. Průkazné vztahy metody podle Mehliche II jsou na stejné úrovni na obou půdách, protože tato metoda na základě složení extrakčního činidla rovnoměrně extrahuje důležité formy pro výživu rostlin.

Na obou půdách jsou vysoce průkazné vztahy mezi metodami Olsenovou, Mehlichovou II, $CaCl_2$ (tab. III). Egnerova metoda již diferencuje vztahy podle subtypů hnědozemě (HMi - průkazné a HMg - vysoce průkazné vztahy). S jednotlivými formami půdního fosforu jsou na HMi průkaznější vztahy s metodami pro stanovení přístupného fosforu než na HM(g), a to z důvodu rozdílného pH, a tím i různých forem fosforu. Mehlichova metoda II stanovuje rovnoměrně obě formy fosforu. Egnerova metoda bude stanovovat P_v formu před P_k formou a Olsenova metoda z důvodů pH 8,5 bude velmi dobře rozpouštět Al - P, Fe - P sloučeniny, které tvoří hlavní podíl pohyblivého fosforu na HM(g).

III. Přehled regresních a korelačních koeficientů polynomu 1. řádu výsledků metod a ukazatelů –
The survey of regression and correlation coefficients of the polynomial of the first order of results of
methods and parameters

			<i>a</i>	<i>b</i>	<i>r</i>		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>r</i>	
HMi	Egner	Olsen	2,93	0,586	0,923	Olsen	Egner	5,86	1,452	0,923
		Mehlich	-0,22	1,056	0,902		Mehlich	-6,89	1,834	0,995
		CaCl ₂	-400	11,13	0,936		CaCl ₂	-439	18,66	0,994
		P _k + P _v	5,74	1,548	0,977		P _k + P _v	9,52	2,371	0,951
		P _v	-9,22	0,556	0,960		P _v	-5,03	0,786	0,861
		P _k	9,30	1,060	0,968		P _k	12,8	1,602	0,930
	Mehlich	Egner	12,86	0,770	0,902	CaCl ₂	Egner	39,8	0,078	0,936
		Olsen	4,14	0,540	0,995		Olsen	23,8	0,053	0,994
		CaCl ₂	-366	10,14	0,994		Mehlich	36,5	0,098	0,994
		P _k + P _v	2,23	1,479	0,970		P _k + P _v	65,6	0,126	0,950
		P _v	-1,74	0,424	0,856		P _v	13,1	0,043	0,884
		P _k	35,6	0,590	0,638		P _k	50,8	0,085	0,929
HM(g)	Egner	Olsen	10	0,614	0,969	Olsen	Egner	-11	1,519	0,965
		Mehlich	33	0,905	0,964		Mehlich	19	1,447	0,981
		CaCl ₂	-144	7,746	0,975		CaCl ₂	-231	12,00	0,981
		P _k + P _v	31	1,207	0,977		P _k + P _v	12	1,227	0,992
		P _v	6,8	0,364	0,986		P _v	-0,4	0,585	0,906
		P _k	24	0,843	0,972		P _k	10,9	1,356	0,994
	Mehlich	Egner	-30	1,028	0,965	CaCl ₂	Egner	21	0,123	0,975
		Olsen	-11	0,665	0,981		Olsen	22	0,078	0,981
		CaCl ₂	-417	8,419	0,994		Mehlich	50	0,117	0,994
		P _k + P _v	-11	1,311	0,996		P _k + P _v	54	0,154	0,989
		P _v	-5,6	0,392	0,995		P _v	14	0,047	0,999
		P _k	-5,8	0,919	0,994		P _k	40	0,108	0,984

0,878 - průkazný vztah – significant relationship; 0,959 - vysoce průkazný vztah – highly significant relationship; rovnice – equation $Y = a + bx$; *r* - korelační koeficient – correlation coefficient

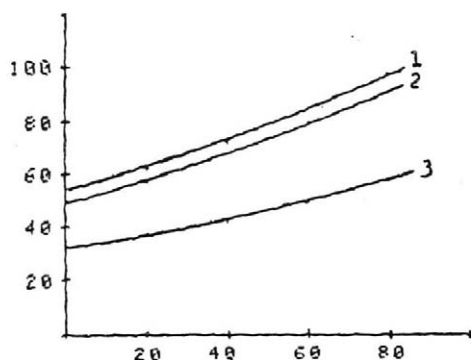
IV. Přehled regresních a korelačních koeficientů polynomu 1. a 2. řádu závislosti statických metod a ukazatelů na dávce fosforu – The survey of regression and correlation coefficients of the polynomial of the first and the second order of results dependence of methods and parameters on phosphorus dose

		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>r</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i> ·10 ⁻³	<i>r</i>
HM(g)	Mehlich	65	0,798	0,964	69	0,376	5,19	0,977
	CaCl ₂	139	6,569	0,931	181	2,651	48,2	0,920
	Egner	40	0,763	0,817	51	-0,285	12,9	0,925
	Olsen	34	0,507	0,939	40	0,078	5,29	0,999
	P _k + P _v	75	1,028	0,943	84	0,221	9,93	0,989
	P _v	20	0,305	0,923	23	0,052	3,11	0,962
	P _k	55	0,723	0,948	61	0,169	6,82	0,996
HMi	Mehlich	56,3	0,469	0,951	59,9	0,143	4,0	0,983
	CaCl ₂	189	5,03	0,956	219	2,25	34,3	0,964
	Egner	50,9	0,444	0,886	54,9	0,065	4,67	0,890
	Olsen	33,8	0,266	0,950	35,9	0,065	2,48	0,996
	P _k + P _v	88,6	0,649	0,798	97,3	-0,350	12,3	0,956
	P _v	22,6	0,216	0,961	23,9	0,091	1,53	0,980
	P _k	67,6	0,432	0,886	73,1	-0,078	6,27	0,996

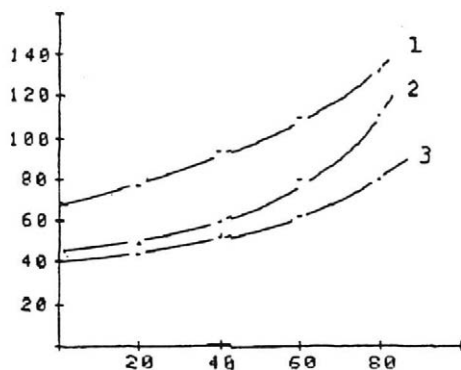
0,950 - průkazný vztah – significant relationship; 0,990 - vysoce průkazný vztah – highly significant relationship; rovnice – equation $Y = a + bx$; $Y = a + bx + cx^2$; *r* - korelační koeficient – correlation coefficient

V tab. IV je uveden přehled závislostí ukazatelů a metod na dávce fosforu pomocí polynomu 1. a 2. řádu. Korelační koeficienty jsou u polynomu 2. řádu vyšší než u 1. řádu. Z tohoto vyplývá, že pro výpočet relativního zvýšení obsahu fosforu po dávce fosforu v rozmezí 0 až 80 kg P.ha⁻¹ (0 až 183,4 kg P₂O₅.ha⁻¹) ve formě superfosfátu je vhodnější použít regresních rovnic polynomu 2. řádu. Dávky P₂O₅ pro tyto oblasti, které mají EVH v rozmezí 5,0 až 6,0 t.ha⁻¹, by se měly pohybovat v rozmezí 35 až 125 kg P₂O₅.ha⁻¹ (15,3 až 54,5 kg P.ha⁻¹) (N e u b e r g et al., 1990).

Pro rozmezí dávek P-hnojiv, jak vyplývá z obr. 1 až 4, lze použít rovnic polynomu 1. řádu, z toho na HMi pro celý rozsah dávek 15,3 až 54,5 P.ha⁻¹ (obr. 1, 3 a 5) a na HM(g) jen pro rozsah 15,3 až 47 kg P.ha⁻¹. Příčina je opět v rozdílnosti sloučenin půdního fosforu, jaké formy převládají a jak jsou extrahovány extrakčními činidly různých metod. Hodnoty regresních koeficientů pro výpočet relativního zvýšení obsahu fosforu v půdě jsou vyšší u HM(g) než u HMi. Z tohoto vyplývá, že na HM(g) se dávka fosforu výrazněji projeví na zvýšení obsahu fosforu v půdě než na HMi. Toto charakterizují i různé hodnoty sorpčního indexu (SI) půd. Nižší hodnota SI u HMi (0,77) charakterizuje též vyšší pufrací kapacitu, než má HM(g) (1,06) při



1. Vliv dávky P na obsah přístupného P (Hněvčeves HMi) – The effect of P dose on the content of P available (Hněvčeves HMi)



2. Vliv dávky P na obsah přístupného P [Kostelec nad Orlicí HM(g)] – The effect of P dose on the content of P available [Kostelec nad Orlicí HM(g)]

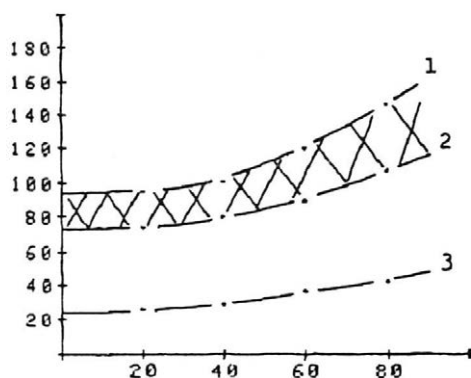
osa x - dávky P - x axis - P doses (kg P.ha⁻¹)

osa y - obsah přístupného P - y axis - content of P available (mg P.kg⁻¹)

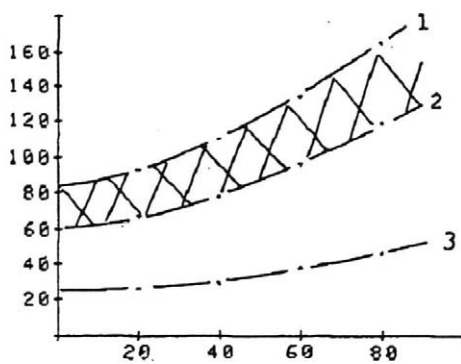
1 - Mehlichova metoda - Mehlich's method

2 - Egnerova metoda - Egner's method

3 - Olsenova metoda - Olsen's method



3. Vliv dávky P na obsah forem P (Hněvčeves HMi) – The effect of P dose on the content of P forms (Hněvčeves HMi)



4. Vliv dávky P na obsah forem P [Kostelec nad Orlicí HM(g)] – The effect of P dose on the content of P forms [Kostelec nad Orlicí HM(g)]

osa x - dávky P - x axis - P doses (kg P.ha⁻¹)

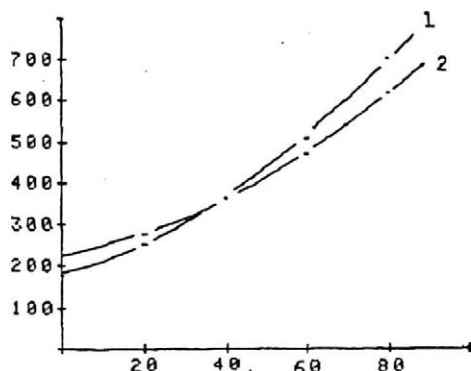
osa y - obsah přístupného P - y axis - content of P available (mg P.kg⁻¹)

1 - přístupný P - P available (P_k + P_v)

2 - pohyblivý P - P movable (P_k)

3 - vodorozpustný P - water-soluble P (P_v)

vyšrafovaná plocha - vodorozpustný P - hatched area - water soluble P (P_v)



5. Vliv dávky P na obsah P (extrakce CaCl_2) – The effect of P dose on the P content (extraction CaCl_2)

osa x - dávky P - x axis - P doses (kg P.ha^{-1})

osa y - obsah P - y axis - P content ($\mu\text{g P.1000 cm}^{-3}$)

1 - Kostelec nad Orlicí - hnědozem slabě oglejená - luvisol stagno-gleyic [HM(g)]

2 - Hněvčeves - hnědozem illimerizovaná - luvisol illimerized [HMi]

téměř shodných výchozích rovnovážných konstantách [HMi 0,29 a HM(g) 0,28], ale s rozdílným intervalem rovnovážné koncentrace fosforu, která je pro HMi 88 až 161 mg P.kg^{-1} a pro HM 67 až 196 mg P.kg^{-1} (M a c h á č e k , 1993a).

Zatímco na HMi má Egnerova metoda (obr. 1, křivka 2) téměř shodný průběh jako Mehlichova metoda II (křivka 1), tak na HM(g) (obr. 2, křivka 1, 2) jsou průběhy odlišné. Tento rozdíl je způsoben vyšší pufrací kapacitou a jejím vlivem na uvolňování fosforu. Na HM(g) při nižší pufrací kapacitě nesorbovaný fosfor ze superfosfátu (Ca - P) podstatně zvyšuje obsah fosforu v půdě při jeho vyšších dávkách, které se velmi dobře extrahují Egnerovou metodou. Tato vysvětlení potvrzuje i inflexní bod na křivce 1, 2 obr. 5 při dávce 38 kg P.ha^{-1} , kdy extrakce CaCl_2 zvýhodňuje vyluhování volného Ca - P na HM(g) oproti HMi.

Jedním z cílů analýzy půd je určení kategorizace půd podle obsahu přístupných živin a následné použití hnojiv. V metodice výživy rostlin pro fosfor je uvedeno využití metody podle Egnera i podle Mehlicha II (N e u b e r g et al., 1990). Metoda podle Mehlicha II má uvedeno další rozdělení do skupin podle půdní reakce.

Průměrný obsah ze všech variant stanovený Egnerovou metodou je u HMi 68 P.kg^{-1} (kategorie D), u HM(g) 63 P.kg^{-1} (kategorie S2) a obsah stanovený metodou podle Mehlicha II je u HMi 72 mg P.kg^{-1} (kategorie S2, pH 6,3), u HM(g) 95 mg P.kg^{-1} (kategorie D, pH 5,6). Pro každou metodu na stejném půdním typu podle metodiky výživy rostlin se určí odlišný normativ, dávka P_2O_5 na 1 ha (např. EVH 5,0 t.ha^{-1}): HMi - Egner 70 $\text{kg P}_2\text{O}_5.\text{ha}^{-1}$, Mehlich II 88 $\text{kg P}_2\text{O}_5.\text{ha}^{-1}$, HM(g) - Egner 88 $\text{kg P}_2\text{O}_5.\text{ha}^{-1}$, Mehlich II 70 $\text{kg P}_2\text{O}_5.\text{ha}^{-1}$. Rozdíly v dávce fosforu se zvýší, protože pH jednoho typu hnědozemě zasahují do dvou skupin pro metodu Mehlicha II: HMi - pH 5,6 až 6,5 a 6,6 až 7,2 a HM(g) - pH do 5,5 a 5,6 až 6,5. Z tohoto jednoduchého rozboru je vidět složitost praktické interpretace pomocí výsledků získaných dvěma metodami, které extrahují zcela odlišné formy půdního fosforu podléající se na výživě rostlin. Tento závěr je ještě zdůrazněn neprůkazným vztahem mezi obsahem fosforu stanoveným podle Mehlicha II a půdní reakcí, který je u HMi 0,247 a u HM(g) 0,452.

Na základě získaných výsledků pro určení dávek P-hnojiv pro oba subtypy hnědozemě lze použít metodu podle Mehlicha II a ukazatel celkově přístupného fosforu ($\text{P}_k + \text{P}_v$), který zahrnuje obě formy půdního fosforu. Pro HMi je vhodnější

	Kategorie obsahu ¹ P	$P_k + P_v$	Mehlich	Egner
HMi	malý ²	do ⁶ 52	do 32	do 30
	střední ³ 1	53 - 77	33 - 48	31 - 46
	střední 2	78 - 106	49 - 68	47 - 65
	dobrý ⁴	107 - 129	69 - 84	66 - 80
	vysoký ⁵ 1	130 - 190	85 - 126	81 - 120
	vysoký 2	191 - 237	127 - 158	121 - 150
	vysoký 3	nad ⁷ 237	nad 158	nad 150
HM(g)	malý	do 72	do 59	do 31
	střední 1	73 - 90	60 - 77	32 - 41
	střední 2	91 - 108	78 - 90	42 - 50
	dobrý	109 - 126	91 - 104	51 - 59
	vysoký 1	127 - 176	105 - 145	60 - 86
	vysoký 2	177 - 212	146 - 172	86 - 99
	vysoký 3	nad 212	nad 172	nad 99

¹category of content, ²small, ³middle, ⁴good, ⁵high, ⁶to, ⁷above

podle metodiky výživy rostlin Egnerova metoda a pro HM(g) Olsenova metoda. Při použití metody podle Mehlicha II se nemusí brát ohled na jednotlivé kategorie zásobenosti půd rozdělené do skupiny podle pH půd. Pro jednotlivé metody jsou v tab. V uvedeny kategorie zásobenosti půd.

ZÁVĚR

Nejvyrovnanější vztahy s odběrem fosforu rostlinami na obou hnědozemích má metoda podle Mehlicha II. Na HMi má s odběrem fosforu nejvyšší průkazný vztah Egnerova metoda a na HM(g) Olsenova metoda. Na HMi jsou metody používané pro stanovení přístupného fosforu ovlivněny pohyblivým fosforem (P_k), v němž jsou rovnoměrně zastoupeny Ca - P, Al - P a Fe - P. Na HM(g) se projevuje diferenciací u jednotlivých metod ke vztahu k formám půdního fosforu: Egnerova metoda a CaCl_2 jsou ovlivněny vodorozpustným fosforem (P_v), Olsenova metoda je ovlivněna pohyblivým fosforem (P_k) a metoda podle Mehlicha II má vyrovnané vztahy s oběma formami půdního fosforu.

Pro výpočet relativního zvýšení obsahu fosforu v půdě u všech metod a forem fosforu v intervalu dávky 0 až $125 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$ lze použít rovnici polynomu 1. řádu a pro interval 0 až $183 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$ rovnici polynomu 2. řádu.

Pro oba subtypy hnědozemí splňuje podmínky pro praktické využití metoda podle Mehlich II a celkově přístupný fosfor ($P_k + P_v$); z toho pro HM_i je nejvhodnější Egnerova metoda a pro HM(g) Olsenova metoda.

L i t e r a t u r a

- ASLYNG, H. C.: The lime and phosphorus potentials of soils. Yearb. Roy. Veter. Agric. Coll., Copenhagen, 1954.
- BOULAIN, J.: L'histoire de la fertilization phosphatée en Europe. Quatr. Conf. Int. IMPHOS, Phosphore vie et environnement, Gent, Belgie, 1992.
- EGNER, H. et al.: Die Laktatmethode zur Bestimmung leichtlöslicher Phosphorsäure in Ackerböden. K. Lantbr.-Höghsk. Ann., 6, 1938.
- JOHNSTON, A. E.: The role of phosphorus in crop production and soil fertility. 4th Int. IMPHOS Conf. Phosphorus, life and environment, Gent, Belgie, 1992.
- MACHÁČEK, V.: Determination of releasing reserve of phosphorus from soil. Patent number: AO 247-986, 1986a.
- MACHÁČEK, V.: Determination of rate releasing of phosphorus from soil. Patent number: AO 247-522, 1986b.
- MACHÁČEK, V.: Ověření nové metody ke stanovení rychlosti uvolňování fosforu z půdy. Rostl. Výr., 32, 1986c (5): 473-480.
- MACHÁČEK, V.: Využití sorpčně-desorpčních přímek pro charakterizaci fosforu v hlavních typech půd ČR. Rostl. Výr., 39, 1993a (1): 1-12.
- MACHÁČEK, V.: Využití forem půdního fosforu pro charakteristiku výživného stavu černozemě. Rostl. Výr., 39, 1993b (9): 835-843.
- MEHLICH, A. et al.: New extractant for soil test evaluation of phosphorus, potassium, magnesium, calcium, sodium, manganese and zinc. Commun. Soil Sci. Pl. Ann., 9, 1978 (6): 477-492.
- MENGEL, K.: Phosphate dynamics in soils and efficiency of phosphate fertilizers. 4th Int. IMPHOS Conf. Phosphorus, life and environment, Gent, Belgie, 1992.
- NEUBERG, J. et al.: Komplexní metodika výživy rostlin. Praha, ÚVTIZ 1990.
- OLSEN, S. R. et al.: Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U.S. Dep. Agric. Stat., 1954: 39 s.
- PAVEL, L. et al.: Transport of solute with soil solution. Praha, VŠZ 1985.
- SMITH, P. A.: Phosphorus and industry: Present situation and trends in Europe. 4th Int. IMPHOS Conf. Phosphorus, life and environment, Gent, Belgie, 1992.

Došlo 18. 5. 1993

MACHÁČEK, V. (Research Institute for Crop Production, Praha-Ruzyně):
The evaluation of phosphorus regime of luvisol from two sites.
Rostl. Výr., 40, 1994 (2): 143-153.

Averages of the results from an annual observation of the long-term polyfactorial trial conducted in the years 1982 to 1987 were used for the evaluation of phosphorus regime of two types of luvisol originating from two sites. Hněvčevy (HM_i - illimerized luvisol) and Kostelec nad Orlicí [HM(g) stagnogleyic luvisol].

The soil was analyzed by the following methods:

- 1 available P (Egner et al., 1938; Olsen et al., 1954; Mehlich et al., 1978; 0.01M CaCl_2 - Aslyng, 1954).
- 2 The method with cation-exchanger regime, total forms: available P ($P_k + P_v$); mobile P (P_k); water-soluble P (P_v); (Macháček, 1986a).
- 3 Unstable forms: available P ($O_k + O_v$); mobile P (O_k); water-soluble P (O_v); (Macháček, 1986b).
- 4 Releasable forms: available P ($D_k + D_v = P_k + P_v - O_k + O_v$); mobile P ($D_k = P_k - O_v$); water-soluble P ($D_v = P_v - O_v$); (Macháček, 1986c).

The Egner's method has the highest relationships with phosphorus uptake on HMi soils out of the methods for determination of available phosphorus (Tab. II) and the Olsen's method on HM(g) soils. The most balanced differences on both the soils has the method after Mehlich II. These differences can be explained by means of the different pH value of soil which determines the forms of soil phosphorus. At pH 6.4 on HMi soil the release of Ca - P, Al - P, Fe - P is uniform, therefore, $P_k + P_v$, P_k and P_v forms are participating uniformly in the plant nutrition. At pH 5.6 on HM(g) soil Fe - P, Al - P forms a main proportion of the soil phosphorus comprised in P_k form. For this reason P_k and unstable form have the highest relations with phosphorus uptake than P_v and releasable forms.

The highest difference in mutual relationships between the methods (Fig. 2) was manifested on HM(g) soil compared with HMi soil (Tab. III), that is due to the different extractability of the forms of soil phosphorus (Fig. 1). The methods have the highest relationship on HMi soil with $P_k + P_v$ form, which is more affected by P_k form than by P_v form. Egner's method and CaCl_2 extraction on HM(g) soil predominantly extract P_v form and Olsen's method, in turn, by P_k form, and the method after Mehlich II extracts uniformly all forms of the soil phosphorus.

To calculate the relative increase in phosphorus content in soil within the dose ranging from 0 to 125 kg $\text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$ the equations of polynomial of the first order can be used and for the dose ranging from 0 to 183 kg $\text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$ the equations of polynomial of the second order (Tab. IV; Figs 1 to 4) can be applied. The phosphorus dose is manifested more markedly in the increase of phosphorus content in soil on HM(g) than on HMi soil. This is caused by higher buffering capacity and lower sorption of HMi than on HM(g) (Macháček, 1993). All dependences are more linear on HMi soil (Figs 1, 3, 5) than on HM(g) (Figs. 2, 4, 5). The reason consists again in releasability of phosphorus forms from soil.

To determine doses of P-fertilizers for both the subtypes of luvisol the method after Mehlich II and the indicator of the total available phosphorus ($P_k + P_v$) can be used which includes both the forms of soil phosphorus. For HMi the most suitable is Egner's method according to the methodology of the plant nutrition and for HM(g) Olsen's method. When using the method after Mehlich II, individual categories of soil supply distributed into the groups according to the soil pH values should not be considered. For individual methods categories of soil supply are presented in Tab. V.

Kontaktní adresa:

RNDr. Václav Macháček, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507,
161 06 Praha 6-Ruzyně

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

In this institute scientific journals dealing with the problems of agriculture and related sciences are published on behalf of the 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	pages
Rostlinná výroba (Plant Production)	12	96
Veterinární medicína (Veterinary Medicine)	12	64
Živočišná výroba (Animal Production)	12	96
Zemědělská ekonomika (Agricultural Economics)	12	96
Lesnictví (Forestry)	12	96
Zemědělská technika (Agricultural Engineering)	4	80
Ochrana rostlin (Plant Protection)	4	80
Genetika a šlechtění (Genetics and Plant Breeding)	4	80
Zahradnictví (Horticultural Science)	4	80
Potravinářské vědy (Food Sciences)	6	80

ENERGETICKÁ NÁROČNOST ORBY VE VZTAHU K FYZIKÁLNÍMU STAVU PŮDY PO RŮZNÝCH PLODINÁCH

F. Bauer, K. Římovský

Vysoká škola zemědělská, Brno

Jarní ječmen a silážní kukuřice ovlivnily rozdílným způsobem fyzikální a vláhový stav půdy. Při srovnání se stavem půdy po sklizni jarního ječmene bylo po sklizni silážní kukuřice prokázáno vyšší zhutnění hlubších vrstev ornice, což potvrdily vyšší hodnoty objemové hmotnosti redukované. Naopak příznivější obsah vody v ornici byl zaznamenán po sklizni jarního ječmene v porovnání se silážní kukuřicí. Souvisí to s celkovou nižší spotřebou vody v průběhu kratší vegetace této plodiny. Příznivější fyzikální a vláhový stav po sklizni jarního ječmene snížil při všech sledovaných hloubkách orby hodnoty měrného orebního odporu (k) oproti hodnotám tohoto ukazatele, které byly zjištěny při orbě po sklizni silážní kukuřice. Nejnižších hodnot dosáhl měrný orební odpor (k) po sklizni jarního ječmene při hloubce orby 0,14 až 0,17 m, po sklizni silážní kukuřice při hloubce orby 0,21 až 0,23 m. Měrný orební odpor ovlivnil i energetickou náročnost orby, danou měrnou orební spotřebou paliva (Q_o), která se zvyšovala s růstem jeho hodnot, za současného snížení výkonnosti orební soupravy (W). Cílevědomé využití poznatků o hodnotách uváděných parametrů orby a o faktorech, které je ovlivňují, umožňuje snížení energetické náročnosti základního zpracování půdy a dosažení úspor paliva.

Fyzikální stav půd ovlivňuje celá řada faktorů, např. obsah organických látek v půdě (Š o t á k o v á , 1982), její zrnitostní složení (N o v á k , 1953), peptizační účinek monovalentních kationtů z organických a průmyslových hnojiv (K l e p a l , 1978), chemismus půdy a jeho vliv na disperzitu a solvataci koloidních frakcí huminových kyselin (V a l l a , 1981), působnost dešťových srážek a infiltrace vody na dezagregaci půdní struktury a další. Mezi hlavní faktory patří i pěstované plodiny, které svou agrotechnikou, charakterem rostlinného pokryvu, ale zejména hloubkou a intenzitou zakořenění fyzikální stav půdy ovlivňují. Z tohoto hlediska zaujímají významné postavení jeteloviny a jetelotrávy (J ů v a , K r e j č í ř , 1974), které svojí kořenovou soustavou zlepšují strukturu půdy, a tím i její vzdušný a vláhový režim.

Fyzikální vlastnosti ornice pro pěstované plodiny upravujeme každoročně zpracováním půdy, zejména orbou (Š p i č k a , 1968), která od základu, v celém orničním profilu mění její fyzikální stav. Působnost orby a fyzikálního stavu ornice je však vzájemná, proto je vlastní orba v řadě svých ukazatelů ovlivňována i fyzikálními vlastnostmi půdy.

MATERIÁL A METODA

Orba byla hodnocena na pozemcích ZD Moravský Krumlov v podmínkách řepařského výrobního typu, proběhla po sklizni jarního ječmene (srpen) a silážní kukuřice (září) na střední hlinité hnědozemi degradované. Půdotvorný substrát tvoří hluboká spraš.

Půdní stav byl před orbou charakterizován objemovou hmotností redukovanou (metoda fyzikálních válečků podle Kopeckého, modifikace Nováka), půdní vlhkost byla vyjádřena v hmotnostních a objemových procentech. Při hloubkách orby po ječmeni 0,08; 0,12; 0,16; 0,20; 0,24 a 0,28 m a po kukuřici 0,16; 0,19; 0,22; 0,25; 0,28 a 0,31 m byl hodnocen měrný orební odpor (k), měrná orební spotřeba paliva (Q_o) a výkonnost orební soupravy (W).

Měrný orební odpor byl zjišťován orební soupravou tvořenou traktorem Zetor 7245 s tříradličným neseným pluhem PH1-434, vybaveným odhrnovačkami P1. Orební souprava byla tažena traktorem Zetor 12045, u kterého byla měřena tažná síla, prokluz hnacích kol a spotřeba paliva. Dále byla na traktoru Zetor 12045 měřena poloha regulační tyče a otáčky spalovacího motoru. Všechna měření probíhala při stejném režimu práce spalovacího motoru. Na pozemcích byl vybrán měřicí 50m úsek tak, aby před tímto úsekem byl dostatek místa a času na ustálení měřicích parametrů. Měřicí úsek byl v podélném i příčném směru rovný, hloubka a záběr pluhu byly měřeny po 5 m. Měrný orební odpor (k) byl vypočten podle vztahu:

$$k = \frac{F_{TS} - F_V}{B \cdot h} \quad (\text{kPa})$$

kde: F_{TS} - tažná síla traktoru (kN)

F_V - valivý odpor orební soupravy (kN); síla potřebná k tažení orební soupravy se zvednutým pluhem

B - záběr pluhu (m)

h - hloubka orby (m)

VÝSLEDKY

Fyzikální stav půdy, její vláhový režim a hlavní parametry orby byly sledovány v podmínkách stejné půdní zrnitosti po sklizni plodin jarního ječmene a silážní kukuřice, které jsou odlišné technologiemi pěstování.

Hodnocení fyzikálního stavu a obsahu vody v půdě

Byl potvrzen vliv plodin na fyzikální stav a obsah vody v ornici. Získané hodnoty sledovaných ukazatelů uvádí tab. I. Na základě těchto údajů lze charakterizovat fyzikální stav ornice na stanovišti I (po sklizni jarního ječmene) jako příznivý, se zvýšeným zhutněním půdy v podornici. Stejná tendence s vyšším zhutněním půdy v hloubce 0,30 m byla zjištěna i na stanovišti II (po sklizni silážní kukuřice). Hodnota objemové hmotnosti redukované $1,51 \text{ g.cm}^{-3}$ zeminy v hloubce 0,30 m prokazuje již

I. Hodnoty objemové hmotnosti redukované a půdní vlhkosti po sklizni jarního ječmene a silážní kukuřice – Values of bulk weight and soil moisture after the harvest of spring barley and silage maize

Stanoviště ¹	Hloubka odběru vzorku ² (cm)	Měrná hmotnost reduková ³ (g.cm ⁻³)	Vlhkost ⁴	
			obj. ⁵ %	hmotn. ⁶ %
I (jarní ječmen ⁷)	10	1,32	30,85	21,42
	20	1,34	24,35	16,45
	30	1,49	20,80	14,26
II (silážní kukuřice ⁸)	10	1,33	20,05	14,56
	20	1,34	16,95	9,05
	30	1,51	15,13	8,65

¹site, ²depth of sampling, ³specific reduced weight, ⁴moisture, ⁵volume %, ⁶weight %, ⁷spring barley, ⁸silage maize

II. Hodnoty sledovaných parametrů orby na stanovišti I (po sklizni jarního ječmene) – Values of investigated parameters of tillage at site I (following the harvest of spring barley)

Měření ¹	Čas ²	Spotřeba ³	Hloubka orby ⁴	Záběr pluhu ⁵	Prokluz ⁶	Síla odporu pluhu	Měrná spotřeba ⁸	Výkonost ⁹	Měrný, orební odpor ¹⁰	Otáčky motoru ¹¹
	<i>T</i> (s)	<i>Q</i> (ml)	<i>h</i> (m)	<i>B</i> (m)	(%)	<i>F_{TS}</i> (kN)	<i>Q_o</i> (ml.m ⁻³)	<i>W</i> (m ³ .h ⁻¹)	<i>k</i> (kPa)	<i>n</i> (min ⁻¹)
1	19,9	69,2	0,13	1,110	7,8	9,932	9,585	1300,9	68,828	2200
2	20,5	64,2	0,145	1,060	8,5	10,076	8,356	1350,9	65,556	2210
3	22,1	72,5	0,151	1,055	9,1	10,931	5,105	1295,5	68,617	2230
4	24,4	78,1	0,17	1,020	10,1	11,580	9,005	1280,5	66,782	2190
5	36,4	119,9	0,23	1,140	11,5	17,596	9,150	1295,1	67,109	2150
6	39,6	132,5	0,24	1,100	12,5	20,604	10,040	1200,0	75,050	2230
7	39,8	134,9	0,24	1,11	10,0	19,860	10,135	1203,8	74,860	2210
8	47,9	166,7	0,265	1,14	16,0	26,620	11,037	1133,4	85,850	2190
9	48,3	191,9	0,27	1,18	15,0	28,124	12,015	1188,3	88,270	2115
10	53,1	204,1	0,28	1,22	16,0	29,630	11,955	1156,1	86,730	2110

¹measurement, ²time, ³consumption, ⁴tillage depth, ⁵engagement of plough, ⁶slippage, ⁷power of plough resistance, ⁸specific consumption, ⁹efficiency, ¹⁰specific tillage resistance, ¹¹engine revolutions

III. Hodnoty sledovaných parametrů orby na stanovišti II (po sklizni silážní kukuřice) – Values of investigated parameters of tillage at site II (following the harvest of silage maize)

Měření ¹	Čas ²	Spotřeba ³	Hloubka orby	Záběr pluhu ⁵	Prokluz ⁶	Síla odporu pluhu	Měrná ⁸ spotřeba	Výkon ⁹	Měrný ¹⁰ orební odpor	Otáčky ¹¹ motoru
	<i>T</i> (s)	<i>Q</i> (ml)	<i>h</i> (m)	<i>B</i> (m)	(%)	<i>F_{TS}</i> (kN)	<i>Q_o</i> (ml.m ⁻³)	<i>W</i> (m ³ .h ⁻¹)	<i>k</i> (kPa)	<i>n</i> (min ⁻¹)
1	33,3	105,5	0,165	1,335	9,5	18,564	9,583	1190,8	84,27	2280
2	29,6	101,5	0,170	1,210	9,1	17,060	9,875	1250,1	82,93	2210
3	29,3	105,7	0,190	1,190	9,4	18,564	9,352	1389,5	82,10	2200
4	32,6	112,6	0,210	1,200	9,1	20,067	8,935	1390,9	79,63	2290
5	39,4	138,1	0,225	1,250	9,8	23,076	9,821	1285,3	82,05	2210
6	35,8	129,0	0,230	1,200	10,1	21,572	9,351	1388,9	78,16	2250
7	43,7	141,8	0,250	1,200	11,9	24,580	9,452	1235,1	91,03	2200
8	47,9	177,1	0,260	1,240	13,5	29,844	10,984	1211,1	92,57	2230
9	51,9	184,1	0,270	1,240	19,0	31,965	11,000	1159,5	95,47	2190
10	58,0	192,6	0,280	1,245	24,5	34,507	11,050	1080,9	98,989	2210
11	60,8	246,1	0,295	1,250	25,9	42,918	13,351	1090,5	116,39	2190
12	69,4	287,9	0,310	1,250	29,5	47,085	14,858	1005,1	121,51	2150

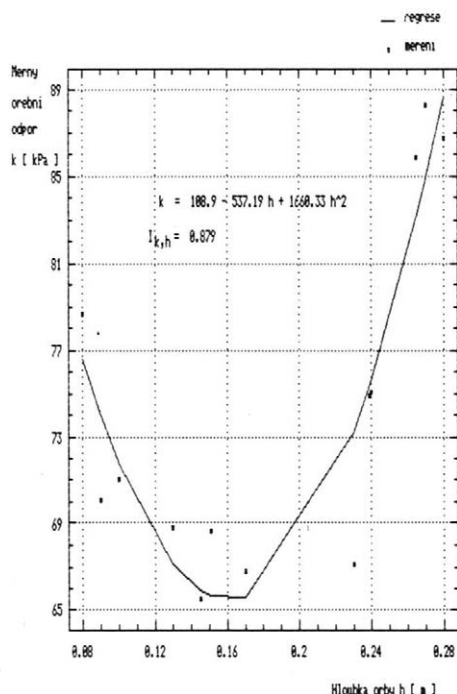
For 1 - 11 see Tab. II

významné zhuštění podorníci vzhledem k hodnotám tohoto ukazatele v hloubkách 0,10 a 0,20 m.

Průkazný rozdíl byl zjištěn na obou stanovištích ve vlhkosti ornice. Obsah vody v půdě po jarním ječmeni byl ve všech sledovaných hloubkách významně vyšší než po silážní kukuřici. V hloubce 0,10 m činilo snížení obsahu vody v půdě po kukuřici 35,01 %, v hloubce 0,20 m 30,39 % a v hloubce 0,30 m 27,26 %.

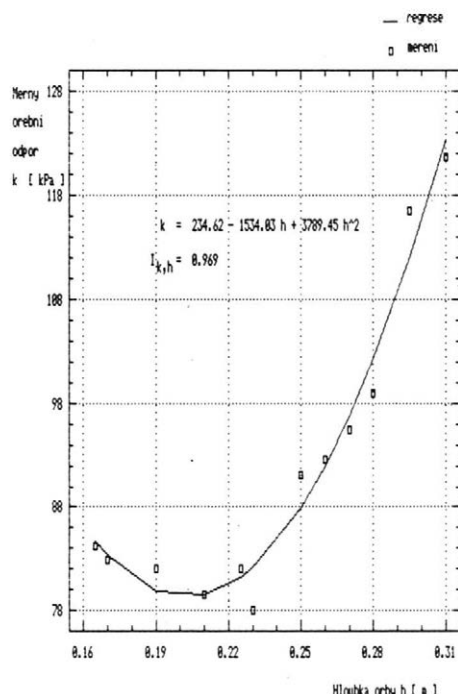
Hodnocení oreb

Z číselných údajů uvedených v tab. II a III a z grafického znázornění na obr. 1 a 2 lze učinit následovné závěry. Zhoršený fyzikální a vláhový stav ornice po sklizni silážní kukuřice se projevil zvýšením hodnot měrného orebního odporu a energetické náročnosti orby za současného snížení výkonnosti orební soupravy. Po obou předplodinách se měrný orební odpor snižoval s přibývajícím hloubkou orby. Nejnižší hodnoty dosáhl po jarním ječmeni při hloubce orby v rozmezí 0,14 až 0,17 m, po silážní kukuřici při hloubce orby 0,21 až 0,23 m. Od těchto hloubek se měrný orební odpor



1. Závislost měrného orebního odporu na hloubce orby (stanoviště I) – Dependence of specific tillage resistance on the depth of tillage (site I)

regrese - regression
měření - measurement



2. Závislost měrného orebního odporu na hloubce orby (stanoviště II) – Dependence of specific tillage resistance on the depth of tillage (site II)

zvyšoval. Nejvyšší hodnota tohoto ukazatele korespondovala na obou stanovištích s nejhlubší orbou.

S hodnotami měrného orebního odporu přímo souvisela i měrná orební spotřeba paliva. Při hloubkách orby s nejmenším orebním odporem činila její průměrná hodnota 8,68 až 9,37 ml.m⁻³ zorané půdy. Při srovnání s nejvyšší hloubkou orby 0,26 až 0,28 m po jarním ječmeni a 0,28 až 0,31 m po silážní kukuřici došlo ke zvýšení měrné orební spotřeby paliva, v prvním případě o 34,45 %, ve druhém případě o 39,70 %.

Zcela opačný trend vykazovala výkonnost orební soupravy. Se vzrůstající hodnotou měrného orebního odporu její výkonnost klesala. Nejvyšší výkonnost orební soupravy byla na obou stanovištích zaznamenána při hloubkách orby s nejnižším orebním odporem (po jarním ječmeni při hloubce 0,14 až 0,17 m, po silážní kukuřici při hloubce orby 0,21 až 0,23 m). Výkon orební soupravy při větších hloubkách orby (0,26 až 0,28 m a 0,28 až 0,31 m) se v prvním případě snížil o 19,53 %, ve druhém případě o 14,44 %.

DISKUSE

Rozdíly ve fyzikálním stavu půdy a její vlhkosti po sklizni jarního ječmene a silážní kukuřice vyplývají z odlišnosti v pěstování těchto plodin, v délce jejich vegetační doby, v charakteru rostlinného pokryvu a v intenzitě prokořenění půdy, resp. v rozdílné spotřebě vody apod.

Zhoršený fyzikální stav ornice po sklizni silážní kukuřice odpovídá obecně platným poznatkům o obtížně prováděné orbě i ztížené přípravě seťového lůžka po této plodině, zejména při nižší půdní vlhkosti. Tuto skutečnost potvrzují např. Š i m o n , Z i m o v á (1974). Významně nižší obsah vody v půdě po sklizni silážní kukuřice při srovnání s obsahem vody v půdě po sklizni jarního ječmene vyplývá z vyšší spotřeby vody silážní kukuřicí v průběhu její delší vegetační doby. Š á l e k (1976) uvádí, že silážní kukuřice vykazuje oproti jarnímu ječmeni v podmínkách řepářského a kukuřičného výrobního typu vyšší spotřebu vody v průměru o 47 %.

Zjištěné hodnoty měrného orebního odporu závislé na hloubce orby v návaznosti na měrnou spotřebu paliva a výkonnost orební soupravy prokazují, že z hlediska možnosti snížení energetické náročnosti orby je v daných půdních podmínkách nejvýhodnější střední hloubka orby, po obilninách v rozmezí 0,15 až 0,17 m, po silážní kukuřici 0,21 až 0,23 m.

ZÁVĚR

Byl potvrzen vliv pěstovaných plodin na fyzikální stav a vláhový režim ornice, následně pak na hodnoty sledovaných parametrů orby (měrný orební odpor, měrná orební spotřeba paliva a výkonnost orební soupravy).

Poznatky, které byly získány při hodnocení orb po různých předplodinách, mohou přispět při navrhování systémů základního zpracování půdy v rámci osevních sledů ke snížení energetické náročnosti orby při současném zvýšení výkonnosti orebních souprav. Zemědělské podniky mohou tak racionálním způsobem dosáhnout ekonomicky významných úspor.

L i t e r a t u r a

- J Ů V A , K. - K R E J Č Í Ř , J.: Zúrodnění zemědělské půdy. Praha, SZN 1974: 340 s.
K L E P A L , M.: Koncovky živočišné velkovýroby a životního prostředí. In: Sbor. ČSVTS, Hydrolýza - progresivní koncovka živočišné velkovýroby, Brno, 1978: 3-44.
N O V Á K , V.: Půdoznalství. Díl I - III. Praha, SPN 1953: 338 s.
S O T Á K O V Á , S.: Organická hmota a úrodnost půdy. Bratislava, Příroda 1982: 234 s.
Š I M O N , J. - Z I M O V Á , D.: Zkušenosti s uplatňováním bezorebního systému u hlavních polních plodin. Praha, ÚVTI 1974: 95 s.
Š Á L E K , J.: Závlahové a odvodňovací stavby. Brno, VUT 1976: 132 s.
Š P I Č K A , A.: Kniha o půdě. 3. Zpracování půdy. Praha, SZN 1968: 231 s.
V A L L A , M.: Stupeň disperzity, solvace a tvar koloidních partikulí huminových kyselin. Rostl. Vyr., 27, 1981 (5): 475-481.

Došlo 5. 8. 1993

BAUER, F. - ŘÍMOVSKÝ, K. (University of Agriculture, Brno):

Energy demandingness of the tillage in relation to physical conditions of soil.

Rostl. Výr., 40, 1994 (2): 155-161.

Comparing the soil after the spring barley harvest with that after silage maize the worsening of its physical conditions was recorded. Except for the above-mentioned fact, the tillage exhibited in this case also worsened moisture conditions (Tab. I).

Less favourable physical and moisture conditions of topsoil after silage maize affected during tillage the values of measured energy and efficiency parameters of tillage (Tabs II and III). Specific tillage resistance (k) and specific tillage fuel consumption (Q_o) increased with the simultaneous reduction in efficiency of tillage aggregate (W).

The values of investigated energy and efficiency parameters of tillage were affected by the depth of the tillage. Following both the forecrops the values of specific tillage resistance and specific tillage fuel consumption were higher with shallow and very deep tillage. The lowest values of these parameters were exhibited medium-deep tillage (0.14 to 0.17 m), after the harvest of spring barley, deeper tillage (0.21 to 0.23 m) after silage maize.

The knowledge of the factors influencing the energy demandingness of tillage and its purposeful use in the system of basic soil cultivation within the proposed crop rotations permits to reduce the fuel consumption and to achieve marked savings in the economy of a farm.

Kontaktní adresa:

Doc. ing. František Bauer, CSc., Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1, 613 00 Brno

ADVERTISEMENT

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

For more detailed information, please contact:

ROSTLINNÁ VÝROBA

attn. RNDr. E. Stříbrná

Ústav zemědělských a potravinářských informací

Slezská 7

120 56 P r a h a 2

DISTRIBUCE SELENU V ROSTLINÁCH OVSA SETÉHO BĚHEM ONTOGENEZE

V. Koutník¹, H. Dočekalová²

¹Vysoká škola zemědělská, Brno

²Výzkumný ústav veterinárního lékařství, Brno

Cílem práce bylo zjistit rozložení selenu v rostlinné biomase ovsa setého (*Avena sativa* L.), určit cesty pohybu tohoto prvku a jeho kumulaci v jednotlivých orgánech v rámci ontogeneze. Pokus byl realizován ve vegetační hale s využitím Mitscherlichových nádob. Získané výsledky ukazují, že hmota kořenového systému obsahuje více selenu než prýty, které dosahují během vegetace vyšší koncentraci daného elementu v listech než ve stéblech. Ke konci vegetace byly nalezeny vyšší obsahy selenu v zelených částech rostlin oproti suchým. Z vegetativních orgánů obsahují nejvíce sledovaného prvku praporcové listy. Analýzy nadzemních částí rostlin v plné zralosti svědčí o nejnižších hodnotách selenu v plevách, následují stébla, listy a nejvíce zájmového prvku je v znu.

V rostlinném systému je selen distribuován do jednotlivých orgánů, které mají různou schopnost kumulace. Sima, Gissel-Nielsen (1985) uvádějí, že brambory hromadí v natí pětikrát více selenu než v hlízách. Informace o pohybu selenu a jeho distribuci v rostlinách jsou důležité z hlediska vstupu tohoto elementu do potravních řetězců živočichů a člověka. Různé formy selenových sloučenin jsou rostlinami přijímány odlišnou intenzitou (Gupta et al., 1982), přičemž Se^{VI} (SeO_4^{2-}) vstupuje do rostlinného systému aktivněji než Se^{IV} (SeO_3^{2-}).

Při nedostatku selenu v půdách je možné rostliny přihnojit (Gissel-Nielsen, 1985). Tím lze dosáhnout vyšší koncentrace v jednotlivých orgánech rostlin a následně také intenzivnějšího vstupu tohoto významného prvku do živočišného organismu (Watkinson, 1983) nebo do lidského těla (Salonen et al., 1985). Naopak příliš vysoké koncentrace selenu v půdách mohou vytvořit toxické hladiny v rostlinné hmotě (Archer, 1983). Selen stejně jako řada jiných prvků má při nízkých koncentracích pro živé organismy esenciální účinky a je pro zdravý vývoj nezbytný, ale při vysokých koncentracích působí škodlivě (Kvíčala, 1991).

Cílem práce je zjistit rozložení a pohyb selenu zejména v nadzemních částech rostlin ovsa setého během celého vegetačního období.

MATERIÁL A METODA

Výzkum byl řešen ve vegetační hale v areálu VŠZ v Brně. V roce 1990 byl založen pokus 1 a v roce 1991 pokus 2 vždy s rostlinami ovsa setého vegetujícími v Mitscherlichových nádobách. Použitá zemina druhu hlinitopísčitého obsahovala

1,39 % humusu, pH/KCl 7,25. Koncentrace selenu činila $0,15 \text{ mg.kg}^{-1}$ (digesce HNO_3 , $c = 2,0 \text{ mol.l}^{-1}$). Agrochemickým rozbořem bylo stanoveno v jemnozemi (mg.kg^{-1}) 94,8 P (Egner), 297,3 K (Schachtschabel), 100,0 Mg (Schachtschabel). Pro každý pokus bylo naplněno 60 nádob uvedenou zemínou o hmotnosti odpovídající 6,0 kg sušiny. Selen byl aplikován ve formě pentahydrátu seleničitanu sodného ($\text{Na}_2\text{SeO}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$, p. a., Analytikon, Praha, ČR) jako vodný roztok do půdy.

Pokus 1 (P/90)

Pro vyrovnání obsahu živin bylo aplikováno před vysetím 1,51 g N (NH_4NO_3), 0,22 g P ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), 0,74 g K (KCl). Bylo vyseto 15 zrn ovsa setého odrůdy Pan. Použitím seleničitanu sodného pentahydrátu jsme vytvořili pět variant - varianta B s přídatkem 3, C - 6, D - 12, E - 24 mg Se.kg^{-1} . Varianta A představovala kontrolu bez přídatku selenu. Po vzejití byl redukován počet rostlin na jednotných 12 kusů. Během vegetace bylo aplikováno 0,25 g N (DAM 390) na nádobu a Calixin proti chorobě padlí travní (*Erysiphe graminis* DC).

Pokus 2 (P/91)

Byly použity stejné dávky i formy hnojiv s tím, že i N se vnesl do nádoby jednorázově v dávce 2,41 g jako NH_4NO_3 . Zrno stejné odrůdy bylo vyseto v počtu 25 kusů, odstupňovaná dávka $\text{Na}_2\text{SeO}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ vytvořila varianty A - bez přídatku selenu, B - 5, C - 10, D - 15, E - 20 mg selenu jako přídatek na 1 kg zeminy (sušiny). Počet vzešlých jedinců nebyl redukován na jednotný počet, neboť snahou byla také eliminace jakéhokoli zásahu do organizace porostu a vytvoření podmínek, které se ustavily spontánně v závislosti na koncentraci selenu v půdě. Smyslem použití odlišných dávek selenu u P/91 bylo rozšíření stupnice koncentrací, resp. její doplnění.

U obou pokusů se během vegetace udržovala 60% hodnota maximální vodní kapacity, porosty všech variant byly sklizeny po dvou opakováních v hlavních etapách ontogeneze (1. odběr - odnožování, 2. odběr - sloupkování, 3. odběr - metání, 4. odběr - kvetení, 5. odběr - mléčná zralost, 6. odběr - plná zralost). Rozbor kořenové hmoty byl proveden u P/91 při 1., 3. a 6. odběru. Vzorky z každého opakování byly analyzovány dvakrát, tj. čtyři rozbořy na variantu a odběr.

Selen v rostlinném materiálu (prýty - celková nadzemní část biomasy, listy, stébla, zrno, plevy a hmota kořenového systému) byl stanoven metodou AAS, hydridovou technikou na přídatném zařízení MHS-10 ve spojení s přístrojem Perkin-Elmer, AAS model 4000 (D o č e k a l o v á, 1990). Vzorky byly před stanovením skropeny koncentrovanou HNO_3 a nasyceným roztokem $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, vysušeny a následně spáleny v muflové peci při teplotě 490°C . Popel byl rozpuštěn v HCl (1 : 1). Údaje z analýz ($\mu\text{g Se.g}^{-1}$ sušiny) byly vyhodnoceny počítačem PC/AT, programovým systémem Statgrafic v. 4. 0. U 1. odběrů pokusu 1 a 2 nebyly analyzovány zvlášť listy a stébla pro ranost porostu. Pro P/90 (pokus 1) odpovídají varianty A/90, B/90, C/90, D/90, E/90, pro P/91 (pokus 2) varianty A/91, B/91, C/91, D/91, E/91.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Hmoty kořenového systému

Během vegetace dochází k nárůstu obsahu selenu v kořenech u variant A/91, B/91, C/91, varianty D/91 a E/91 vykazují spíše opačnou tendenci, která se dále objevuje i v prýtech a lze ji nazvat jako blokační mechanismy rostliny pro příjem daného prvku. Hodnoty selenu v kořenech jsou uvedeny v tab. I. Čím je vyšší koncentrace selenu v půdě, tím dochází během vegetace k méně výraznému zvýšení koncentrace v kořenech. U kontrolní varianty A/91 je nárůst obsahu selenu o 23,86 %, B/91 o 14,76 %, C/91 o 4,49 %. Naopak varianty D/91 a E/91 ukazují na stagnaci, v detailu dokonce na snížení obsahu selenu, ale bez statistické průkaznosti.

I. Průměrné hodnoty Se v hmotě kořenového systému ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ sušiny); pokus 2 – Average Se values in the mass of root system ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ of dry matter); experiment 2

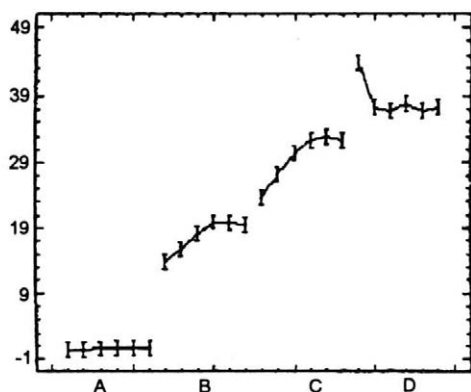
Odběr ¹	Varianta ²				
	A	B	C	D	E
1.	0,76	105	178	246	284
3.	0,79	112,5	181	234,5	268
6.	0,94	120,5	186	244,5	281,5

¹sampling, ²treatment

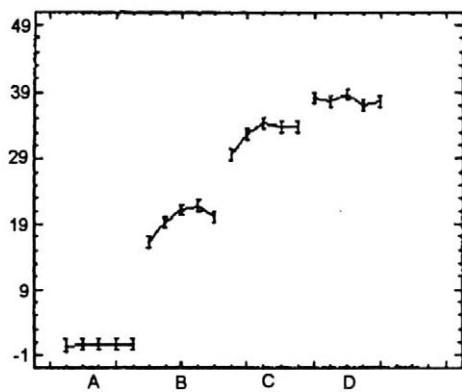
Rostliny přijímají kořenovým systémem selen v podobě selenanu (Se^{VI}) a seleničitanu (Se^{IV}) (Clarkson et al., 1991). Se^{VI} vstupuje rychleji do rostlinného systému než Se^{IV} (Archer, 1983; Sima, Gissel-Nielsen, 1985). Při hodnotách pH < 6 je v půdách převážně Se^{IV} , v alkalických půdách pak Se^{VI} . V pokusech s půdou o pH 7,25 lze předpokládat, že seleničitan přechází na selenan.

Listy

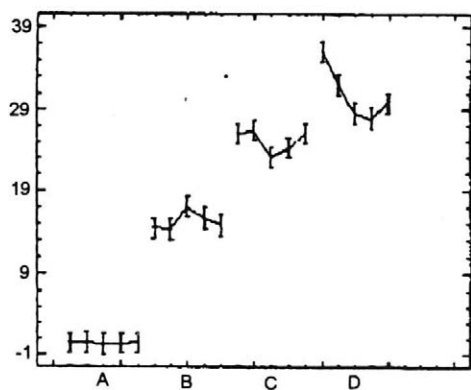
Selen je v nejvyšších koncentracích právě ve fotosynteticky aktivních částech rostlin. U 3. odběru, kdy rostliny byly ve všech částech sytě zelené, nejsou výrazné rozdíly mezi listy ve spodní, střední a horní části rostliny (obr. 4 a 10), ale v době, kdy oves setý má horní listy zelené, aktivní a spodní zaslé (5. odběr), jsou signifikantní rozdíly mezi praporcovým listem a zaslými listy ve spodních částech rostliny (obr. 5 a 11). Např. pro pokus 2 je obsah selenu ve fotosynteticky aktivních listech vyšší proti zaslým spodním listům u varianty A o 46 %, B o 35 %, C o 68 % a D o 55 %. Hodnoty jsou uvedeny v tab. II. Srovnáme-li koncentraci selenu listů spodního patra ze 3. a 5. odběru, je zřetelná stagnace u kontroly, ale u variant s vyšším obsahem selenu v půdě převažuje pokles koncentrace během vývoje. To může ukazovat na skutečnost, že selen, který je přijímán jako anorganická forma SeO_4^{2-} a SeO_3^{2-} , se částečně přeměňuje na organickou formu (Kleňha, 1966) a část zůstává v anorganické mobilní podobě (Clarkson et al., 1991), která se pravdě-



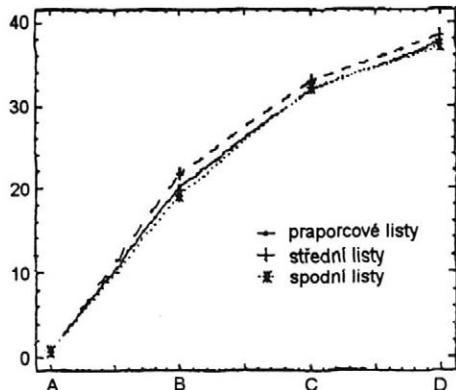
1. Dynamika Se v prýtech během ontogeneze (pokus 1) – Dynamics of Se in shoots during ontogenesis (experiment 1)



2. Dynamika Se v listech během ontogeneze (pokus 1) – Dynamics of Se in leaves during ontogenesis (experiment 1)



3. Dynamika Se v stéblech během ontogeneze (pokus 1) – Dynamics of Se in culms during ontogenesis (experiment 1)

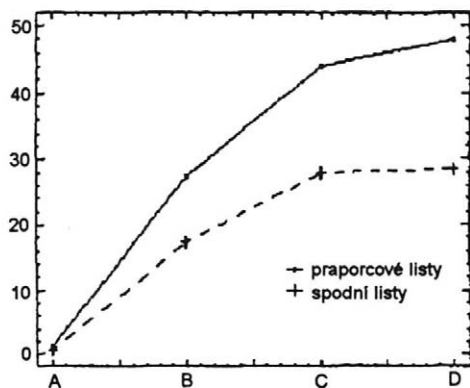


4. Porovnání koncentrace Se v listech u 3. odběru (pokus 1) – Comparison of Se concentration in leaves in the 3rd sampling (experiment 1)

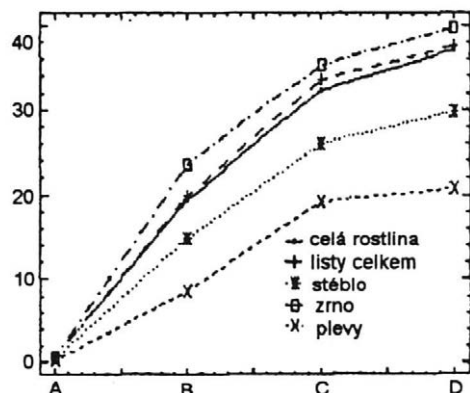
podobně dále pohybuje ve směru toku fotosyntetických produktů. Obsah selenu v listech celkem během ontogeneze narůstá (obr. 2 a 8).

Stébla

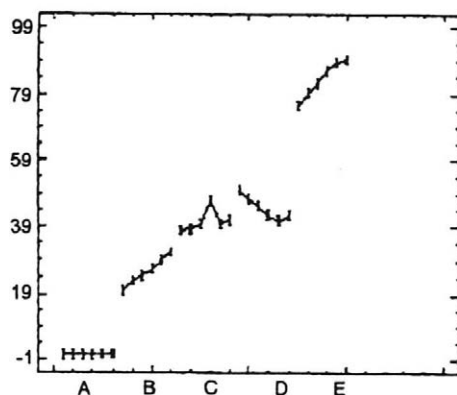
Stébla hromadí výrazně méně selenu oproti listům, dynamika pohybu je obdobná, případně doplňuje listy (obr. 3 a 9). Podobně jako v případě listů u variant s vysokým obsahem selenu v půdě (varianta D/90, C/91, D/91), je zřejmý opět blokační mechanismus rostlin ve smyslu zachování normálního vývoje, tzn. s tvorbou generativních orgánů a s obdobným habitem. Varianty E/90 a E/91 vytvořily pro oves setý silně fyto toxické prostředí. V prvním případě (P/90) nejprve rostliny E/90 vykazovaly



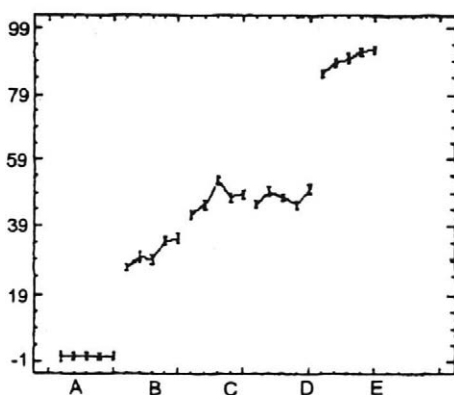
5. Porovnání koncentrace Se v listech u 5. odběru (pokus 1) – Comparison of Se concentration in leaves in the 5th sampling (experiment 1)



6. Porovnání koncentrace Se v jednotlivých částech rostlin u 6. odběru (pokus 1) – Comparison of Se concentration in different parts of plants in the 6th sampling (experiment 1)



7. Dynamika Se v prýtech během ontogeneze (pokus 2) – Dynamics of Se in shoots during ontogenesis (experiment 2)

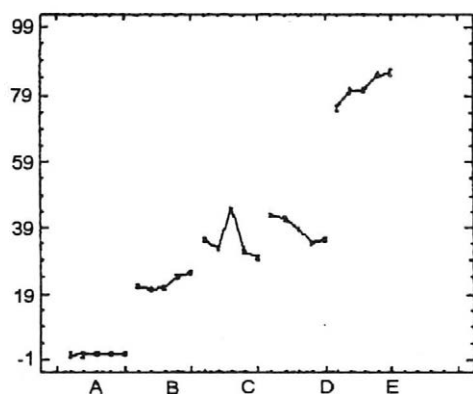


8. Dynamika Se v listech během ontogeneze (pokus 2) – Dynamics of Se in leaves during ontogenesis (experiment 2)

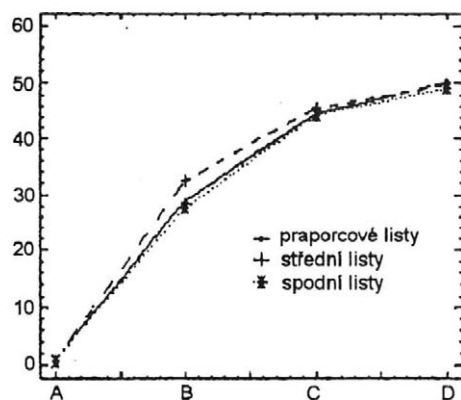
nanismus a následně zaschly - nefigurují ve výsledcích, v P/91 byly rostliny E/91 značně opožděné, nevyvinuté a bez tvorby generativních orgánů.

Zrno

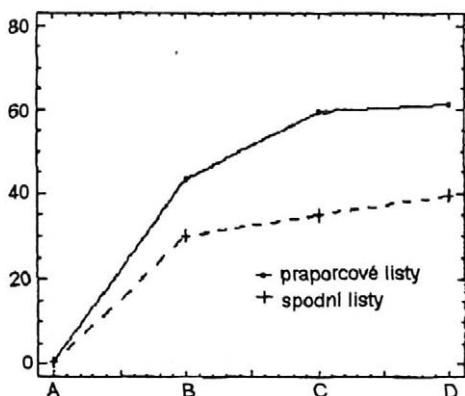
V konečné fázi ontogeneze dochází k hromadění selenu v zrně, ve kterém byly analyzovány nejvyšší koncentrace v rámci nadzemní biomasy. Naopak plevy a pluchy obsahovaly nejméně selenu. Tato skutečnost podporuje domněnku, že selenové sloučeniny se pohybují v souladu s asimiláty s následnou kumulací v zrně. Nárůst koncentrace selenu v generativních částech je výrazný (tab. III). Distribuce selenu v rostlinách ovsa setého v plné zralosti je uvedena na obr. 6 a 12.



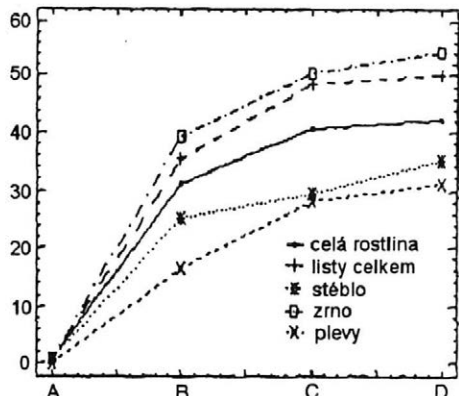
9. Dynamika Se v stéblech během ontogeneze (pokus 2) – Dynamics of Se in culms during ontogenesis (experiment 2)



10. Porovnání koncentrace Se v listech u 3. odběru (pokus 2) – Comparison of Se concentration in leaves in the 3rd sampling (experiment 2)



11. Porovnání koncentrace Se v listech u 5. odběru (pokus 2) – Comparison of Se concentration in leaves in the 5th sampling (experiment 2)



12. Porovnání koncentrace Se v jednotlivých částech rostlin u 6. odběru (pokus 2) – Comparison of Se concentration in different parts of plants in the 6th sampling (experiment 2)

Vysvětlivky k obr. 1 - 12 - Explanations to Figs 1 - 12:

osa x - varianta (odběr) - x axis - treatment (sampling)

osa y - koncentrace Se ($\mu\text{g.g}^{-1}$ sušiny) - y axis - Se concentration ($\mu\text{g.g}^{-1}$ of dry matter)

praporcové listy - top leaves

střední listy - middle leaves

spodní listy - lower leaves

celá rostlina - whole plant

listy celkem - leaves total

stéblo - culm

zrna - grain

plevy - husks

II. Průměrné hodnoty Se v listech různých pater ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ sušiny) – Average Se values in leaves of different storeys ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ of dry matter)

Pokus ¹	Odběr ²	Varianta ³				
		listy ⁴	A	B	C	D
1	3.	horní ⁵	0,64	20,2	31,9	37,5
		střední ⁶	0,63	21,6	33,1	38,5
		spodní ⁷	0,62	19,1	32,2	37,1
	5.	horní	1,12	27,3	43,9	47,9
2	3.	spodní	0,68	17,2	27,8	28,3
		horní	0,61	28,9	44,6	50,3
		střední	0,59	32,4	45,5	49,9
	5.	spodní	0,58	27,5	44,1	49,0
		horní	0,92	41,3	59,3	61,4
		spodní	0,63	30,4	35,1	39,6

¹experiment, ²sampling, ³treatment, ⁴leaves, ⁵top, ⁶middle, ⁷lower

III. Průměrné hodnoty Se v generativních orgánech ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ sušiny) – Average Se values in generative organs ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ of dry matter)

Pokus ¹	Odběr ²	Varianta ³			
		A	B	C	D
1	4.	0,39	17,6	26,7	32,5
	6.	0,78	23,5	35,3	39,7
2	4.	0,36	16,5	30,5	28,8
	6.	0,84	39,2	50,4	54,3

For 1 - 3 see Tab. II

Při vyšších koncentracích selenu v půdě tento prvek oves setý méně využívá (koncentrační koeficient uvádějí obr. 4, 5, 6, 10, 11 a 12), což může mít vztah k uvedeným blokačním mechanismům. Určitá koncentrace selenu v rostlinném pletivu (kolem $40 \mu\text{g Se}\cdot\text{g}^{-1}$ sušiny) neumožňuje u normálně se vyvíjejících rostlin další nárůst tohoto prvku (obr. 1 a 7). Tento stav lze vysvětlit Epstein-Hagenovou teorií přenašečů (Š e b á n e k et al., 1983). V tomto případě může jít o kompetitivní vztah se sírou, resp. soutěžení selenu a síry o membránový přenašeč. Na počátku obou pokusů byly všechny rostliny variant s přídatkem selenu opožděné. Opoždění vývoje

roślin bylo úměrné půdní koncentraci selenu v podobě SeO_3^{2-} . V alkalických půdách dochází k oxidaci SeO_3^{2-} na SeO_4^{2-} (Cotton, Wilkinson, 1973; Clarkson et al., 1991). Přítomnost vyšších koncentrací SeO_4^{2-} bude mít vztah ke kompetitivě se SO_4^{2-} , které jsou v půdách dostatečně zastoupeny. SeO_4^{2-} pak nejsou přijímány ani rozváděny rostlinným systémem. Následný nárůst biomasy může způsobit snížení koncentrace selenu, jak je tomu u varianty D/90, případně D/91 (obr. 1, 3, 7 a 9). Varianta E/91 s výraznou fyto toxicitou neodpovídá normálnímu vývoji.

Poměr obsahu selenu v nadzemních částech a v hmotě kořenového systému (tab. IV) je širší při vyšších hodnotách sledovaného prvku v půdě (neodpovídá varianta E/91). V tomto smyslu je zajímavá skutečnost, že prýty rostlin D/91 (přídavek 15 mg Se.kg^{-1}) nezvyšují koncentraci tohoto prvku během ontogeneze. S tím souhlasí i poměry selenu v prýtech a kořenech.

Oba pokusy se navzájem doplňují a současně pokus 2 reprodukuje výsledky pokusu 1. Studovaný prvek se v rostlinách ovsa setého distribuuje během ontogeneze v různém množství nejen do jednotlivých orgánů, ale byly také nalezeny i výrazné rozdílné obsahy v rámci jednoho orgánu (listy). V rostlinách figuruje jak nepohyblivá, tak i pohyblivá forma selenu, přičemž před zasycháním rostlinných pletiv se pohyblivá složka stěhuje do fotosynteticky aktivních částí rostlin. Výrazné rozdíly v obsahu selenu v praporcových a zaschlých spodních listech mohou podpořit toto konstatování.

Značný nárůst koncentrace selenu v generativních orgánech během vývoje rostlin ukazuje na pohyb zájmového prvku v souladu s fotosyntetickými produkty

IV. Poměry průměrných koncentrací Se v prýtech a hmotě kořenového systému ($\mu\text{g.g}^{-1}$ sušiny); pokus 2 – Relations of average Se concentrations in shoots and in the mass of root system ($\mu\text{g.g}^{-1}$ of dry matter); experiment 2

Odběr ¹	Varianta ²	Prýty ³	Kořeny ⁴	Poměr ⁵
1.	A	0,47	0,76	1 : 1,61
	B	19,6	105	1 : 5,35
	C	37,8	178	1 : 4,70
	D	50,5	246	1 : 4,92
	E	75,7	284	1 : 3,75
6.	A	0,72	0,94	1 : 1,30
	B	31,3	120,5	1 : 3,84
	C	40,6	186	1 : 4,58
	D	42,4	244,5	1 : 5,76
	E	89,6	273,5	1 : 3,05

For 1, 2 see Tab. I, ³shoot, ⁴roots, ⁵ratio

s následným hromaděním v znu, které obsahuje nejvíce selenu v rámci nadzemní biomasy. Na konci ontogeneze je posloupnost koncentrace selenu v nadzemní biomase následovná: plevy a pluchy vykazují nejnižší koncentrace, následují stébla, potom listy a nejvíce selenu je v znu. V hmotě kořenového systému byly analyzovány vyšší obsahy oproti nadzemním částem. Při vyšším obsahu selenu v půdě je širší poměr koncentrace studovaného prvku v nadzemních částech rostlin a v kořenech.

Podrobné poznání distribuce selenu u zemědělských plodin je jedním z předpokladů pro vstup dostatečného množství tohoto důležitého prvku do živočišného a lidského organismu.

L i t e r a t u r a

ARCHER, F. A.: Trace elements in soils, crops and forages. Agric. Group Symp. J. Sci. Fd agric., 34, 1983: s. 49.

CLARKSON, T. W. - FISHBEIN, L. - MALLINCKRODT, M. G. - PISCATOR, M. - SCHLIPKOTTER, H. W. - STOEPLER, M. - STUMM, W. - SUNDERMAN, W.: Metals and their compounds in the environment. New York, Basel, Cambridge, 1991: s. 1168.

COTTON, F. A. - WILKINSON, G.: Anorganická chemie. Praha, Academia 1973: s. 366, 535.

DOČEKALOVÁ, H.: Modifikátory pro přímé stanovení selenu v tělních tekutinách atomovou absorpční spektrometrií. [Kandidátská dizertace.] Brno, 1990: 83-86. - Masarykova univerzita.

GISSEL-NIELSEN, G.: Selenium in soils and plants. 3. Int. Symp. Stockholm, 1985.

GUPTA, U. C. - MC RAE, K. B. - WINTER, K. A.: Effect of applied selenium on the selenium content of barley and forages and soil selenium depletion rates. Can. J. Soil Sci., 62, 1982: 145-154.

KLEŇHA, J.: Biochemie selenu. Chem. Listy, 12, 1966 (60): 1662-1680.

KVÍČALA, J.: Trace elements in man and animals. 7th Int. Symp. Dubrovnik, 1990, Bul. Čs. Spol. Biochem., 1, 1991: s. 24.

SALONEN, J. T. - SALONEN, R. - LAPPETELAINEN, R. - MAENPAA, P. H. - ALTHAN, G. - PUSKA, P.: Risk of cancer in relation to serum concentrations of selenium and vitamins A and E. Brit. med. J., 290, 1985: s. 417.

SIMA, P. - GISSEL-NIELSEN, G.: Spraying of crops with selenium. Acta Agric. scand., 35, 1985: 161-164.

ŠEBÁNEK, J. - GRÉC, L. - JAVOR, A. - ŠVIHRA, J.: Fyziologie rostlin. Praha, SZN 1983: s. 225.

WATKINSON, J. H.: Production of selenium deficiency in grazing animals by annual topdressing of pasture with sodium selenate. N. Z. veter. J., 31, 1983: 78-85.

Došlo 7. 5. 1993

KOUTNÍK, V. - DOČEKALOVÁ, H. (University of Agriculture, Brno; Research Institute for Veterinary Medicine, Brno):

Selenium distribution in oat plants sown during ontogenesis.

Rostl. Výr., 40, 1994 (2): 163-172.

For a sufficient intake of selenium (Se) into animal or human organisms it is necessary to know, beside other facts, the movement and cumulation of Se in agricultural crops. Two experiments were carried out during 1990 and 1991 at the University of Agriculture, Brno. Distribution of Se was observed in oats (*Avena sativa*). Each experiment included

60 vegetation pots with five treatments where different Se concentrations were applied into the soil. Sodium selenite ($\text{Na}_2\text{SeO}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$) in the form of water solutions was used. The following treatments were used in the experiments:

Experiment 1: A - Se-free control, B - 3 mg Se/kg, C - 6 mg Se/kg, D - 12 mg Se/kg, E - 24 mg Se/kg.

Experiment 2: A - Se-free control, B - 5 mg Se/kg, C - 10 mg Se/kg, D - 15 mg Se/kg, E - 20 mg Se/kg.

The original Se content in the soil was 0.15 mg/kg, pH/KCl 7.25, humus content was 1.39 %, a clay-sand type of soil was used. Based on the results of agrochemical soil testing, N, P and K were applied for obtaining the nutrient balance. Samples for analyses were taken during the main phases of onthogenesis. Se content was determined in roots, shoots, leaves, culms, grain and husks by the hydride technique of atomic absorption spectrometry using Perkin-Elmer 4000 (D o č e k a l o v á , 1990). Plant material was mineralized with HNO_3 and $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, followed by ashing in muffle furnace. The results were evaluated by PC/AT, program system Statgrafic v. 4. 0.

At higher concentrations of Se in the soil, broader concentration ratio of the element is found in shoots and roots (it is not the case of phytotoxic concentrations, when plants are dwarf, without formation of generative organs - treatment E). Se content in the roots is significantly higher than that in the upper parts of the plants (Tab. IV). At the end of onthogenesis Se content is lowest in husks and gradually higher in culms, leaves and grain (Figs 6 and 12). During the vegetation period the concentration of Se in shoots is increasing, but in treatment D blocking mechanisms of Se intake occurs in plants (Figs 1 and 7). Stagnation or even the decrease of Se concentration in the plant matter is likely due to the competitive relation between SeO_4^{2-} and SO_4^{2-} , what can be explained by the Epstein-Hagen theory (Š e b á n e k et al., 1983). During the vegetation period SeO_3^{2-} are oxidized to SeO_4^{2-} in soil of alkaline character (C l a r k s o n et al., 1991).

Higher concentration of Se are found in green leaves compared with dry ones. At the beginning of onthogenesis, when all the leaves are fresh green, Se content is nearly the same, but at the end of vegetation period, when the lower leaves are getting dry, significant differences are recorded between the upper and lower leaves (Figs 4, 5, 10 and 11). Se is moving in the direction of the flow of photosynthetic products accumulated in the grain. Within the shoots, the highest concentration of Se is in the generative organs. Se content in grain is markedly increasing during ripening (Tab. III).

Se content in culms is lower during the whole onthogenesis compared with leaves (Figs 3 and 9). The movement dynamics of the element in the culms is in the correlation with that of the leaves.

A detailed knowledge of Se distribution in agricultural plants during onthogenesis is important for ensuring an intake of sufficient amount of this essential element into human or animal organisms (S a l o n e n et al., 1985; W a t k i n s o n , 1983).

Kontaktní adresa:

Ing. Vilém K o u t n í k , CSc., Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1, 613 00 Brno

KONCENTRACE DUSIČNANŮ V OBILKÁCH TRAV PO HNOJENÍ POROSTŮ MOČOVINOU A JEJICH VZCHÁZIVOST

J. Šantrůček

Vysoká škola zemědělská, Praha

U semenářských porostů trav *Agrostis stolonifera*, *Agrostis tenuis*, *Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata*, *Festuca arundinacea*, *Festuca pratensis*, *Festuca rubra*, *Phleum pratense*, *Poa nemoralis*, *Poa palustris*, *Poa pratensis* a *Trisetum flavescens* byla v průběhu tvorby obilek a semenářského dozrávání porostů zjišťována iontově selektivní elektrodou ORION 92-07 závislost mezi momentální koncentrací dusičnanů v obilkách a jejich vzcházivostí stanovenou po tříměsíčním uložení v laboratorních podmínkách (ČSN 46 0610). Koncentrace dusičnanů v obilkách trav klesá v průběhu jejich tvorby a dozrávání s postupující zralostí a zvyšující se vzcházivostí. Při dozrávání porostů byly koncentrace $N-NO_3^-$ v obilkách trav u variant hnojených močovinou v celkové dávce $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ i u variant nehnojených téměř shodné. Rovněž při různém výživném režimu porostů odpovídala v rámci jednotlivých druhů momentální koncentrace dusičnanů u semenářsky již dozrálých porostů téměř shodné hodnotě vzcházivosti po předchozím tříměsíčním uložení vzorků osiv. Průběh sledovaných závislostí je vyjádřen polynomem třetího stupně. Metoda by po dalším vyhodnocení a praktickém ověření mohla sloužit k rychlému stanovení optimální doby sklizně travosemenných porostů.

Jedním z problémů travního semenářství je správné určení doby sklizně travosemenných kultur. Existuje řada subjektivních metod, např. zbarvení travní obilky, úhel postavení klásků k ose květenství a jejich zbarvení, vypadávání obilek při poklepu nebo protažení květenství sevřenou dlaní apod. (D e m e l a , 1976).

Objektivnější metody - určení zralosti semen podle tzv. kritické sušiny (D o h n a l , 1978) nebo podle vlhkosti obilek (J a n á s e k , 1980), případně podle hmotnosti tisíce obilek a jejich sušiny (H e b b l e t h w a i t e , A h m e d , 1978) nejsou zcela přesné. Chemické a fyzikální metody - eozinová (C a g a š et al., 1989), případně i jiné, založené na sledování obsahu rozpustných sacharidů (S t o d d a r t , 1964) nebo na vodivosti výluhů semen (M a t h e w s , 1968), na obsahu chlorofylu v listech a sacharidů v obilkách (F a l k o w s k i et al., 1983)) nenašly většího uplatnění (malá velikost obilek, obalové listy plodů a klásků, vliv povětrnosti, laboratorní vybavení aj.). Ve shodě s fyziologickými poznatky (K a s t o r i , 1984) jsme po předchozích zkouškách v roce 1980 a po dopracování metodiky doporučili zjišťování koncentrace dusičnanů v plodech trav pro určování momentálního stupně zralosti (klíčivosti) travních obilek (Š a n t r ů č e k , 1986) u 11 druhů kulturních trav (Š a n t r ů č e k et al., 1992) a odrůd (Š a n t r ů č e k et al., 1993). Dosud však chyběly údaje o momentální koncentraci dusičnanů v obilkách různých druhů trav

v průběhu dozrávání travosemenných porostů a jejich vzcházivosti po uložení v laboratorních podmínkách.

MATERIÁL A METODA

V letech 1989 až 1991 byla v modelových pokusech zjišťována koncentrace N-NO_3^- v obilkách trav v průběhu jejich tvorby a dozrávání u psinečku výběžkatého, psinečku tenkého, ovsíku vyvýšeného, srhy říznačky, kostřavy rákosovité, kostřavy luční, kostřavy červené, bojínku lučního, lipnice hajní, lipnice bahenní, lipnice luční a trojstětu žlutavého pěstovaných na témže stanovišti - pokusném pozemku VŠZ Praha-Suchdol (286 m n. m., hlinitá hnědozem na spraši, pH 7,1, klimatická oblast mírně teplá, vláhová oblast mírně výsušná).

Některé dílce byly hnojeny v časném jarním období bezprostředně před počátkem vegetace (dvě třetiny dávky) a na počátku sloupkování porostů (jedna třetina dávky) granulovanou močovinou v celkové dávce $110 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Odběry obilek (7 g) probíhaly v období po odkvětu až do úplné zralosti vždy v dopoledních hodinách v intervalech tří až čtyř dnů.

Koncentrace N-NO_3^- byla stanovena v homogenizovaných rozdrcených obilkách ihned po odběru; 2 g navážky byly 60 min extrahovány za občasného míchání v 50 ml destilované vody o počáteční teplotě 80°C , poté 25 ml filtrátu, jehož homogenita byla zaručena elektromagnetickým mícháním, sloužilo k vlastnímu rozboru. Kalibrační roztoky dusičnanu sodného v koncentracích $5 \cdot 10^{-2}$, $5 \cdot 10^{-3}$, $5 \cdot 10^{-4}$, $5 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ byly proměřeny vždy před každým měřením iontově selektivní elektrodou ORION 92-07. Po ponoření elektrody a ustálení hodnot potenciálu byly odečteny hodnoty elektromotorické síly (EMS) v mV.

Koncentrace nitrátů byla vypočtena podle vzorce: $\% \text{N-NO}_3^- = C_x \cdot 35,03$, kde C_x je koncentrace NO_3^- (v $\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$) odečtená z grafu. Vzcházivost obilek byla stanovena po tříměsíčním uložení v laboratorních podmínkách, v kvalitní, přesáté a propařené zemině (ČSN 46 0610). Ke zjištění vztahů mezi naměřenými hodnotami bylo použito metod korelační a regresní analýzy.

VÝSLEDKY A DISKUSE

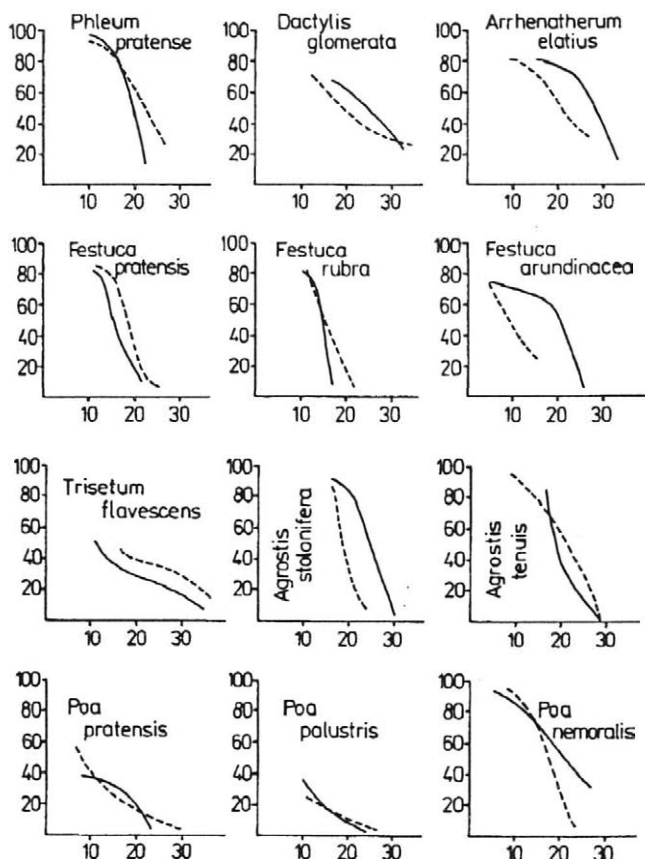
Křivky pro funkční vztahy mezi vzcházivostí obilek a koncentrací N-NO_3^- pro uvedené kulturní druhy trav jsou uvedeny na obr. 1, rovnice regresních křivek a indexy determinace v tab. I. Bylo potvrzeno (Š a n t r ů č e k et al., 1992), že s postupující zralostí obilek trav klesá koncentrace dusičnanů v obilkách až do určité minimální hodnoty (přechod do organicky vázaných forem). Vzcházivost obilek trav stoupá s klesající koncentrací N-NO_3^- i při odlišném výživném režimu porostu. Ke konci dozrávání semenářských porostů byly koncentrace N-NO_3^- v obilkách trav v rámci druhů u variant hnojených močovinou i u variant nehnojených obdobně a odpovídaly téměř shodné vzcházivosti.

1. Závislost vzcházejivosti (%) na koncentraci $N-NO_3^-$ (%) v obilkách trav u močovinou hnojené (A) a nehnojené varianty (B) – Dependence of emergence rate (%) on the $N-NO_3^-$ concentration in grass caryopses in urea-treated (A) and untreated variant (B)

osa x - x axis - % $N-NO_3^-$ (x 1E - 3) - koncentrace - concentration $N-NO_3^-$ (%)

osa y - y axis - vzcházejivost - emergence rate (%)

----- A
 ————— B



Ve většině případů lze průběh změn funkčního vztahu vzcházejivosti a koncentrací $N-NO_3^-$ u hnojených a nehnojených variant, který lze vyjádřit polynomm třetího stupně, hodnotit jako velmi vysoký ($0,90 \leq I^2$) až vysoký ($0,7 \leq I^2 \leq 0,90$), v pěti případech jako významný. V některých případech je přírůstek sledovaných změn tak malý, že lze použít pro průběh v kratším časovém úseku lineární křivku.

Vliv ročníku se projevil pouze v časovém posunu nástupu počátku zrání a dozrávání obilí. U některých druhů trav s malou hmotností obilí (psineček, lipnice, trojštět) nebylo možné se pro stanovení dusičnanů zcela vyhnout odběrům celých částí květenství, především u semenářsky ještě nedozrálých porostů. To spolu s četností odběrů v intervalech tří až čtyř dnů pravděpodobně mělo vliv na nižší závislost vztahů naměřených veličin ($0,50 \leq I^2 < 0,70$).

Vliv různých povětrnostních podmínek byl eliminován přepočtem na sušinu a prováděním odběrů a rozborů vzorků ve stejnou dobu v krátkém časovém intervalu. Koncentraci $N-NO_3^-$ v obilkách trav v závislosti na čase lze charakterizovat jako spojitou funkci vzhledem k nepřetržitosti metabolických procesů v rostlině.

S ohledem na možné kolísání naměřených hodnot při posuzování vztahů mezi koncentrací $N-NO_3^-$ v obilkách trav a momentální klíčivostí stanovenou při dozrávání

I. Rovnice regresních křivek, závislost vzháživosti a koncentrace N-NO₃ v obilkách trav, indexy determinace – Equations of regression curves, dependence of emergence rate and N-NO₃ concentration in grass caryopses, indexes of determination

Druh ¹	Varianta ²	Rovnice regresní křivky ³	Index determinace ⁴
<i>Agrostis stolonifera</i>	nehnojeno ⁵	$y = -90,057 + 3,05 \cdot 10^4 x - 1,54 \cdot 10^6 x^2 + 2,11 \cdot 10^7 x^3$	$I^2 = 0,980$
	hnojeno ⁶	$y = -1,24 \cdot 10^3 + 2,36 \cdot 10^5 x - 1,36 \cdot 10^7 x^2 + 2,45 \cdot 10^8 x^3$	$I^2 = 0,905$
<i>Agrostis tenuis</i>	nehnojeno	$y = 635,921 - 5,89 \cdot 10^4 x + 1,81 \cdot 10^6 x^2 - 1,85 \cdot 10^7 x^3$	$I^2 = 0,680$
	hnojeno	$y = 93,935 + 2,57 \cdot 10^3 x - 3,11 \cdot 10^5 x^2 + 3,86 \cdot 10^6 x^3$	$I^2 = 0,911$
<i>Arrhenatherum elatius</i>	nehnojeno	$y = 30,682 + 5,24 \cdot 10^3 x - 8,84 \cdot 10^4 x^2 - 2,48 \cdot 10^6 x^3$	$I^2 = 0,949$
	hnojeno	$y = -9,529 + 1,99 \cdot 10^4 x - 1,29 \cdot 10^6 x^2 + 2,24 \cdot 10^7 x^3$	$I^2 = 0,962$
<i>Dactylis glomerata</i>	nehnojeno	$y = 78,422 + 684,286x - 1,68 \cdot 10^5 x^2 + 3,01 \cdot 10^6 x^3$	$I^2 = 0,918$
	hnojeno	$y = 123,894 - 3,02 \cdot 10^3 x$	$I^2 = 0,983$
<i>Festuca arundinacea</i>	nehnojeno	$y = -11,986 + 1,62 \cdot 10^4 x - 6,96 \cdot 10^5 x^2 + 2,73 \cdot 10^6 x^3$	$I^2 = 0,915$
	hnojeno	$y = 117,883 - 5,34 \cdot 10^3 x$	$I^2 = 0,696$
<i>Festuca pratensis</i>	nehnojeno	$y = -720,734 + 1,78 \cdot 10^5 x - 1,24 \cdot 10^7 x^2 + 2,68 \cdot 10^8 x^3$	$I^2 = 0,998$
	nehnojeno	$y = -781,497 + 1,59 \cdot 10^5 x - 9,19 \cdot 10^6 x^2 + 1,64 \cdot 10^8 x^3$	$I^2 = 0,916$
<i>Festuca rubra</i>	nehnojeno	$y = 1,86 \cdot 10^3 - 4,48 \cdot 10^5 x + 3,67 \cdot 10^7 x^2 - 9,85 \cdot 10^8 x^3$	$I^2 = 0,969$
	hnojeno	$y = 160,476 - 6,74 \cdot 10^3 x$	$I^2 = 0,721$
<i>Phleum pratense</i>	nehnojeno	$y = 98,966 - 4,03 \cdot 10^3 x + 7,23 \cdot 10^5 x^2 - 3,27 \cdot 10^7 x^3$	$I^2 = 0,955$
	nehnojeno	$y = 172,385 - 1,79 \cdot 10^4 x + 1,28 \cdot 10^6 x^2 - 3,26 \cdot 10^7 x^3$	$I^2 = 0,963$
<i>Poa nemoralis</i>	nehnojeno	$y = 60,788 + 8,17 \cdot 10^3 x - 6,65 \cdot 10^5 x^2 + 1,18 \cdot 10^7 x^3$	$I^2 = 0,582$
	hnojeno	$y = -59,712 + 3,87 \cdot 10^4 x - 2,96 \cdot 10^6 x^2 + 6,03 \cdot 10^7 x^3$	$I^2 = 0,975$
<i>Poa palustris</i>	nehnojeno	$y = -46,872 + 1,88 \cdot 10^4 x - 1,35 \cdot 10^6 x^2 + 2,69 \cdot 10^7 x^3$	$I^2 = 0,863$
	hnojeno	$y = -44,737 + 1,09 \cdot 10^4 x - 6,12 \cdot 10^5 x^2 + 9,88 \cdot 10^6 x^3$	$I^2 = 0,544$
<i>Poa pratensis</i>	nehnojeno	$y = 763,786 - 1,36 \cdot 10^5 x + 8,14 \cdot 10^6 x^2 - 1,59 \cdot 10^8 x^3$	$I^2 = 0,749$
	hnojeno	$y = 84,319 - 6,69 \cdot 10^3 x + 2,15 \cdot 10^5 x^2 - 2,76 \cdot 10^6 x^3$	$I^2 = 0,999$
<i>Trisetum flavescens</i>	nehnojeno	$y = 164,241 - 1,52 \cdot 10^4 x + 5,63 \cdot 10^5 x^2 - 7,38 \cdot 10^6 x^3$	$I^2 = 0,782$
	hnojeno	$y = 144,877 - 1,78 \cdot 10^4 x + 8,48 \cdot 10^5 x^2 - 1,27 \cdot 10^7 x^3$	$I^2 = 0,782$

¹species, ²variant, ³equation of regression curve, ⁴index of determination, ⁵unfertilized, ⁶fertilized

obílek lze doporučit koncentraci dusičnanů vztahovat k hodnotám klíčivosti (různá délka dormance) nebo ke vzházivosti jako doplňkové zkoušce stanovení podle ČSN 46 0610. Metody, získané výsledky a zkušenosti by mohly po dalším vyhodnocení přispět ke stanovení optimální doby sklizně travosemenných porostů.

Literatura

- CAGAŠ, J. - MACHAČ, J. - ŠRÁMEK, P. - FOLTA, J. - TVRZ, V.: Semenářství trav. Praha, SEVT 1989.
- DEMELA, J.: Travní semenářství. Praha, SZN 1976.
- DOHNAL, J.: Velkovýrobní formy sklizně a posklizňové úpravy trav na semeno. [Závěrečná zpráva.] 1978.
- FALKOWSKI, M. - KUKULKA, J. - KOZLOWSKI, S.: Charakterystyczne wstazniki dojrzalosci traw nasiennych. Poznań, Akad. Roln. 1983: s. 282.
- HEBBLETHWAITE, P. D. - AHMED, M.: Optimum time of combine harvesting for amenity grasses grown seed. J. Brit. Grassl. Soc., 33, 1978: 35-40.
- JANÁSEK, J.: Semenářství trav a barevných jetelovin v rámci specializovaných zemědělských závodů. [Závěrečná zpráva.] Praha, 1980.
- KASTORI, R.: Fiziologia semena. Matica Srpska, 1984.
- MATHEWS, S.: Relationship between seed exudate and field emergence in peas and French beans. Hort. Res., 8, 1968: 89-93.
- STODDART, L.: Seed ripening in grasses. J. Agric. Sci., 1964: s. 63.
- ŠANTRŮČEK, J.: Originální metoda ke zjišťování zralosti travních semen. Zeměd. Nov., Zemědělec, 1986 (20).
- ŠANTRŮČEK, J. - BARTOŇKOVÁ, V. - HOVORKOVÁ, H.: Závislosti klíčivosti obílek trav na koncentraci dusičnanů. Rostl. Výr., 38, 1992 (6): 497-502.
- ŠANTRŮČEK, J. - RUTRLE, P. - SVOBODOVÁ, M.: Koncentrace dusičnanů v obilkách různých odrůd trav. Sborn. Vys. Šk. zeměd., Fak. agron., 55, 1993: 309-316.
- ČSN 46 0610. Osivo a sadba. Zkoušení osiva. 1984.

Došlo 15. 3. 1993

ŠANTRŮČEK, J. (University of Agriculture, Praha):

Nitrate concentration in caryopses of grasses after fertilizing of stands with urea and their emergence rate.

Rostl. Výr., 40, 1994 (2): 173-178.

In the years 1989 to 1991 momentary N-NO₃ concentration was determined in grass caryopses in model trials during their formation and seed-production ripening of stands *Agrostis stolonifera*, *Agrostis tenuis*, *Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata*, *Phleum pratense*, *Poa nemoralis*, *Poa palustris*, *Poa pratensis* and *Trisetum flavescens* cultivated at the same site. Fertilizing of several plots was carried out in early spring period close to the beginning of vegetation (two thirds) and at the beginning of shooting of stands (one third) with granulated urea in the total rate of 110 kg N.ha⁻¹. Caryopses were sampled (7 g) in the period after the blossom has fallen to the full ripeness, always in morning hours in intervals three to four days.

N-NO₃ concentration was determined in homogenized ground caryopses straight away following sampling after 60 minutes of extraction in 50 ml distilled water of the starting temperature 80 °C. Filtrate (25 ml) was measured by ion-selective electrode ORION 92-97 during continuous stirring. NaNO₃ served as a calibration solution. Emergence rate of caryopses was settled after three months' storage in laboratory conditions, in quality strained and steamed earth (standard ČSN 46 0610).

The dependence of emergence rate on N-NO₃ concentration in grass caryopses in urea-treated and untreated variants for different grass species is presented in Fig. 1, and equation of regression curves and determination indexes are in Tab. I. It was confirmed that the nitrate concentration in grass caryopses falls during their formation and ripening with continuing ripeness (Š a n t r ů č e k et al., 1992, 1993) and with increasing emergence rate also at the different nutritive regime of the stand. To the end of ripening of seed-production stands N-NO₃ concentrations in grass caryopses in urea-treated and untreated variants were alike and almost corresponded to the identical value of emergence rate after the previous three months' storage of seed samples. The course of investigated dependences is expressed by polynomial of the third order, and is evaluated by the dependence of relations as very high ($0.90 \leq I^2$) to high ($0.7 \leq I^2 < 0.90$).

The effect of the year was manifested solely in time shift of the onset of ripening and ripeness of grass caryopses. The pattern of curves is similar. In some grass species with a low weight it was not possible to escape completely samplings of the whole parts of inflorescence to determine nitrates, in particular in unripened stands (*Agrostis*, *Poa*, *Trisetum*) in view of seed production. Along with lower frequency of samplings (intervals of three to four days), this affected lower dependence in some cases in relation to the values measured ($0.5 \leq I^2 < 0.70$). The effect of different weather conditions was eliminated by the calculation into dry matter and by conducting the samplings in the same time, in a short time interval.

In view of possible fluctuation of the values measured in evaluating the relation between N-NO₃ in grass caryopses and momentary germination capacity determined at caryopses ripening, it can be recommended to relate the nitrate concentration to the values of germination capacity of biologically ripened fruits after post-harvest ripening - storage, eventually to emergence rate as a supplementary test to determine viability of the seed. The methods, the results obtained and experience should contribute, after further evaluation, to the determination of optimum time of the harvest of grass-seed stands.

Kontaktní adresa:

Doc. ing. Jaromír Š a n t r ů č e k, CSc., Vysoká škola zemědělská, 165 21 Praha 6-Suchbát

VEĽKOSŤ A TVAR ZRNA V REGULÁCII VZCHÁDZANIA PORASTU KUKURICE

M. Mazúr, P. Feranec

ZEAINVENT, a.s., Trnava

V trojročnom pokuse bol sledovaný vplyv veľkosti a tvaru osiva (siateho v troch hĺbkach a troch termínoch pri troch skupinách hybridov kukurice podľa skorosti) na priebeh vzchádzania (počet N_{Δ} - v dvoch tretinách až troch štvrtinách štandardnej doby na vzídenie porastu) a definitívne vzídenie (počet N_f). Výsledky z oboch meraní sme syntetizovali do ukazovateľa vzchádzavosti na princípe straty $L = (k - N_{\Delta}) : N_f$, kde k je počet vysiatych zŕn. V procese uvedeného hodnotenia prevažovalo kritérium dynamické (N_{Δ}). Všetky faktory preukázali významný vplyv na vývoj hodnôt L . Ako najsilnejšie sa ukázali termín sejby a tvar zrna, najstabilnejší v účinku hĺbka sejby. V priemere činila strata poľnej vzchádzavosti jednu desatinu vysiateho množstva zŕn k . Prezentované výsledky potvrdili účelnosť triedenia úrody osiva nielen na zdravý ($\sim$ hodnotný) podiel a odpad, ale aj triedenie samotného hodnotného podielu. Prispeli k riešeniu konfrontácie medzi náhľadom šľachtiteľov a agrotechnikov na hodnotenie vzchádzania porastov.

Obdobie začiatku - štartu porastu je charakterizované viacerými osobitosťami, keďže v malorozmernom priestore sa nachádza rozvíjajúci sa kompletný základ budúcej úrody. Je to však tiež prvé kritické obdobie so znižovaním počtu rastlín (P e t r a kol., 1980).

V šľachtiteľskej praxi sa obvykle eviduje doba, keď porast kukurice vzchádza na 50 a 75 % (seedling vigor score - K r a m e r, 1988; rýchlosť počiatočného rastu - V i n š, 1981). Avšak napr. A n o n y m (1980) alebo R y š a v á a kol. (1986) vzchádzanie zas pre zmenu ignorujú, keďže jeho nevylúčená prípadná extrémna variabilita môže neadekvátne negatívne ovplyvniť inak perspektívny výkonný novošľachtenec. Okrem obdobia s 50 % vzídených rastlín nevylučujú tiež druhý termín registrácie vzídenia aj D u b o v s k ý a kol. (1969). Niektorí autori kladú dôraz aj na rýchlosť priebehu vzchádzania (V i d o v i č, 1980; M a s n i c a, 1987), k čomu bola vyvinutá aj pôvodná osobitná metóda hodnotenia (M a g u i r e, 1962).

Pre samotných pestovateľov na rozdiel od šľachtiteľov je však poľná vzchádzavosť v období začínajúceho porastu v centre pozornosti, ako na príklade cukrovej repy uvádza M i n x (1980). Nepochybne je interferovaná už poškodením osiva pri zbere (P o p o v i č, M i l i č e v i č, 1987), jeho triedením (M a t h é, 1983), skladovaním (L e d e n t, 1988) atď. I keď výsledok triedenia - frakcie osiva sa podľa niektorých autorov, aspoň čo sa týka napr. veľkosti zrna kukurice (H u n t e r, K a n n e n b e r g, 1972), neprejavujú rozdielnym efektom na rýchlosť a veľkosť, t. j. finálny stav vzchádzania, tak G u b b e l s (1974) zas tvrdí, že veľkosť osiva a

celkový obsah tukov boli v pozitívnej korelácii so vzrastom rastlín kukurice. Ak aj teda tzv. kaliber osiva nemá priamo nič spoločné s úrodou (A n o n y m , 1985), ťažko si z praktického hľadiska predstaviť jeho inertnosť vo vzťahu aspoň k najranejším fázam porastu. Tento predpokladaný vplyv bol teda objektom predloženej výskumnej práce.

MATERIÁL A METÓDA

Pokus bol zakladaný v podmienkach degradovanej černozeme na spraši. Kukurica sa vysievala na mikroparcelky s počtom zŕn $k = 40$ a po vzídení bola postupne riedená tak, aby mala na parcelkách hustotu 80 tis. rastlín na 1 ha. Sialo sa do troch hĺbok, a to kým v skorom termíne do 30, 40, 50 mm, v termíne agrotechnickom a neskorom sa hĺbka riadila hmotnosťou 1000 zŕn (v g) - HTZ, t. j. stredná hĺbka $h_2 = 2 \cdot \text{HTZ} : 10$ (v mm), prvá a tretia hĺbka o štvrtinu plytšia, resp. hlbšia; v treťom - neskorom termíne sejby boli hĺbky ešte zväčšované konštantne o 10 mm.

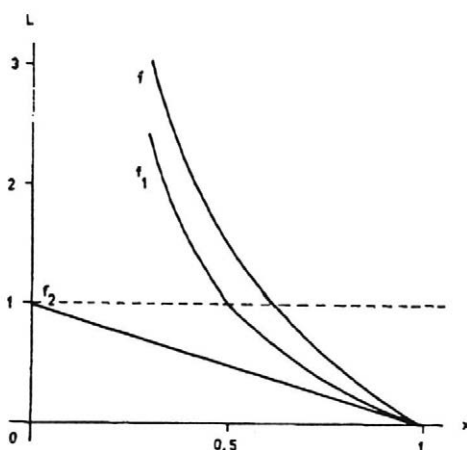
V trojročnom období 1990 až 1992 sa každoročne vysievalo osivo troch hybridov kukurice členených podľa skorosti dozrievania FAO od 190 do 450. Obdobne ako G a b r i ě (1987), aj tu bolo osivo triedené na šesť frakcií podľa troch veľkostí ($\sim$ sitá 7,5 - 8,0 - 8,5 mm) a dvoch tvarov (ploché a guľaté).

Pri vzhádzaní porastu ako všeobecného pojmu sa početne sledoval jeho priebeh N_Δ - vzhádzanie (počet priebežne vzídených rastlín v cca dvoch tretinách až troch štvrtinách štandardnej doby na kompletné vzídenie porastu kukurice podľa miestnych podmienok) a finálny stav - vzídenie - N_f . Vzhádzanie a vzídenie bolo potom synteticky hodnotené komplexným ukazovateľom vzhádzavosti porastu na princípe straty (L) nepriamo poukazujúceho na tzv. štartovú energiu porastu. Je definovaný nasledovným funkčným tvarom:

$$f(L) = \frac{k - N_\Delta}{N_f}$$

Platí numerická hierarchia $k \geq N_f \geq N_\Delta$. Z praktického hľadiska ak $L = 0 - 0,3$ (t. j. keď $N_f \gg 0,5k \ll N_\Delta$), ide o straty malé, ak $L = 0,3 - 0,7$ (keď $N_f \gg 0,5k < N_\Delta$), ide o straty stredné, a keď $L = 0,7 \leq 1,0$ (keď $N_f > 0,5k > N_\Delta$ a keď $N_f + N_\Delta > k$), ide o straty veľké, pričom rozhranie medzi $\gg$ a $>$ je $3/4k$ (v tomto prípade 30).

Z uvedenej jednoduchej komplexnej funkcie vyplýva, okrem iného, tiež miera vplyvu počtov N_Δ a N_f na tvorbu hodnôt L a ich variabilitu. Zastúpenie vplyvov uvedených počtov v tvorbe ($\sim$ zložení) hodnôt L prostredníctvom (účasti parciálnych funkčných komponentov $f_1 (\sim N_f)$ a $f_2 (\sim N_\Delta)$, ako uvádza graf na obr. 1 s evolúciou funkcie f , je definované nasledovne: $f_1 : f_2 = (k - N_f) : (N_f - N_\Delta)$, kde čitateľ zlomku (prvý rozdiel) je deficit počtu k pevnému limitu a menovateľ je deficit počtu k tzv. pohyblivému limitu. Zastúpenie vplyvov zmien $N_f (\sim \Delta_1)$ a $N_\Delta (\sim \Delta_2)$ na veľkosť zmien hodnôt L je definované: $\Delta L_{N_f} : \Delta L_{N_\Delta} = p \cdot k_s$, kde p je pomer variabilit počtov N_f a N_Δ (teda $\Delta_1 : \Delta_2$), k_s je korekčný súčiniteľ, ktorý vzniká súčinom hodnoty N_f s tzv. priebežným deficitom počtu k pevnému limitu $(k - N_\Delta)$ a s tzv. protihodnotou $(N_f^2 - \Delta_1^2)^{-1}$.



1. Podiel hodnôt N_{Δ} (f_2) a N_f (f_1) na celkovej strate L (f) – Proportion of values N_{Δ} (f_2) and N_f (f_1) on the total loss of L (f)

Legenda – Legend:

N_{Δ} - počet priebežne vzídených rastlín v dvoch tretinách priemernej doby na plné vzídenie (k) – number of continuously emerged plants in two thirds of average time to full emergence (k)

N_f - finálny počet vzídených rastlín (skutočné vzídenie); platí: $k \geq N_f \geq N_{\Delta}$ – final number of emerged plants (actual emergence); means: $k \geq N_f \geq N_{\Delta}$

L - strata počtu rastlín pre vzchádzanie a vzídenie (relatívne číslo) – the loss of the number of plants for emergence rate and rate of emergence (relative number)

$f_1 \sim N_f \rightarrow L = f_1; (f_2 = 0), f_1 = k/N_f - 1$

$f_2 \sim N_{\Delta} \rightarrow L = f_2; (f_1 = 0), f_2 = 1 - N_{\Delta}/N_f$

$f \sim N_f, N_{\Delta} \rightarrow L = f_1 + f_2; f = (k - N_{\Delta}) : N_f$

$x = N_f/k$ pre f_1

$x = N_{\Delta}/N_f$ pre f_2

$x = N_f/k = N_{\Delta}/N_f$ pre f , t. zn., že $N_f = x \cdot k, N_{\Delta} = x \cdot N_f = x^2 \cdot k$

--- praktická hranica strát – practical limit of losses

Vzájomné zastúpenie $f_1 : f_2$ a $\Delta L_{N_f} : \Delta L_{N_{\Delta}}$ môže byť ≥ 1 . Transformácia N_f, N_{Δ} a ich variabilít cez funkciu f do hodnôt L môže mať potom významné dôsledky pri štatistickom (pravdepodobnostnom) spracovaní súboru hodnôt L . Súbor vypočítaných hodnôt L bol spracovaný základnými štatistickými metódami (analýza rozptylu a i.).

VÝSLEDKY

Priemerná hodnota celkovej straty $L = 0,33$ za celé trojročné obdobie v pokuse pri $N_{\Delta} = 29,0 \pm 4,7$ rastliny na $N_f = 35,6 \pm 2,3$ rastliny zodpovedá strednej skupine strát. Hodnoty celkovej straty L sa teda v priemere tvorili jeden a pol ráz väčším podielom počtov N_{Δ} než počtov N_f a dokonca variabilita hodnôt L bola sedem ráz viac determinovaná zmenami ΔN_{Δ} než zmenami ΔN_f . Čiže v rámci syntetického hodnotenia vzchádzania kukurice spravidla prevažoval aspekt dynamický.

Všetkých pět sledovaných faktorů (skorost' hybridu, tvar zrna, velikost' zrna, hloubka sejby, termín sejby) v každém z troch roků významně, avšak různou měrou ovlivňovalo hodnoty stráty L , ako to vyplývá z nasledovného prehľadu indexov $F_{\text{vyp}}/F_{0,01}$:

Faktor	1990	1991	1992
Skorost' (FAO)	2,9	14,1	2,6
Tvar zrna	6,6	15,6	3,8
Velikost' zrna	3,8	3,1	6,1
Hloubka sejby	3,4	7,7	2,7
Termín sejby	3,6	22,9	5,7

Z podielov hodnôt F vypočítaných k hodnotám F tabuľkovým pri 99% pravdepodobnosti možno zároveň hodnotiť i stabilitu vplyvu faktora. Najstabilnejším faktorom sa ukázala hloubka sejby, hoci bola iba štvrtým faktorom v poradí podľa samotnej veľkosti vplyvu (vždy však mala uvedené štvrté miesto). Podľa finálneho vzídenia N_f s narastajúcou hloubkou mierne narastá aj počet vzídených rastlín a klesá variabilita týchto počtov, avšak najrýchlejšie ($\sim N_\Delta$) vzchádza zrno zo strednej hloubky sejby h_2 .

Druhým podľa stálosti vplyvu bola skorost' (FAO) hybridu, zato však bola posledným faktorom podľa veľkosti vplyvu (tesne za hloubkou) na veľkosť stráty L . Stredný hybrid podľa skorosti dosahoval najvyššie finálne vzídenie (36,2 rastliny) a bol aj v tomto prejave najstabilnejší, kým v rýchlosti vzchádzania zas najnevýrovnanejší v porovnaní s inými sledovanými variantmi.

Tretie, vplyvovo najstabilnejšie na vývoj hodnôt stráty L , sú termín sejby a tvar zrna kukurice, v absolútnom prejave sú to však činitele podmieňujúce najvýznamnejšie zmeny pri vzchádzaní a konečnom vzídení v rámci svojich technologických formulácií, t. j. v rámci troch termínov sejby a dvoch tvarov zrna. Skorý termín sejby mal najnižšie vzídenie (34,6 rastliny) a zároveň aj najnevýrovnanejšie. Pri priebežnom hodnotení (N_Δ) sa ukázal dobre graduovaný trend od termínu skorého s 27,8 rastliny až po neskorý termín s 30,3 rastliny. Plochý tvar zrna mal podstatne vyššiu finálnu vzchádzavosť (36,2 rastliny) než tvar guľatý (35,0 rastliny) a bol zároveň aj vyrovnanejší vo svojom priemere vzídenia.

Veľkosť zrna kukurice bola síce druhým najsilnejším faktorom podľa vplyvu, ale tento vplyv v síle prejavu z roka na rok bol v porovnaní s ostatnými štyrmi faktormi najmenej stabilný. Čím väčšie zrno, tým väčšie finálne vzídenie (od 35,0 do 36,1 rastliny) s tým, že najväčšie zrná boli v konečnom vzídení najvyrovnanejšie. Najrýchlejšie však vzchádzali stredne veľké zrná.

Z hodnotenia detailných informácií o vzchádzaní a vzídení pochádzajúcich z 27 skupín ($\sim$ termín $\times$ skorost' $\times$ rok) piatich najlepších technologických kombinácií interakcie veľkosť $\times$ tvar $\times$ hloubka vyplynulo, že napr. čím neskorší termín, tým kukurica lepšie vzchádza (na úrovni strát L od 0,2 do 0,14), a to o to viac, o čo skorší je hybrid, s výnimkou hybridu neskorého, že v neskorom termíne sejby je výhodnejšie siať plytšie, než je hloubka h_2 , kam je lepšie siať práve v skorom termíne sejby, že v agrotechnickom (strednom) termíne sejby je lepšie skoré hybridy siať čo

najhlbšie, pri stredných hybridoch podľa FAO sa vtedy hĺbke h_2 radšej vyhnúť a neskoršie hybridy siať radšej plytšie (alebo aj do h_2), že malé osivo je najlepšie siať v neskorom termíne (zrejme citlivé na prípadný chladný priebeh počasia), že stredne veľké osivo sa v porovnaní s ostatnými veľkostnými kategóriami uplatňuje tým lepšie, čím skorší je termín sejby (ale pri neskorých hybridoch skôr v termíne agrotechnickom), že dva a pol ráz väčší počet najlepších prípadov vzchádzania je viazaných na zrná ploché než na guľaté, atď.

Uvedené detailné poznatky ďalej dopĺňa a viac-menej potvrdzuje tab. I o stálosti vplyvu sledovaných geometrických (morfologických) parametrov osiva na vzchádzavosť porastu počas sledovaného obdobia troch rokov.

DISKUSIA

Aby sme sa príliš neobmedzili na výborné vzchádzanie ako na pestovateľský ideál, stačí si všimnúť dodatočný orientačný prehľad v tab. II, ktorá je analógiou tab. I, v tomto prípade však na úrovni úrod. I keď zhrnutie výsledkov z vyššie uvedeného súboru 27 elitných skupín po piatich variantoch podľa vzchádzavosti s priemerom $L = 0,18$ vedie k preferencii zŕn stredných a veľkých (najmä v skorom termíne sejby), plochých zŕn pred guľatými, s obmedzením vhodnej hĺbky sejby do hranice h_2 , závery z paralelného hodnotenia pri úrodách sú neraz iné. Stavajú pestovateľa pred alternatívu väčšieho dôrazu na úpravu výsevného množstva než voľbu kalibru osiva s lepšou vzchádzavosťou. I protiklady medzi predbežným (N_Δ) a finálnym hodnotením (N_f) vzchádzania vysvetľujú k nemu rezervovaný postoj tvorcov nových odrôd (A n o n y m, 1980; R y š a v á a kol., 1986), ktorý nie je ako spoľahlivý ukazovateľ nakoniec definovaný ani v publikácii širšie než len šľachtiteľsky zameranej skupiny autorov (D u b o v s k ý a kol., 1969).

Vyššie uvedenú konfrontáciu výsledkov vzchádzania však komplikuje (zatiaľ) zjednodušený prístup v redukcii počtov rastlín na parcelkách - na jednotnú hustotu cca 80 tis. ks/ha, ktorá približne zodpovedá stredu vyššie uvedeného rozpätia FAO od 190 do 450 použitých odrôd kukurice.

Výsledky ďalej poukázali na neistotu záverov z jediného hodnotenia vzchádzania, keďže demonštrovali častú protichodnosť záverov z hodnotenia v dvoch termínoch, s výnimkou tvaru zrna, kde sa na kvalitu vplyvu nemusí čakať až do finále (N_f). V podmienkach prezentovaného pokusu je síce doba na úplné (možné) vzídenie cca 10 až 11 dní od zasiatia, avšak všeobecne je ju len ťažko v priemere určiť, keďže porast z rôznych dôvodov často tzv. dochádza aj v oveľa neskoršom období (tzv. druhé vzchádzanie).

V každom prípade v zhode s niektorými autormi (P e t r a kol., 1980) prechádza kukurica pri štarte porastu (klíčenie a vzchádzanie) svojím (prvým) kritickým obdobím. Podľa doterajších výsledkov pokusu tu totiž dochádza k redukcii až jednej desatiny pôvodného počtu zasiatych semien. V praxi nie sú však zriedkavé prípady aj 15 až 20% strát. Konečný výsledok vzchádzania konkrétneho porastu (orientačne, resp. všeobecne predbežne známy podľa výsledkov príslušného výskumu a braný do úvahy pri výpočte skutočného výsevného množstva osiva) je preto pre praktika

I. Technologické kombinácie relatívne stabilných najsilnejších vplyvov v rokoch 1990 až 1992 (vzchádzanie a vyzdanie) – Technological combinations of relatively stable strongest effects exerted in 1990 to 1992 (emergence rate and rate of emergence)

		Skupiny hybridov ¹ (FAO)								
		skoré ²			stredné ³			neskoré ⁴		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
M	○	<i>h</i> ₁								
		<i>h</i> ₂								
		<i>h</i> ₃								
	□	<i>h</i> ₁								
		<i>h</i> ₂	x					x		
		<i>h</i> ₃		x						
S	○	<i>h</i> ₁				x			x	
		<i>h</i> ₂			x					
		<i>h</i> ₃								
	□	<i>h</i> ₁				x				x
		<i>h</i> ₂	x		x		x		x	x
		<i>h</i> ₃		x	x			x		
V	○	<i>h</i> ₁							x	
		<i>h</i> ₂			x					
		<i>h</i> ₃								
	□	<i>h</i> ₁		x	x	x	x	x		x
		<i>h</i> ₂		x	x		x		x	x
		<i>h</i> ₃								

I, II, III - termíny výsevu (skorý, bežný, neskorý) – sowing dates (early, ordinary, late)

M, S, V - veľkosť zrna (malé, stredné, veľké) – grain size (small, medium, great)

○, □ - tvar zrna (guľaté, ploché) – grain shape (round, flat)

*h*₁, *h*₂, *h*₃ - hĺbka sejby (plytká, stredná, hlboká) – sowing depth (shallow, medium-deep, deep)

¹groups of hybrids, ²early, ³medium, ⁴late

žijúceho pod taktovkou detailného priebehu počasia záväznou smernicou. To je potom, ako to uvádza M i n x (1980), evidentný rozdiel v porovnaní s prístupom šľachtiteľa.

Stálosťou prejavu zaujíma zvláštne postavenie voči ostatným analyzovaným faktorom hĺbka sejby. To napomohlo pravdepodobne potvrdeniu praktickej skúsenosti s orientačným štandardom základnej hĺbky sejby kukurice (*h*₂) na základe

II. Technologické kombinácie relatívne stabilných najsilnejších vplyvov v rokoch 1990 až 1992 (úrody; varianty s rovnakou hustotou mikroporastu) – Technological combinations of relatively stable strongest effects exerted in 1990 to 1992 (yields; variants with identical microstand density)

			Skupiny hybridov ¹ (FAO)								
			skoré ²			stredné ³			neskoré ⁴		
			I	II	III	I	II	III	I	II	III
M	○	h_1									
		h_2		x							
		h_3			x		x				
	□	h_1									
		h_2									
		h_3					x				
S	○	h_1									
		h_2									
		h_3									
	□	h_1									
		h_2									
		h_3								x	
V	○	h_1									
		h_2									
		h_3			x			x			
	□	h_1									
		h_2							x		
		h_3								x	x

Legenda viď tab. I – Legend see Tab. I

For 1 - 4 see Tab. I

dvojnásobku HTZ. Prezentované výsledky sú však obyčajne do istej miery vždy poplatné aplikovanému metodickému postupu. To znamená, že v tomto prípade špeciálna technika sejby môže napr. akcentovať príslušnú tendenciu vo výsledkoch (napr. medzi plochým a guľatým zrnom). Na strane druhej však prax ju môže stierať, napr. nedodržaním pravidelnosti hĺbky sejby.

V práci syntéza hodnotenia priebežného vzchádzania (N_{Δ}) a finálneho vzrúdenia (N_f) konverguje prevažujúcim dynamickým aspektom k autorom zaujímavým sa aj o rýchlosť štartovacieho procesu porastu (M a g u i r e , 1962; M a s n i c a , 1987

a i.). Výsledky uvedeného trojročného pokusníctva potvrdzujú ďalej odôvodnenosť triediť úrodu osiva nielen na zdravý (~ hodnotný) podiel a odpad, ale aj k ďalšiemu triedeniu samotného zdravého podielu (G u b b e l s , 1974; L e d e n t , 1988 a i.).

Rozdielne parametre komplexnejšie pojatej vzhádzavosti by mohli slúžiť spočiatku aspoň na (prípadnú) úpravu výsevných množstiev pri konkrétnych tzv. kalibroch triedeného osiva. Rozdielne výsevne množstvá aj vzhľadom na väzbu k vhodnej kombinácii s hĺbkou sejby a jej termínom by neskôr mohli byť vzaté ako precedens spätne k diferenciacii ceny osiva toho istého hybridu.

L i t e r a t ú r a

ANONYM: Maize Descriptors, IBPGR-FAO, 1980: 13 s.

ANONYM: La semence: formes différentes, même potentiel. In: De la bonne utilisation de nos semences. Toulouse, S.I.C.A., France Mais, 1985: 16 s.

DUBOVSKÝ, J. a kol.: Poľné pokusy. Bratislava, Príroda 1969: 364 s.

GABRIČ, I.: Vplyv hustoty porastu v rôznych agroekologických podmienkach na úrodu a kvalitu osiva kukurice. In: Ref. Por. Probl. KOC 2, Zagreb, 15. 6. - 19. 6. 1987: 5 s.

GUBBELS, G. H.: Growth of corn seedlings under low temperatures as affected by genotype, seed, size, total oil, and fatty acid content of the seed. Can. J. Pl. Sci., 54, 1974: 425-426.

HUNTER, R. B. - KANNENBERG, L. W.: Effects of seed size on emergence, grain yield, and plant height in corn. Can. J. Sci., 52, 1972: 252-256.

KRAMER, J. (ed.): EUCARPIA - Maize and sorghum section; Maize north trial. Pioneer-Overseas A-7111 Parndorf, 1988.

LEDENT, J. F. (ed.): Guide du maïs C.I.P.F. asbl., Ciaco, Louvain, la Neuve 1988: 271 s.

MAGUIRE, J. D.: Speed of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Sci., 2, 1962: 176-177.

MASNICA, S.: Reakcie a nároky hybridov. Neprehusťujeme porasty kukurice na siláž. Poľnohosp. Obz., 2 (16), Roľn. Nov., 28. 4. 1987.

MATHÉ: Kalibrierung und Qualität bei Saatmais. Súhr. Ref. franc. Orig. ZEAINVENT, Trnava, 1983: 2 s.

MINX, L.: Tvorba výnosu u cukrovky. In: PETR, J. - ČERNÝ, V. - HRUŠKA, L. a kol.: Tvorba výnosu hlavných poľných plodín, Praha, SZN 1980: 448 s.

PETR, J. - ČERNÝ, V. - HRUŠKA, L. a kol.: Tvorba výnosu hlavných poľných plodín. Praha, SZN 1980: 448 s.

POPOVIČ, R. - MILIČEVIČ, M.: Vplyv pozberovej úpravy na poškodenie perikarpu kukurice. In: Ref. Por. Probl. KOC 2, Zagreb, 15. 6. - 19. 6. 1987: 5 s.

RYŠAVÁ, B. a kol.: Klasifikátor species *Zea mays* L. VÚK Trnava, VÚRV Praha-Ruzyně, ÚVTIP Nitra, 1986: 43 s.

VIDOVIČ, J.: Tvorba výnosu u kukuřice. In: PETR, J. - ČERNÝ, V. - HRUŠKA, L. a kol.: Tvorba výnosu hlavných poľných plodín, Praha, SZN 1980: 204-228.

VINŠ, J. a kol.: ASŘ šlechtitelského procesu. Hodnocení nových odrůd. ÚRŘP, Praha, SZN 1981.

Došlo 13. 4. 1993

The size and the shape of grains in the regulation of maize stand emergence.

Rostl. Výr., 40, 1994 (2): 179-187.

Emergence is, without any doubt, at least for agronomist, important matter, though very variable one, and therefore an indicator hard to be defined. Breeders do not like it, however, the growers are interested in it. For them the stand uniformly and completely emerged is always a symbol of a good start and promising production hope towards new vegetation.

Emergence was one of indicators in the trial with so-called starting cultural practices of maize hybrids. In this trial the effect of some factors manipulated just at the very beginning of the stand - the size and the shape of grains, sowing depth and date, this all at the appropriate hybrids of various earliness of ripening was investigated.

We differentiated the course of emergence with the number of continuously emerged plants N_A in about two thirds to three fourths of the standard length of the time needed for a complete emergence of the stand, and also the final state of emergence - emergence with final number of emerged plants N_f . The effects of these number as partial function f_1 and f_2 were synthesized by addition into the resulting function f based on the principle of expression of the loss $L: f(L) = (k - N_A) : N_f$, where k is the number of sown grains (Fig. 1). From a practical point of view, we consider the losses of L as the situation, where $L \leq 1$; if $L = 0 - 0.3$ (low losses), if $L = 0.3 - 0.7$ (medium losses), and if $L = 0.7 - 1.0$ (big losses).

A dynamic aspect predominated ($\sim N_A$) at the relatively low average value of loss $L = 0.33$ for the whole trial and three years in evaluation of emergence by means of above-mentioned function f . The highest effect on emergence exerted the sowing date and grain shape: the worst emergence was observed at an early sowing date, flat grains had significantly higher emergence compared with round grains. As the effect of the most stable factor is concerned during the mentioned three-year period on the emergence, it was sowing date (stable fourth place). Medium depth h_2 derived from the double of TKW (HTZ in g): $h_2 = 2 \cdot \text{HTZ} : 100$ (in cm). However, for early sowing date depths were uniform: $h_1 = 3$ cm, $h_2 = 4$ cm, $h_3 = 5$ cm. Generally, with growing depth, the number of emerged plants is growing too. The grain size was the second strongest factor, but simultaneously with it, the least stable. With greater grain, the higher final emergence and lower variability in the number of emerged plants. The earliness of the hybrid was the second most stable, but at the same time the weakest factor in the emergence of stand. Regarding the emergence the best were medium-early hybrids.

Good emergence, however, is not the only ideal for a grower. It is well documented by confrontation presented in Tabs I and II, partially explaining at least the modest attitude of creators of hybrids to this phase of the stand development. The final result of stand emergence is for the grower in practice living under the conductor's baton of detailed course of weather an obligatory rule. This is an evident difference compared with the breeder's approach.

The results presented here based on emergence confirmed justification, at least on the practical level, for grading the grain yield not only according to healthy (valuable) proportion and waste, but also to grade further the healthy proportion itself.

Kontaktná adresa:

Ing. Marián M a z ú r, CSc., ZEAINVENT, a. s., Trstínska 1, 917 52 Trnava

Dear contributors and readers of
PLANT PRODUCTION
Pay attention to the following information

For better availability of results of our research to foreign readers, the editorial board of the journal Rostlinná výroba - Plant Production has made a decision on priority publishing of scientific papers and contributions in English. The contribution should be sent to the editor's address written in English (the author is responsible for language correctness), containing short summary in English and supplement with enlarged Czech or Slovak summaries.

We draw readers' and contributors' attention to the fact that contributions published in Czech or Slovak should contain brief Czech or Slovak summaries, and enlarged detailed English summary (with references to tables and figures), within the extent of about two pages, submitted by authors directly in English. At the same time, text of tables and figures will also be in English.

The editorial board of the journal Rostlinná výroba will enable foreign contributors to publish their papers in this journal.

We hope that this information will be much appreciated both by the authors and readers of our journal.

Editorial Staff

EFFECT OF GLYPHOSATE HERBICIDE ON AFLATOXIN PRODUCTION ON WHEAT STRAW AND COUCH GRASS

H. A. H. Hasan

Faculty of Science, Assiut University, Assiut, Egypt

The influence of glyphosate herbicide on aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus* var. *globosus* IMI 120920 was studied in liquid medium, wheat straw and couch. Mycelium growth and aflatoxin production in 8% sucrose mineral salt culture were significantly higher at 100, 500 and 1000 ppm. Regarding wheat straw or couch cultures, aflatoxin production significantly increased at 100 and 500 ppm, however, it inhibited at 1000 ppm. This inhibition resulted from substrate degradation due to the low reducing sugars.

Herbicides are chemicals which can kill or suppress the growth of certain plants. They frequently exerted inhibitory or stimulatory effects on the activities of microorganisms (Grossbard, Davies, 1976). Glyphosate (Roundup or Lancer) preparation is an organophosphate herbicide used to control the couch grass (*Elytrigia repens*) and other annual and perennial weeds. Several works have studied the effect of glyphosate on soil microorganisms. It inhibited fungi in soil and liquid medium (Ananyeva et al., 1986; Berner et al., 1991) and increased numbers of fungi in flax stems and wheat straw (Mekwatanakarn, Sivasithamparan, 1987; Mercer, Fraser, 1987).

Wheat or grass growing under stress or high pests populations appear to be more susceptible to *Aspergillus* spp. and aflatoxin contamination. Aflatoxins are toxin secondary metabolites observed in bermuda grass, hay and wheat (Diener, Davis, 1969). They could be absorbed from the soil by the root system of plant seedlings (Mertz et al., 1980) and inhibited plant germination (Jones et al., 1980).

Few studies have been carried out on the influence of herbicides on the occurrence of aflatoxin production by *Aspergillus* spp. However, the effect of glyphosate on aflatoxin production by toxigenic moulds has not been reported. We have, therefore, examined glyphosate action on aflatoxin production in liquid medium, wheat straw and couch grass.

MATERIAL AND METHODS

Liquid medium

The medium used by Kutzner, Buchenauer (1986) was dispensed in 250ml Erlenmeyer flasks with 50 ml in each. Glyphosate [M-(phosphonomethyl) glycine; Monsanto Chemical Co.; Germany] was added to cooled autoclaved media to give concentration of 2, 10, 100, 500 and 1000 mg/l active ingredient. The lowest was the dose as recommended by the manufacturer. Flasks were inoculated with 1ml spore suspension (approx. 10^6 spores) of aflatoxigenic strain, *Aspergillus parasiticus*.

ticus var. *globosus* IMI 120920. The cultures were agitated in shaker (150 c.p.m) at 28 °C for 7 days.

Solid substrate

10 g of grounded wheat straw or couch grass (25% water) were autoclaved in 250ml flasks. The samples were subsequently thoroughly mixed with different doses of the herbicide (0, 2, 10, 100, 500 and 1000 mg/kg). The flasks were inoculated with spore suspension of tested mould and incubated at 28 °C for 14 days. Three flasks were used for each treatment.

Mycelial growth determination

Mycelia of 7 days old cultures were harvested by filtration through the Whatman filter paper No. 1 under lower pressure vacuum, then dried at 80 °C till the constant dry weight was gained.

Aflatoxin analysis

For this purpose liquid culture (filtrate + mycelium), wheat straw and couch cultures were extracted with chloroform. The extract then evaporated to dryness on a rotary evaporator. Aflatoxin residue was dissolved in chloroform and separated by thin-layer chromatography on Silica Gel 60-coated plates, using chloroform-acetone (9 : 1) as the developing solvent. The spots of aflatoxins B₁, B₂, G₁ and G₂ were removed from the plate, eluted with methanol and estimated spectrophotometrically (N a b n e y, N e s b i t t, 1965).

Reducing sugars determination

The method as described by N e l s o n (1944) and modified by N a g u i b (1965) was employed for analysis of free reducing sugars of wheat straw and couch cultures.

RESULTS AND DISCUSSION

Effect of glyphosate on growth and aflatoxin production by *A. parasiticus* var. *globosus* in liquid medium was summarized in Tab. I.

Mycelial growth increased significantly in culture treated with 100, 500 and 1000 mg glyphosate/l. This stimulation may be regarded as a result of mould ability to degrade herbicide. This result was in agreement with our finding obtained by H a s a n, O m a r (1993). We referred to that organophosphate insecticides stimulated the growth of *Aspergillus* spp. Also, S h o n k e i r (1989) demonstrated that glyphosate increased mycelial growth of *A. fumigatus* at 46 ppm.

Aflatoxin production was promoted with all applied levels. The rate of enhancement in toxin production is directly proportional to concentration of glyphosate applied. This stimulation has been observed previously with organophosphate insecticides (D r a u g h o n, 1983; H a s a n, O m a r, 1993). B e a n, S o u t h a l l (1983) found that pyridazinone herbicides did not affect mycelial growth of *A. parasiticus*, however, aflatoxin production was higher in media with herbicide.

I. Effect of glyphosate on growth and aflatoxin production by *A. parasiticus* var. *globosus* IMI 120920 in liquid medium

Concentration (ppm a. i.)	Dry weight (mg/flask)	Aflatoxin (µg/flask)			Specific production (µg/g dry weight)
		B ₁ + B ₂	G ₁ + G ₂	total	
0	352	320	270	590	1676.1
2	296	330	280	610	2060.8
10	322	345	290	635	1972.0
100	413*	370*	320*	690*	1670.7
500	455*	530*	450*	980*	2153.8
1000	480*	750*	540*	1290*	2687.5

* significant difference compared to the control at 5% level

II. Effect of glyphosate on aflatoxin production and reducing sugars accumulation by *A. parasiticus* var. *globosus* IMI 120920 on wheat straw and couch grass

Concentration (ppm a.i.)	Wheat straw				Couch grass			
	aflatoxin (µg/g)			free reducing sugars (µg/g)	aflatoxin (µg/g)			free reducing sugars (µg/g)
	B ₁ + B ₂	G ₁ + G ₂	total		B ₁ + B ₂	G ₁ + G ₂	total	
0	27	22	49	4530	5.5	4.3	9.8	1060
2	28	23	51	4580	5.6	4.5	10.1	1070
10	30	25	55	4620	7.2*	5.8*	13.0*	1110
100	36*	29*	65*	4780	7.6*	6.1*	13.7*	1130
500	43*	35*	78*	5200*	7.3*	5.9*	13.2*	1090
1000	11*	9*	20*	3350*	2.7*	2.2*	4.9*	810

* significant difference compared to the control at 5% level

Effect of glyphosate on aflatoxin production and reducing sugars accumulation by *A. parasiticus* var. *globosus* on wheat straw and couch was summarized in Tab. II:

Aflatoxin production on solid substrates increased by increasing glyphosate concentration, however, this production significantly inhibited at 1000 ppm concentration. The high efficiency of glyphosate on aflatoxin production on wheat straw and couch due to the low reducing sugars resulted from substrate degradation (Tab. II). This result indicates that glyphosate interferes with enzymes produced by mould on solid substrates.

References

- ANANYEVA, N. D. - STREKOZOV, B. P. - TYURYUKANOVA, G. K.: Changes in the microbial biomass in soils in response to pesticides. *Agrokhimiya*, 5, 1986: 84-90.
- BEAN, G. A. - SOUTHALL, A.: Effect of pyridazinone herbicides on growth and aflatoxin release by *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus*. *Appl. and Envir. Microbiol.*, 46, 1983: 503-505.

- BERNER, D. K. - BERGGREN, G. T. - SNOW, J. P.: Effect of glyphosate on *Calonectria crotalariae* and red crown rot of soybean. Pl. Dis., 75, 1991: 809-813.
- DIENER, U. L. - DAVIS, N. D.: Aflatoxin formation by *Aspergillus flavus*. In: GOLDBLATT, L. A. (ed.): Aflatoxin, Inc. New York, London, Academic Press 1969: 13-54.
- DROUGHON, F. A.: Control or suppression of aflatoxin production with pesticides. S. Coop. Ser. Bull., 279, 1983: 81-86.
- GROSSBARD, E. - DAVIES, H. A.: Specific microbial responses to herbicides. Weed Res., 16, 1976: 163-169.
- HASAN, H. A. H. - OMAR, S. A.: Selective effect of organophosphate insecticides on metabolic activities and aflatoxin biosynthesis by two *Aspergillus* spp. *Cryptogamie. Mycologia*, 1993.
- JONES, H. C. - CHANCEY, J. C. - MORTON, W. A. - DASHEK, W. V. - LLEWELLYN, G. C.: Toxic responses of germinating pollen and soybeans to aflatoxins. Mycopathologia, 72, 1980: 67-73.
- KUTZNER, B. - BUCHENAUER, H.: Effect of various triazole fungicides on growth and lipid metabolism of *Fusarium moniliforme* as well as on gibberellin contents in culture filtrates of the fungus. Z. Pfl.-Krankh., Pfl.-Schutz, 93, 1986: 597-607.
- MAKWATANAKARN, P. - SIVASITHAMPARAM, K.: Effect of certain herbicides on saprophytic survival and biological suppression of the take-all fungus. New Phytol., 106, 1987: 153-159.
- MERCER, P. C. - FRASER, T. W.: Microorganisms associated with the retting of flax treated with the herbicide glyphosate. Ann. Appl. Biol., 109, 1987: 509-522.
- MERTZ, D. - LEE, D. - ZUBER, M. - LILLEHOJ, E.: Uptake and metabolism of aflatoxin by *Zea mays*. J. Agric. Fd. Chem., 28, 1987: 963-966.
- NABNEY, J. - NESBITT, B. F.: A spectrophotometric method for determining the aflatoxins. Analyst, 90, 1965: 155-160.
- NAGUIB, M. I.: Effect of ascorbic acid on respiration and carbohydrate metabolism of *Cunninghamella* sp. *Folia. Mikrobiologija*, 10, 1965: 215-223.
- NELSON, N.: A photometric adaptation of the Somogyi method for determination of glucose. J. Biol. Chem., 153, 1944: 375-380.
- SHONKEIR, A. M. A.: Selective effects of three pesticides on soil mycoflora, respiration and decomposition of some organic matters. Fac. Sci. Assiut Univ. Egypt, M. Sc. Thesis, 1989.

Received on April 13, 1993

HASAN, H. A. H. (Fakulta přírodních věd, Assiutská Univerzita, Assiut, Egypt):

Vliv herbicidu glyphosat na tvorbu aflatoxinů na pšeničné slámě a na pýru plazivém.
Rostl. Výr., 40, 1994 (2): 189-192.

Sledovali jsme vliv herbicidu glyphosat na tvorbu aflatoxinů za přítomnosti druhu *Aspergillus parasiticus* var. *globosus* IMI 120920 v tekutém médiu, na pšeničné slámě a na pýru plazivém. Růst mycelia a tvorba aflatoxinů v kultuře, která obsahovala roztok 8% sacharózy a minerálních solí, byly statisticky významně vyšší při koncentracích 100, 500 a 1000 ppm. Tvorba aflatoxinů v kultuře, která obsahovala pšeničnou slámu a pýr plazivý, významně vzrostla při koncentraci 100 a 500 ppm, při koncentraci 1000 ppm však došlo k její inhibici. Inhibice byla důsledkem nízkého obsahu redukcujících cukrů, a tedy i degradace substrátu.

Contact Address:

Dr. H. A. H. H a s a n, Department of Botany, Faculty of Science, Assiut University, Assiut, Egypt

KONKURENČNÍ SCHOPNOST LIPNICE LUČNÍ (*POA PRATENSIS* L.) V JEDNODUCHÝCH JETELOTRAVNÍCH SMĚSÍCH

V. Černoch, I. Houdek

Šlechtitelská stanice, Hladké Životice

V pokusech zaměřených na praktické využití nově povolených odrůd trav a jetelů byla lipnice luční Slezanka zkoušena v jednoduchých pastevních směsích s košťavou rákosovitou Kora a rodovým hybridem Felina. Jetelovou složku v obou směsích tvořil jetel plazivý Grasslands Huia. Pokusy proběhly ve dvou zásevových cyklech v letech 1988 až 1992. Lipnice luční Slezanka při dostatečném dusíkatém hnojení zvyšovala postupně své zastoupení ve směsích tak, že ve třetím užítkovém roce se již většinou stala převládajícím druhem. Košťava rákosovitá Kora odolávala konkurenčnímu tlaku odrůdy Slezanka lépe než rodový hybrid Felina. Jetel plazivý G. Huia se v těchto pokusech projevil jako konkurenčně slabší druh. Zastoupení plevelů v porostu bylo odrůdou Slezanka od druhého užítkového roku značně potlačeno. Vyšší zastoupení odrůdy Slezanka v porostu nemělo vliv na změnu výnosu zelené a suché hmoty oproti kontrolním odrůdám. Z pokusů vyplývá, že lipnici luční odrůdu Slezanka je třeba zařadit mezi konkurenčně silné trávy, a proto bude pravděpodobně nutné snížit její výsevní množství ve směsi ve prospěch hlavního travního druhu.

Lipnice luční je důležitou součástí travních a jetelotravních směsí určených pro luční a pastevní porosty. Možnost širokého využití je dána přirozenou vytrvalostí a velkou odnožovací schopností tohoto travního druhu. Vytváří dlouhé extravaginnální výběžky, kterými zaplňuje prázdná místa v porostu a konkuruje ostatním travním druhům zastoupeným ve směsi (Č e r n o c h , 1990). Těmito vlastnostmi umožňuje rychlou regeneraci porostu po poškození různými agrotechnickými zásahy a zabraňuje rozšiřování plevelů. Celistvost travního drnu v lučních a pastevních porostech se podílí nejen na udržení produkční schopnosti, ale má význam i z hlediska ekologického - protierozní ochrana, vyplavování NO_3 , zasakovací schopnost, infiltrace škodlivých látek (R y c h n o v s k á et al., 1985; L e s á k , 1989).

Lipnice luční je tráva s pomalým vývojem a maximální produkce dosahuje až ve třetím nebo čtvrtém roce, obecně je přiřazována ke konkurenčně slabším druhům (K a š p e r , 1985). Při dostatečné dusíkaté výživě se lipnice luční prosadí i v porostu s konkurenčně silnými druhy, jak to uvádějí L i h á n et al. (1988) a J e - ž í k o v á , L i h á n (1991) v polopřírodním porostu a dále V í t e k (1970) u setých porostů s odrůdou Rožnovská. Odrůda lipnice luční Slezanka v setých porostech je schopná stát se dominantním druhem (V í t e k , H r a b ě , 1990).

Předložená práce řeší zastoupení a konkurenční schopnost lipnice luční odrůdy Slezanka v jednoduchých jetelotravních směsích v průběhu počátečních čtyř let vývoje porostu.

MATERIÁL A METODA

Lipnice luční (*Poa pratensis* L.) odrůda Slezanka byla zkoušena ve dvou jednoduchých jetelotravních směsích. Jako hlavní travní komponent byly použity kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea* Schreb.) odrůda Kora a rodový hybrid (*Festulolium*) odrůda Felina (F o j t í k et al., 1990). U obou těchto nově povolených odrůd předpokládáme jejich rychlé rozšíření v lučních a pastevních směsích, kde by měly nahradit v našich podmínkách málo vytrvalou kostřavu luční.

Pokusy jsme založili na pozemcích Šlechtitelské stanice v Hladkých Životicích, v nadmořské výšce cca 270 m, v oblasti Moravské brány. Výrobní oblast je označována B1, půdní typ je ilimerizovaná půda oglejená. Pokusy jsme zaseli na orné půdě po předplodině pšenici. Dlouhodobé průměry dané oblasti: roční teplota činí 7,83 °C a srážky 642 mm, z toho za období duben až říjen 464 mm (tab. III).

Ve dvou cyklech vysévané pokusy (v roce 1988 a 1989) jsme sledovali po tři užitkové roky v pěti až šesti sečích ve sklizňovém roce. Uspořádání pokusů, termíny sečí a sledování odpovídaly Metodice státních odrůdových zkoušek (1983). Sklizňové parcely měly velikost 10 m, každá varianta byla zasetá ve čtyřech opakováních ve znáhodněných blocích. Z uvedené metodiky vycházela i metodika hnojení, zejména dusíkem, aby výsledky byly srovnatelné s výsledky mezistaničních a státních

I. Dávky hnojení použité v pokusu – Fertilizing rates used in trial

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Před setím ¹	40 - 45	85 - 90	85 - 90
Po panenské seči ²	30 - 40	-	-
Na podzim ³	25 - 30	40	40
Na jaře a po každé seči ⁴	50	-	-

¹before sowing, ²after cut of the sowing year, ³in autumn, ⁴in spring and after each cut

II. Varianty a výsevné množství použité v pokusu – Variants and sowing rates used in trial

Druh ¹		Výsevky variant ²							
		mil. klíčivých semen ³				kg.ha ⁻¹			
		1	2	3	4	1	2	3	4
<i>Festuca arundinacea</i>	Kora	11	4,95			25,6	11,3		
<i>Festulolium</i>	Felina			11	4,95			24,3	10,9
<i>Poa pratensis</i>	Slezanka		12,5		12,5		3,6		3,6
<i>Trifolium repens</i>	G. Huia		4,5		4,5		2,9		2,9

¹species, ²sowing rate of variants, ³million of germinating seeds

odrůdových pokusů. Dávky hnojení jsou uvedeny v tab. I, varianty a výsevní množství v tab. II.

Z každé seče a parcely byly odebrány vzorky zelené hmoty o hmotnosti 1 kg a usušeny při teplotě do 60 °C. Na botanické rozbory byl ze směsí při každé seči odebrán (s výjimkou prvního užitkového roku 1989) reprezentativní vzorek z jednoho opakování z plochy 0,25 m². Rozbor se prováděl podle setých druhů trav, jetele, ostatních příměsí a plevelů, hodnotil se jejich hmotnostní podíl. Při příznivých vláhových poměrech musely být zkracovány termíny mezi sečemi a pak bylo sklíženo šest sečí.

VÝSLEDKY A DISKUSE

V obou zásevových cyklech (1988 až 1991 a 1989 až 1992) se projevíly specifické podmínky pro vývoj porostů, a proto byly oba cykly hodnoceny samostatně. U prvního cyklu došlo vlivem agrotechnických a meteorologických podmínek během prvních dvou užitkových let k vypadnutí jetelové složky. U druhého cyklu bylo možno sledovat ve třetím užitkovém roce (1992) chování porostů v extrémně suchých povětrnostních podmínkách v době vegetace, kdy spadlo v měsících duben až září pouze 190 mm srážek, což odpovídalo asi 44 % dlouhodobého normálu (tab. III). Z důvodu malého nárůstu hmoty byly v tomto roce sklizeny pouze tři seče. V prvním užitkovém roce zásevu 1988 byly botanické rozbory provedeny pouze u třetí seče.

V obou zásevových cyklech i v obou směsích je možno sledovat přibližně stejnou dynamiku vývoje lipnice luční odrůdy Slezanka v porostu (tab. IV a V). Pozvolný vývoj lipnice luční po výsevu způsobil její nižší zastoupení v prvním užitkovém roce. Její podíl na výnosu se pohyboval u jednotlivých sečí obou variant od 0 do 37 %. Přitom nejvyšší hodnoty (37 a 29 %) byly zjištěny u obou směsí zásevového

III. Srážková charakteristika v letech 1989 až 1992 na Šlechtitelské stanici Hladké Životice ve srovnání s 50letým průměrem – Precipitation from 1989 to 1992 at Plant Breeding Station Hladké Životice in comparison with 50 years' average

Rok ¹	Srážky za měsíc ³ (mm)												celkem ⁴
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
1989	11,5	13,8	34,8	77,8	65,9	70,9	63,5	60,1	42,6	12,6	15,4	20,0	488,9
1990	10,8	40,7	11,1	95,4	66,8	125,7	64,1	32,4	90,5	33,3	43,6	34,2	648,6
1991	6,7	16,7	16,7	35,7	78,4	85,9	63,8	93,2	51,7	19,9	114,1	41,6	624,4
1992	11,8	34,3	91,7	42,1	27,6	33,2	33,2	7,2	47,1	77,1	13,9	54,2	473,4
50letý průměr ²	31	32	33	44	81	85	89	79	46	40	45	37	642

¹year, ²50 years' average, ³precipitation per month (mm), ⁴total

IV. Botanické rozborý směsí prvního zásevého cyklu 1988 až 1991 (hmotnostní podíly jednotlivých druhů ve vzorku jsou vyjádřeny v procentech) – Botanical analyses of mixtures of the first 1988 to 1991 sowing cycle (weight shares of individual species in sample are expressed in percent)

	Seč ¹	Fa Kora + Pp Slezanka + Tr G. Huia				Fl Felina + Pp Slezanka + Tr G. Huia			
		Kora	Slezanka	G. Huia	plevel ²	Felina	Slezanka	G. Huia	plevel
1989	1								
	2								
	3	59,25	37,52	1,52	1,71	48,99	29,28	5,52	16,21
	4								
	5								
1990	1	95,72	0,00	0,07	4,21	99,94	0,00	0,00	0,06
	2	90,58	0,00	5,44	3,98	93,10	0,00	3,45	3,25
	3	62,10	37,90	0,00	0,00	71,96	18,69	0,00	9,35
	4	49,66	50,34	0,00	0,00	43,31	56,69	0,00	0,00
	5	98,05	1,95	0,00	0,00	92,54	7,46	0,00	0,00
1991	1	72,40	27,40	0,00	0,20	63,60	36,40	0,00	0,00
	2	82,10	17,90	0,00	0,00	73,30	26,70	0,00	0,00
	3	71,00	29,00	0,00	0,00	36,70	61,70	0,00	1,60
	4	71,50	28,50	0,00	0,00	50,10	49,90	0,00	0,00
	5	72,30	27,70	0,00	0,00	40,10	59,90	0,00	0,00

¹ cut, ² weeds

cyklu 1988, kde došlo k vypadnutí jetelové složky. V druhém užitkovém roce se podíl odrůdy Slezanka na výnosu pohyboval od 0 do 60 % a ve třetím užitkovém roce již od 18 do 79 %. Podíl odrůdy Slezanka na výnosu zelené i suché hmoty porostu se tedy zvyšoval od prvního do třetího užitkového roku.

Zajímavé je sledovat chování odrůdy Slezanka v suchém roce 1992, kdy došlo u obou směsí ke snížení jejího podílu na výnosu od první do třetí seče v důsledku prohlubujícího se nedostatku vody (tab. III a V).

Konkurenční vztahy mezi jednotlivými odrůdami ve směších jsou zobrazeny v tab. IV a V a na obr. 1 až 4. Podíl odrůdy Slezanka na výnosu porostu v jednotlivých užitkových letech stoupá, zatímco podíl odrůd Felina a Kora klesá. Přitom bylo zjištěno, že konkurenční schopnost košťavy rákosovité Kora proti lipnici luční Slezanka je vyšší než konkurenční schopnost rodového hybridu Felina, obzvláště v sušších podmínkách. Např. v roce 1991, kdy byly zaznamenány nižší srážky v období leden až srpen - 75 % dlouhodobého normálu (tab. III), podíl odrůdy Slezanka ve třetím užitkovém roce zásevého cyklu 1988 se pohyboval v jednotlivých

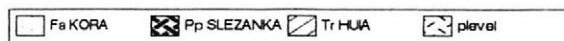
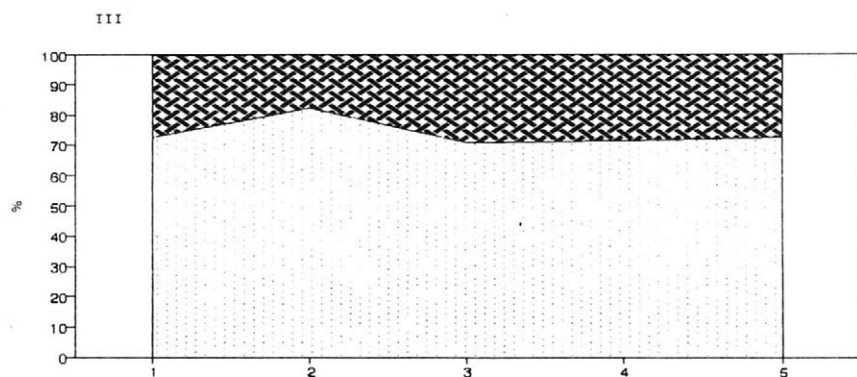
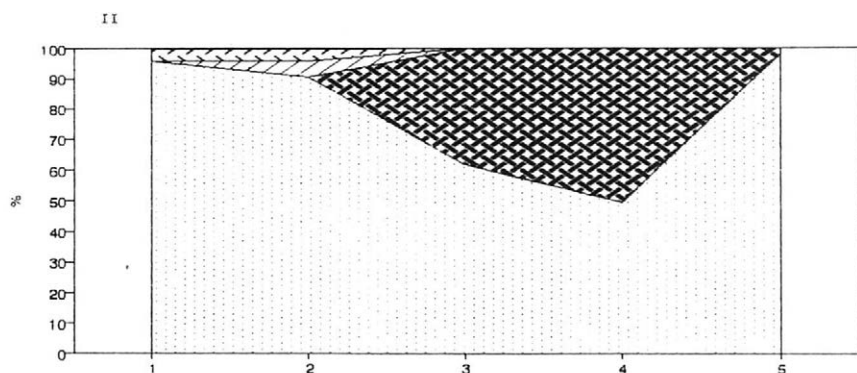
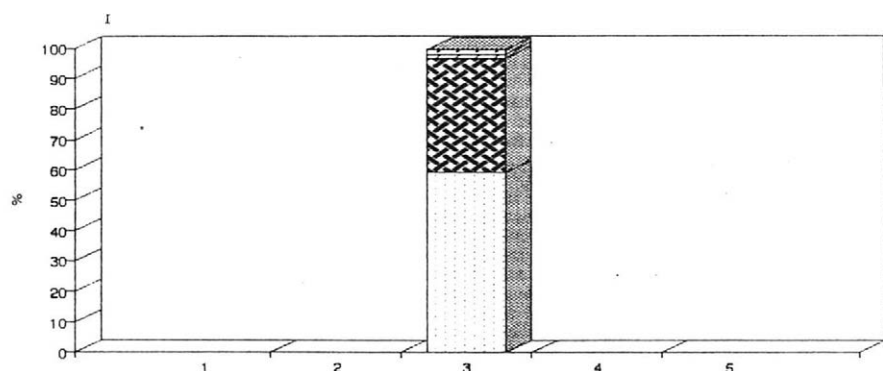
V. Botanické rozbory směsí druhého zásevého cyklu 1989 až 1992 (hmotnostní podíly jednotlivých druhů ve vzorku jsou vyjádřeny v procentech) – Botanical analyses of mixtures of the second 1989 to 1992 sowing cycle (weight shares of individual species in sample are expressed in percent)

	Seč ¹	Fa Kora + Pp Slezanka + Tr G. Huia				Fl Felina + Pp Slezanka + Tr G. Huia			
		Kora	Slezanka	G. Huia	plevel ²	Felina	Slezanka	G. Huia	plevel
1990	1	79,95	0,00	20,41	0,00	75,38	0,00	24,62	0,00
	2	98,30	0,00	1,70	0,00	54,30	0,40	45,10	0,00
	3	76,40	14,00	9,40	0,20	57,40	7,80	34,86	0,00
	4	55,14	16,04	2,51	26,31	74,09	21,94	21,24	1,55
	5	59,46	0,00	0,00	40,54	57,05	1,68	1,00	40,27
1991	1	89,10	10,10	0,00	0,80	78,20	21,20	0,60	0,00
	2	58,00	41,50	0,25	0,25	89,10	10,30	0,60	0,00
	3	55,40	37,70	4,20	2,70	41,00	41,30	17,70	0,00
	4	45,70	39,60	14,60	0,00	43,80	44,20	12,00	0,00
	5	67,00	25,00	7,30	0,70	22,50	59,80	14,80	2,80
	6	85,50	9,20	2,30	3,00	62,10	30,30	7,60	0,00
1992	1	9,02	79,18	11,79	0,00	19,00	76,42	4,44	0,00
	2	39,46	60,20	0,17	0,17	23,62	73,87	2,01	0,25
	3	55,37	33,88	10,74	0,00	23,67	62,72	10,65	2,96

For 1, 2 see Tab. IV

sečích ve směsi s odrůdou Kora v rozmezí 18 až 29 %, zatímco ve směsi s odrůdou Felina kolísal od 27 do 62 % (tab. IV, obr. 1 a 2). V roce 1992 (tab. V, obr. 3 a 4) došlo u odrůdy Kora ke zvýšení podílu na výnosu od první do třetí seče z 9 na 55 %, zatímco podíl odrůdy Slezanka klesl ze 79 na 34 %. Naproti tomu ve směsi s odrůdou Felina se její podíl ve všech třech sečích pohyboval kolem 20 %, zatímco podíl odrůdy Slezanka mírně klesl ze 76 na 63 %. Její úbytek v porostu byl kompenzován zvýšením podílu jetelové složky. Jetel plazivý Grasslands Huia se v těchto pokusech projevil jako konkurenčně slabší. V zásevěném cyklu 1988 v průběhu prvních dvou užitkových let z porostu zcela vypadl a v zásevěném cyklu 1989 se jeho zastoupení v porostu v jednotlivých užitkových letech postupně snižovalo. V prvním užitkovém roce bylo množství jetele plazivého v porostu kontrolováno odrůdami Kora (0 až 20 %) a Felina (1 až 45 %). Přitom se opět projevila slabší konkurenční schopnost odrůdy Felina (tab. V, obr. 3 a 4). V druhém a třetím užitkovém roce snížila jeho zastoupení v porostu vedle odrůd Kora a Felina i Slezanka.

Kromě podílu kulturních druhů bylo sledováno i množství plevelů. Jeho vyšší zastoupení (až 40 %) bylo zjištěno pouze v prvním užitkovém roce, kdy podíl odrů-

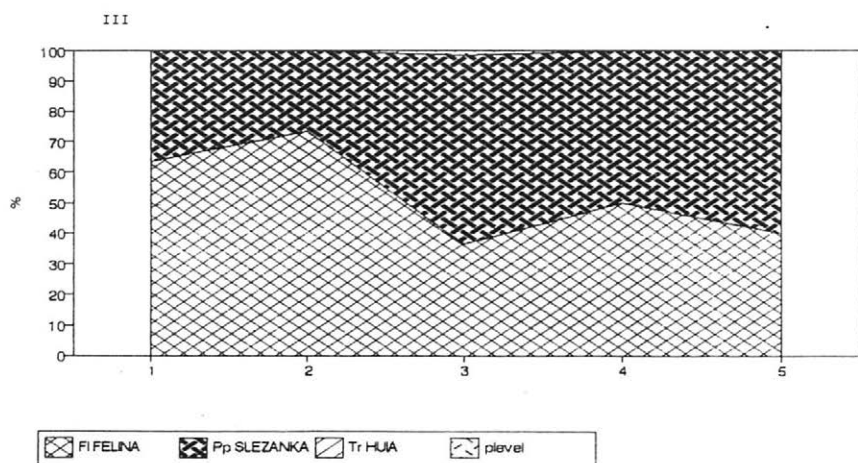
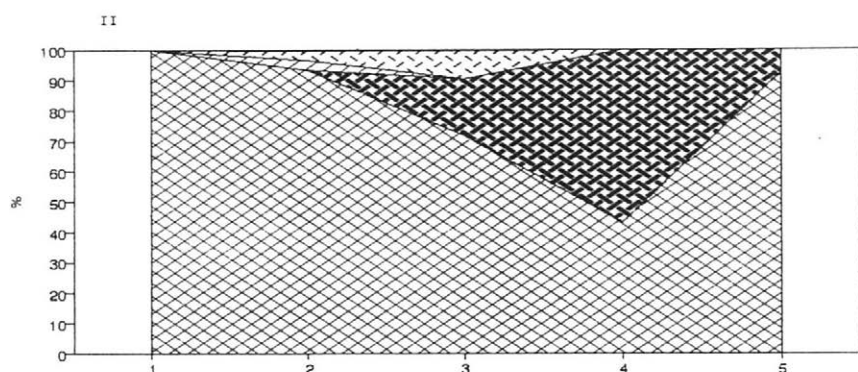
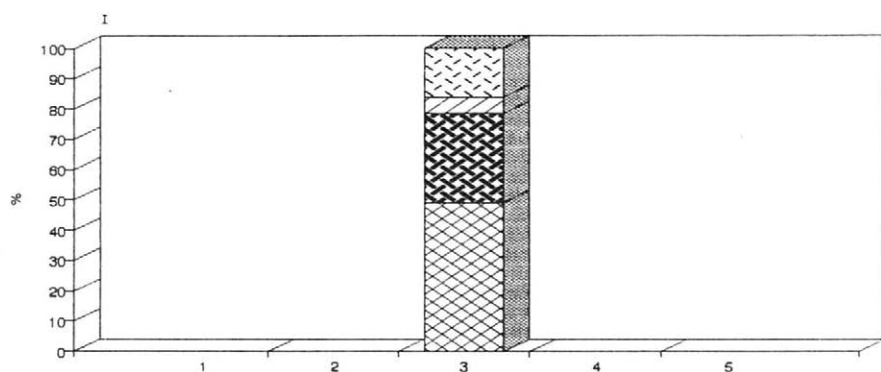


1. Podíly jednotlivých komponentů směsi Fa Kora + Pp Slezanka + Tr G. Huia v zásevním cyklu 1988 až 1991 vyjádřené v procentech hmotnosti vzorku – The shares of individual components of mixture Fa Kora + Pp Slezanka + Tr G. Huia at 1988 to 1991 sowing cycle expressed in weight percent of the sample

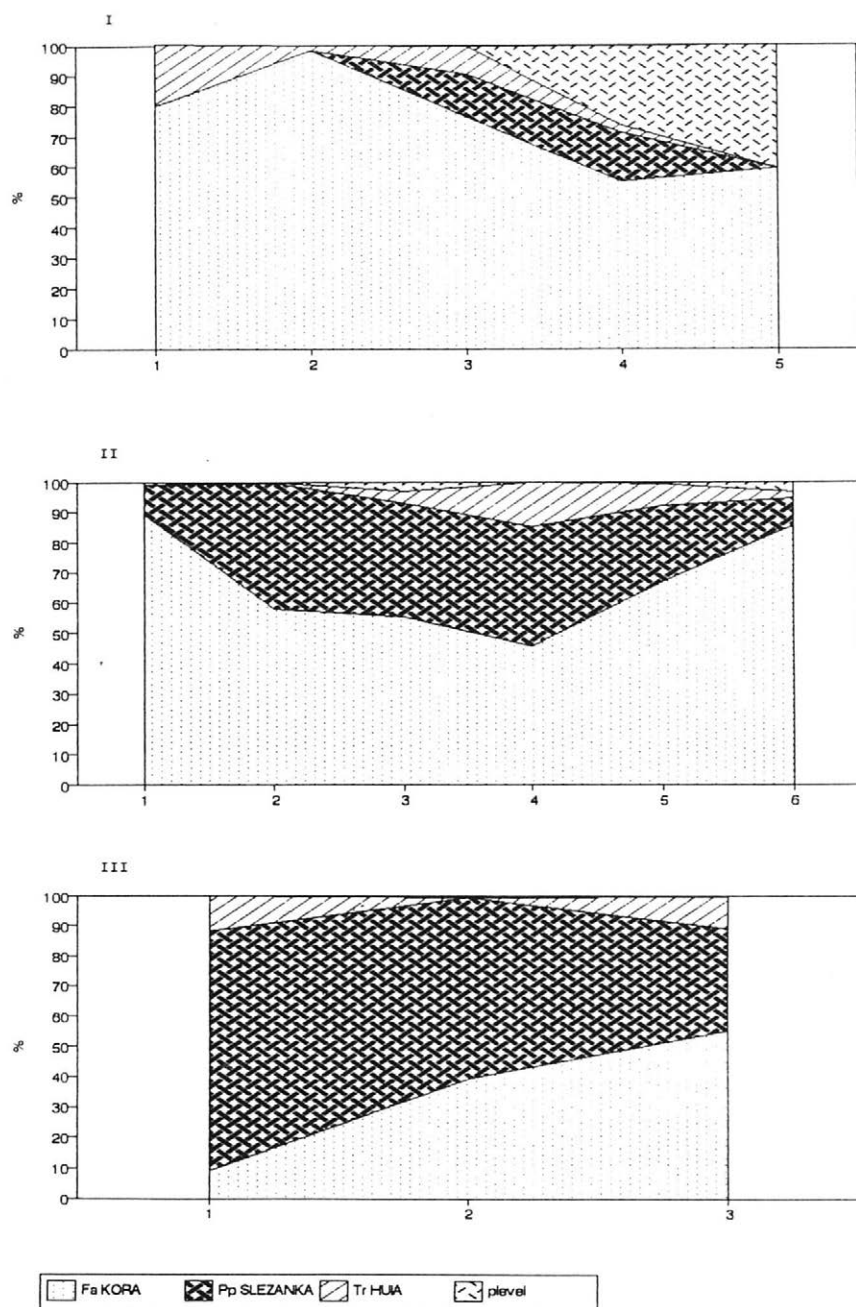
Vysvětlivky k obr. 1 až 4 – Explanations to Figs 1 to 4:

I - III - užitkový rok - harvest year

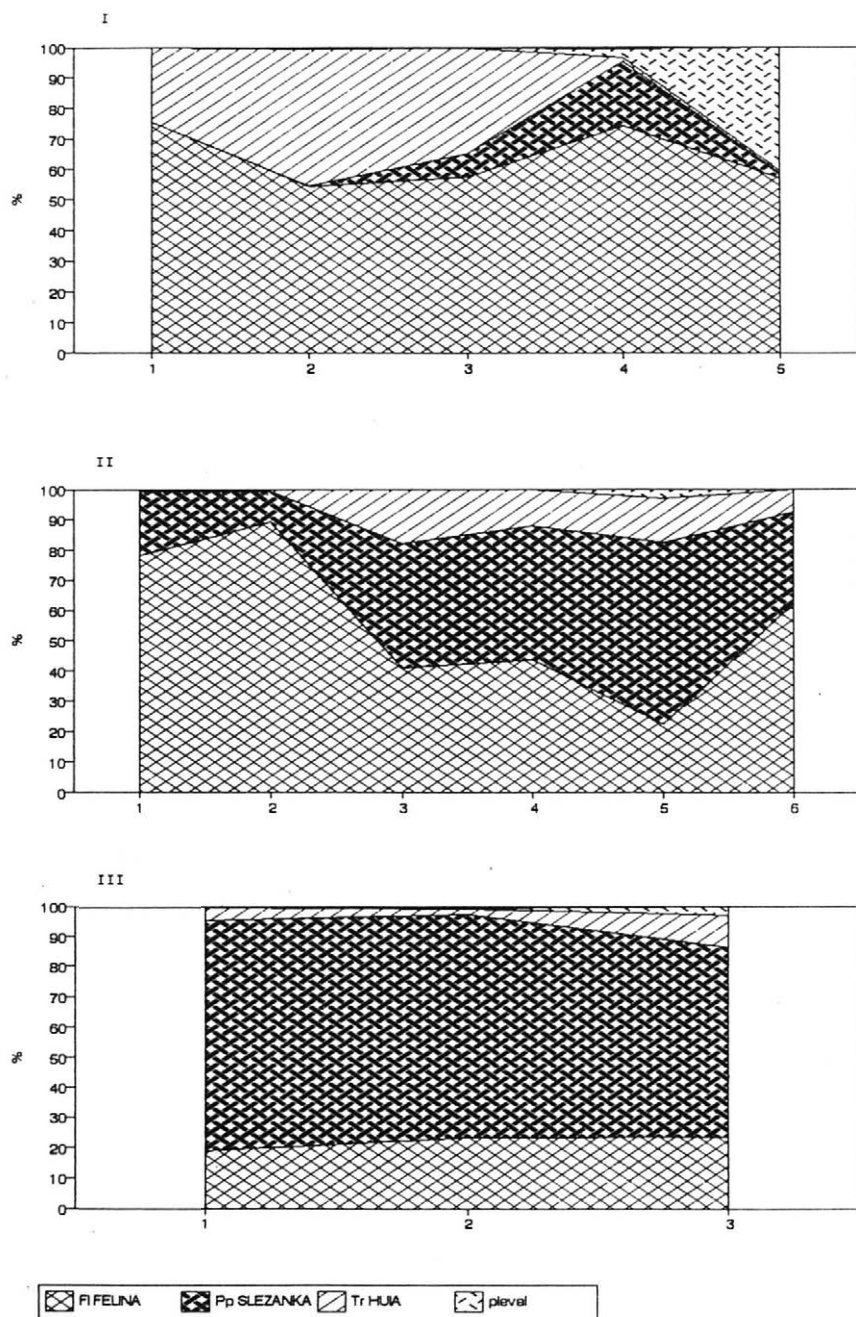
osa x - seč - x axis - cut, plevel - weed



2. Podíly jednotlivých komponentů směsi FI Felina + Pp Slezanka + Tr G. Huia v zásevovém cyklu 1988 až 1991 vyjádřené v procentech hmotnosti vzorku – The shares of individual components of mixture FI Felina + Pp Slezanka a Tr G. Huia at 1988 to 1991 sowing cycle expressed in weight percent of the sample



3. Podíly jednotlivých komponentů směsi Fa Kora + Pp Slezanka + Tr G. Huia v zásevném cyklu 1989 až 1992 vyjádřené v procentech hmotnosti vzorku – The shares of individual components of mixture Fa Kora + Pp Slezanka + Tr G. Huia at 1989 to 1992 sowing cycle expressed in weight percent of the sample



4. Podíly jednotlivých komponentů směsi FI Felina + Pp Slezanka + Tr G. Huia v zásevovém cyklu 1989 až 1992 vyjádřené v procentech hmotnosti vzorku – The shares of individual components of mixture FI Felina + Pp Slezanka + Tr G. Huia at 1989 to 1992 sowing cycle expressed in weight percent of the sample

VI. Celkový výnos zelené a suché hmoty v t.ha⁻¹ za tři užitkové roky – Total yield of green and dry matter of three harvest years expressed in t.ha⁻¹

Zásevový cyklus ¹	1988 - 1991		1989 - 1992	
	ZH	SH	ZH	SH
Fa Kora	259,43	51,56	203,49	41,36
Fa Kora + Pp Slezanka + Tr G. Huia	264,93	52,07	208,23	40,77
Fl Felina	257,43	50,57	195,90	40,53
Fl Felina + Pp Slezanka + Tr G. Huia	254,85	49,18	208,11	40,17
Nejnižší průkazný rozdíl pro ² P = 0,05	17,26	3,33	16,08	3,20

¹sowing cycle, ²the lowest significant difference for

dy Slezanka v porostu byl nízký. V druhém a třetím užitkovém roce již Slezanka zaplnila všechna poškozená místa v porostu a podíl plevelů na výnosu v žádné seči ani variantě nepřesáhl 3 % (tab. IV a V, obr. 1 až 4).

U obou směsí byl sledován také výnos zelené a suché hmoty. Jako kontrolní varianty byly použity čisté odrůdy kostřavy rákosovité Kora a rodového hybridu Felina. Bylo zjištěno, že při zvýšení podílu lipnice luční Slezanka na výnosu porostu nedošlo k průkazné změně ve výnosu směsi oproti kontrolním odrůdám. Celkový výnos zelené a suché hmoty za tři užitkové roky je uveden v tab. VI. Snížení celkových výnosů u zásevového cyklu 1989 je způsobeno nižším výnosem ve třetím užitkovém roce v důsledku extrémního sucha (tab. III).

Na základě dosažených výsledků lze tedy lipnici luční odrůdu Slezanka zařadit při dostatečné dusíkaté výživě mezi konkurenčně silné trávy, což popírá dosud převládající názor, který řadí lipnici luční mezi trávy konkurenčně slabé (K a š p e r , 1985). V důsledku toho bude pravděpodobně nutné snížit její výsevní množství ve směsi ve prospěch hlavního travního druhu.

Literatura

- ČERNOCH, V.: Nové československé odrůdy rodu *Poa* a jejich využití v technických travnících. In: Úloha travníků v životním prostředí. České Budějovice, DT ČSVTS 1990, s. 64-72.
- FOJTÍK, A. - SVĚTLÍK, V. - HORÁK, J. - ČERNOCH, V.: New varieties of *Festulolium*, *Festuca arundinacea* and *Poa pratensis*. In: Soil - Grassland - Animal - Relationships Proc. 13th Gen. Meet. EGF, Banská Bystrica, 1990, s. 459-461.
- JEŽÍKOVÁ, O. - LIHÁN, E.: K otázce zastúpenia niektorých druhov tráv pri dlhodobej aplikácii živín. In: Ved. Práce VÚLP Banská Bystrica, 1991, č. 21, s. 23-34.
- KAŠPER, J.: Uplatnenie trvácnejších odrôd ďateliny lúčnej a ďateliny plazivej s výkonnými odrodami tráv pri častejšom kosnom využití. [Závěrečná správa.] Banská Bystrica, VÚLP 1985.

LESÁK, J.: Protierozní a infiltrační význam dočasných a trvalých travních porostů v ochranných pásmech vodních zdrojů. In: Využití nových odrůd trav a jetelů v pícninářství, Hladké Životice, 1989, s. 44-49.

LIHÁN, E. - TOMKA, O. - JEŽÍKOVÁ, O.: Vplyv dlhodobej aplikácie živín na zastúpenie botanických skupín a dominantných druhov tráv v prírodnom trávnom poraste. In: Ved. Práce VÚLP Banská Bystrica, 1988, č. 19, s. 35-54.

RYCHNOVSKÁ, M. - BALÁTOVÁ, E. - ÚLEHLOVÁ, B. - PELIKÁN, J.: Ekologie lučních porostů. Praha, Academia 1985, 292 s.

VÍTEK, L.: Produkční schopnost lipnice luční a kostřavy červené v dočasných pastevních porostech. In: Acta Univ. agric. (Brno), 1970, č. 4, s. 605-612.

VÍTEK, L. - HRABĚ, F.: Biologické a technologické faktory pastevních a lučních ekosystémů. [Závěrečná zpráva.] Brno, AF VŠZ 1990.

Metodiky státních odrůdových zkoušek. Polní plodiny, Praha, ÚKZÚZ 1983, s. 177-188.

Došlo 21. 12. 1992

ČERNOCH, V. - HOUDEK, I. (Plant Breeding Station, Hladké Životice):

Competitive ability of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.) in simple mixtures with grasses and clovers.

Rostl. Výr., 40, 1994 (2): 193-204.

At the Plant Breeding Station at Hladké Životice trials have been established to verify new licensed varieties of grasses and clovers in various meadow and pasture mixtures so as to recommend their optimum use in agricultural practice. Between the years 1988 to 1992 the trials were established in which the competitive ability of Slezanka Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.) was evaluated in two simple pasture mixtures. The trials were performed during two sowing cycles in three harvest years. The pasture was simulated by five to six cuts in agreement with the official method of trials. Tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) Kora and intergeneric hybrid (*Festulolium*) Felina was used as a main grass species in these mixtures. Their rapid spread at meadow and pasture mixtures is expected in our conditions in the future, where they will substitute meadow fescue for its low persistence. White clover (*Trifolium repens* L.) Grasslands Huia was repressed in both mixtures. The individual variants were laid out on 10 m² plots with four replications. The pure varieties of tall fescue Kora and intergeneric hybrid Felina were used as standard variants for comparison of yields. The share of individual sown species and weeds at swards was determined as by weight proportion of green matter in a sample taken from 0.25 m² area.

The various conditions for swards development were manifested in both 1988 to 1991 and 1989 to 1992 sowing cycles and therefore each of them was evaluated separately. The development dynamism of Kentucky bluegrass is approximately the same in both sowing cycles (Tabs IV and V). The gradual development after sowing was manifested by its low share at first harvest year. Then its share increased and in the third harvest year Kentucky bluegrass became the dominant species in the swards.

The competition relations between individual varieties in mixtures are presented in Tabs IV and V and Figs 1 to 4. It was found out that tall fescue Kora was more resistant to the competitive stress of Slezanka than intergeneric hybrid Felina, especially in drought condition (Figs 1 to 4 - third harvest years). White clover G. Huia manifested itself to be a slightly competitive species under higher N-fertilization rates. The higher share of weeds (to 40 %) appeared in the first harvest years only. In the next years their spread was controlled by Slezanka. A higher share of Slezanka in the sward did not influence the change in the green and dry matter yield against the pure varieties of tall fescue Kora and intergeneric hybrid Felina (Tab. VI).

The presented results show that Kentucky bluegrass variety Slezanka is one of strongly competitive species under sufficient N-fertilization rates and precipitation. In comparison with the common sowing rates of Kentucky bluegrass it will be probably necessary to decrease its sowing rate for the benefit of main grass species in pasture mixtures.

Kontaktní adresa:

Ing. Vladimír Č e r n o c h , Šlechtitelská stanice 742 47 Hladké Životice

NĚKTERÉ OBSAHOVÉ LÁTKY U ČELEDI *ASTERACEAE*

L. Boháček, J. Möllerová

U čeledi *Asteraceae* se projevuje schopnost syntetizovat a hromadit polyterpenové látky typu kaučuku. Pro podčeleď *Cichorioideae* (*Liguliflorae*) je typický obsah těchto látek v latexu, který je v mléčnicích prostupujících rostlinu. Frohne, Jensen (1985) uvádějí některé rostliny, u kterých je obsah polyterpenů dosti velký, např. u rodu *Taraxacum* (*T. kok-saghyz*), *Parthenium* (*P. argentatum*) a *Scorzonera*. U podčeledí *Vernonioideae*, *Senecioideae* a *Asteroideae*, které lze shrnout do taxonu *Tubuliflorae*, udává Hegnauer (1964), že polyterpeny se objevují v parenchymu listů, stonku nebo kořenech, a tedy nikoli ve schizogenních exkrekčních drahách. Syntéza a akumulace kaučuku podle uvedeného autora charakterizuje celou čeleď, polyizopren se vyskytuje často ve velmi malých množstvích v různých rostlinách. Tato schopnost je velmi proměnlivá, proto ji nelze využít jako znak rodový nebo druhový.

Tribus *Heliantheae* podčeledí *Asteroideae* zahrnuje především severoamerické rody včetně rodu *Helianthus*. Hegg (1979) uvedl, že u *Helianthus annuus* se v listech vyskytuje malé množství kaučuku, z toho u ruských sort až 5 %. Šínská (1966) zaznamenala v suché hmotě listů 0,6 % kaučuku.

Energetická krize vyvolala v USA snahu nalézt netradiční potenciálně využitelné rostlinné zdroje. Následoval rozsáhlý výzkum obsahových látek u různých rostlin především severoamerického původu. Tak byly podrobněji prostudovány obsahové látky i u rodu *Helianthus*.

Při počátečním průzkumu obsahu kaučuku v různých rostlinách temperátní zóny (Swanson et al., 1979) byly stanovovány molekulové hmotnosti polyterpenových látek a porovnávány s molekulovou hmotností kaučuku z *Hevea brasiliensis* a *Parthenium argentatum*. Nasbíraný rostlinný materiál z jedné až dvou lokalit zmíněných autoři usušili na vzduchu, rozemleli, extrakcí acetonem odstranili oleje a polyfenolovou frakci, z rostlinného zbytku získali extrakcí cyklohexanem uhlovodíkovou frakci, složenou především z polymerů izoprénu, vosků a terpenoidů. Pomocí infračervené spektroskopie stanovili obsah kaučukových látek; jejich molekulovou hmotnost zjišťovali pomocí gelové chromatografie. Nesledovali proměnlivost v množství a složení obsahových látek ve vztahu k proměnlivosti rostlin a vlivu prostředí. Stanovili molekulovou hmotnost a distribuci molekulové hmotnosti u 33 druhů rostlin.

Z čeledi *Asteraceae* byly prostudovány tyto druhy: *Parthenium argentatum*, *Vernonia fistulosa* (molekulová hmotnost 417×10^3), *Silphium integrifolium*, *Helianthus hirsutus* (m. h. 279×10^3), *Cirsium vulgare*, *Cacalia atriplicifolia*, *Solidago altissima*, *Cirsium discolor*, *Solidago graminifolia*, *Gnaphalium obtusifolium*, *Silphium terebinthaceum*, *Solidago rigida*, *Helianthus grosseserratus* (m. h. 160×10^3), *Artemisia abrotanum*. Za využitelné přírodní gummy jsou označovány druhy s molekulovou hmotností kolem 4×10^5 a mírou polydisperzity 3,1 až 4,5: *Hevea brasiliensis* (m. h. $1,31 \times 10^6$), *Parthenium argentatum* (m. h. $1,28 \times 10^6$). Z uvedených rostlin čeledi *Asteraceae* patří mezi rostliny s potenciálně využitelným přírodním kaučukem pouze *Vernonia fistulosa*. Molekulová hmotnost nad 2×10^5 je limitem pro okrajově využitelné přírodní kaučuky. U látek s nižší molekulovou hmotností se předpokládá možnost využití na produkci látek nahrazujících ropné produkty, tzv. gasoline trees.

Na výzkum rostlinného materiálu z různých druhů rodu *Helianthus* se soustředili Stipanovic et al. (1980, 1982). Obsah kaučuku v procentech stanovovali gravimetrickou metodou. Pokud bylo v rostlinném materiálu alespoň 0,93 % kaučuku, použili ^{13}C -NMR

spektroskopii k odlišení kontaminace benzenového extraktu vysokomolekulárními uhlovodíky s přímým řetězcem. Látky typu kaučuku byly obsaženy především v listech, ve stoncích se naopak nalézaly hlavně vysokomolekulární uhlovodíky s přímým řetězcem.

Při jiném zpracování rostlinného materiálu (Seiler et al., 1991) se u 28 taxonů rodu *Helianthus* objevily odlišné údaje pro množství i molekulovou hmotnost kaučuku. U 13 taxonů byly látky typu kaučuku v množství větším než 0,6 %, u ostatních (*H. argophyllus*, *H. debilis* ssp. *silvestris*, *H. petiolaris* ssp. *petiolaris*, *H. pumilus*) méně než 0,1 % nebo žádné. Největší množství bylo zjištěno v listech *H. salicifolius* (1,6 %). V planých rostlinách slunečnice roční (*H. annuus*) z Texasu bylo nalezeno 0,2 % kaučuku, v rostlinách pěstovaného hybridu 894 slunečnice roční bylo stanoveno 0,1 % kaučuku. U druhů s obsahem alespoň 0,6 % kaučuku byla stanovena molekulová hmotnost těchto látek: *H. laevigatus* $73,29 \times 10^3$, *H. laetiflorus* $65,81 \times 10^3$, *H. strumosus* $61,24 \times 10^3$, *H. smithii* $50,22 \times 10^3$, *H. californicus* $49,93 \times 10^3$, *H. resinosus* $42,09 \times 10^3$, *H. hirsutus* $41,52 \times 10^3$, *H. decapetalus* $40,11 \times 10^3$, *H. rigidus* ssp. *subrhomboides* $34,63 \times 10^3$, *H. tuberosus* $32,74 \times 10^3$, *H. grosseserratus* $32,21 \times 10^3$, *H. salicifolius* $29,91 \times 10^3$, *H. maximilliani* $29,83 \times 10^3$. Látky typu kaučuku z rostlin rodu *Helianthus* nejsou pro svou nízkou molekulovou hmotnost využitelné jako přírodní kaučuk, mohly by však být využitelné jako plastifikátory do syntetických polyizoprenů a pro výrobu náhražek ropných produktů.

Rozdíly v údajích o množství a kvalitě polyterpenových látek mohou souviset s genetickou proměnlivostí uvnitř druhu i mezi jednotlivými rostlinami a s vlivem vnějšího prostředí (půdní podmínky, klima). U slunečnice roční byly naměřeny obsahy polyterpenových látek od 1,45 % (Winton), přes 0,55 % (Tucson) po 0,26 % (Ottawa). U pěstovaných odrůd slunečnice byly stanoveny pro hybrid 896 0,74 %, pro hybrid 894 0,49 % látek typu kaučuku. Hybrid *H. argophyllus* x *annuus* obsahoval 0,40 % polyizoprenů.

Významné je zjištění rozdílů v obsahu v listech a stonku, vyšší obsah polyizoprenů lze očekávat v rostlinných orgánech listového původu (listeny, plevky, květy).

Literatura

- FROHNE, D. - JENSEN, U.: Systematik des Pflanzenreichs. Stuttgart, New York, Gustav Fischer Verlag 1985, ed. 3, s. 355.
- HEGI, G.: Illustrierte Flora von Mittel-Europa. Berlin. Hamburg, Paul Parey Verlag 1979, ed. 2, sv. VI/3, s. 366.
- HEGNAUER, R.: Chemotaxonomie de Pflanzen. Basel, Stuttgart, Birkhauser Verlag 1964, sv. III, s. 743.
- SEILER, G. J. - CARR, M. E. - BAGBY, M. O.: Renewable resource from wild sunflowers (*Helianthus* ssp. *Asteraceae*). Econ. Bot., 1991, (45/1): 4-15.
- STIPANOVIC, R. D. - O' BRIEN, D. H. - ROGERS, CH. E. - HANLON, K. D.: Natural rubber from sunflower. J. agric. Fd Chem., 1980, (28): 1322-1323.
- STIPANOVIC, R. D. - SEILER, G. J. - ROGERS, CH. E.: Natural rubber from sunflower 2. J. agric. Fd Chem., 1982, (30): 611-613.
- SWANSON, C. L. - BUCHANAN, R. A. - OTEY, F. H.: Molecular weights of natural rubbers from selected temperate zone plants. J. appl. Polym. Sci., 1979, (23): 743-748.
- ŠÍNSKÁ, J.: Výskum svetových sortimentov kultúrnych rastlín - olejníny - slnečnica ročná *Helianthus annuus* L. [Závěrečná správa.] Piešťany, VÚRV 1966: s. 72.

Došlo 7. 5. 1993

Ing. Luboš Boháček
Výzkumný ústav včelařský, Dol, 252 66 Libčice nad Vltavou

40 LET VÝZKUMNÉHO ÚSTAVU MELIORACÍ A OCHRANY PŮDY PRAHA

Před 40 lety (1. dubna 1954) vznikl Výzkumný ústav zemědělsko-lesnických meliorací, jehož současným přímým pokračovatelem je Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy v Praze-Zbraslavi. Vznik ústavu byl motivován potřebou zajistit tehdejší program zvelebení zemědělského, lesního a vodního hospodářství. Legislativně byl podložen dohodou ministra zemědělství a ministra lesů a dřevařského průmyslu ČSR. Předností nového ústavu bylo soustředění odborníků - zemědělců, lesníků, vodohospodářů i chemiků na výzkumné úkoly v oblasti zúrodnování půd a meliorace přírodního prostředí.

Ústav za dobu své existence prošel řadou změn jak v organizační struktuře, tak ve výzkumném zaměření, což se promítlo i do jeho názvů. V roce 1981 byl do ústavu včleněn půdoznalecký odbor Výzkumného ústavu rostlinné výroby v Praze-Ruzyni a tehdejší Ústav pro průzkum půd v Praze-Suchbale; tím byla posílena půdoznalecká složka ústavu pod tehdejšími názvy Výzkumný ústav pro zúrodnění zemědělských půd. Postupem času byla vybudována řada experimentálních objektů a výzkumných stanic v různých oblastech republiky, zaměřených tematicky na jednotlivé problémy. Tato síť stanic, bází a experimentálních objektů se přirozeně v průběhu doby měnila tak, jak se postupně měnila výzkumná náplň ústavu.

První výzkumné problémy, jimiž se pracovníci ústavu zabývali (protierozní ochrana, vliv lesa a ochranných pásů na vodní režim půd, zúrodnování písčitých půd, meliorace degradovaných půd, závlahy, odvodňování, průzkum a využití rašelinišť a rašelin, zvelebení luk a pastvin), podstatně ovlivnily profil ústavu, v němž za dobu jeho trvání vyrostla řada odborníků těchto profesí také proto, že ústav byl od počátku školicím pracovištěm pro výchovu mladých vědeckých pracovníků.

Dnešní organizační struktura ústavu je výsledkem nových restrukturalizačních procesů, kterými prochází celá zemědělská vědecko-výzkumná základna. Ústav má v současné době tři výzkumná oddělení: vodohospodářských meliorací, pozemkových úprav a ochrany půdy, půdoznalství a hygieny půdy a ekonomický útvar.

Kromě ústředí v Praze-Zbraslavi jsou součástí ústavu detašovaná pracoviště v Brně, Českých Budějovicích, Borkovicích, Pardubicích a v Hoříně.

Zřizovací listinou MZe ČR (1991) a jejím doplňkem (1993) je Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy v Praze-Zbraslavi příspěvkovou organizací se zaměřením na řešení výzkumných problémů:

- v oboru půdoznalství, průzkumu, mapování, monitoringu a hodnocení půdy;
- minimalizace obsahu nežádoucích látek v půdě a vodě včetně stanovení jejich limitů a způsobů asanace;
- komplexních pozemkových úprav, rozvoje venkova, tvorby a ochrany krajiny zejména v oblastech specifických zájmů - PHO, CHKO, příhraničí apod.;
- ochrany půdy před erozí a jejími produkty včetně ochrany cenných částí území (obcí) před škodami povrchovým odtokem;
- hospodaření vodou v zemědělsko-lesních povodích včetně regulace vláhových režimů půd;
- revitalizace zemědělsko-lesních povodí včetně malých vodních nádrží;
- údržby, rekonstrukce a transformace melioračních soustav a jejich exploatace;
- rekultivace devastovaných půd a agromeliorace zemědělských půd;

- ochrany rašelinišť a využití rašeliny;
 - výzkumu a vývoje geografických informačních systémů (GIS) jako metody zpracování a analýzy uvedených výzkumných činností.
- Ústav vykonává stálou činnost pro zřizovatele:
- vedení a údržba informačního systému o půdě;
 - revize a aktualizace vymezených BPEJ včetně vydávání úředně platných potvrzení o delimitaci a přebonitaci pozemků;
 - metodicko-poradenská a odborně-technická činnost pro Ústřední pozemkový úřad a pro ostatní útvary MZe ČR;
 - zpracovávání odborných stanovisek, koncepcí, prognóz, vyjádření a podkladů pro rozhodování zřizovatele a k legislativním a jiným závazným předpisům;
 - udržovací a vyhledávací výzkum;
 - kontakt se zahraničními institucemi.

V současné době se ústav také zaměřil na podnikatelskou a hospodářskou činnost:

- rozborů půd, vody, rostlin, zúrodnovacích a odpadních látek a atesty melioračních hmot, strojů a technologií;
- provádění melioračního a půdoznaleckého průzkumu, hodnocení a oceňování půdy;
- zpracovávání studií, odborných podkladů, znaleckých posudků, stanovisek a vyjádření;
- spolupráce na tuzemských a zahraničních projektech meliorací, ochrany a zúrodnování půdy;
- podpora uživatelů geografických informačních systémů;
- ostatní popularizační, poradenská, expertizní, konzultační, školicí, propagační a ediční činnost.

VÚMOP v minulých letech i v současné době odborně, metodicky a prakticky plošně zabezpečuje mapové vymezení BPEJ a jako jediné pracoviště v republice udržuje aktualizovanou půdoznaleckou, numerickou a kartografickou databázi. Výsledky VÚMOP jsou využívány nejenom v rezortu zemědělství v oblasti cen půdy, pozemkových úprav, daní a dotací, ale i mimo rezort v oblastech životního prostředí, stavebnictví aj.

Z významných výzkumných projektů, jako je např. Program *Zdravá výživa*, řešící problematiku minimalizace obsahu nežádoucích látek v systému půda - voda - rostlina - produkt, se ústav zabývá zjišťováním obsahu nežádoucích látek, poznáním příčin kontaminace, stanovením limitů zatížení půd škodlivými látkami a navrhováním preventivních a asanačních opatření. Řeší také úkoly zabývající se určováním hodnoty půdy, revitalizací zemědělsko-lesních porostů, ochranou půdy v rámci útlumu zemědělské výroby, transformací melioračních soustav a komplexními pozemkovými úpravami.

Zahraniční aktivita ústavu je zaměřena na vědecko-výzkumnou spolupráci s institucemi obdobného zaměření v Nizozemsku, USA, Izraeli, Itálii, Francii, Německu a Rakousku. Pracovníci ústavu jsou zapojeni do řešení i v mezinárodních grantech. V souvislosti se zájmem zvýšit efektivnost zemědělské výroby v konkurenčních podmínkách světového trhu a vzhledem k naléhavé nutnosti zlepšit venkovský prostor přibývají i problémy, k jejichž komplexnímu řešení může ústav významně přispět. Lze tedy předpokládat, že ústav obstojí i v nových ekonomických podmínkách.

Ing. Miloslav Janěček, DrSc.

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 156 27 Praha 5-Zbraslav

OBSAH – CONTENTS

Němeček J., Podlešáková E., Firýt P.: Kontaminace půd severočeského regionu organickými xenobiotickými látkami – Contamination of soils in the north-Bohemian region by organic xenobiotic compounds	113
Podlešáková E., Němeček J., Vácha R.: Kontaminace půd severočeského regionu rizikovými prvky – Contamination of soils in the north-Bohemian region by hazardous elements	123
Králková M., Hrozinková A., Růžek P., Kovanda F., Koloušek D.: Synthetic and natural zeolites affecting the physical-chemical soil properties – Vliv syntetického a přírodního zeolitu na fyzikálně-chemické vlastnosti půd	131
Macháček V.: Hodnocení fosforečného režimu hnědozemě ze dvou lokalit – The evaluation of phosphorus regime of luvisol from two sites	143
Bauer F., Římovský K.: Energetická náročnost orby ve vztahu k fyzikálnímu stavu půdy po různých plodinách – Energy demandingness of the tillage in relation to physical conditions of soil	155
Koutník V., Dočekalová H.: Distribuce selenu v rostlinách ovsa setého během ontogeneze – Selenium distribution in oat plants sown during onthogenesis	163
Šantrůček J.: Koncentrace dusičnanů v obilkách trav po hnojení porostů močovinou a jejich vzcháživost – Nitrate concentration in caryopses of grasses after fertilizing of stands with urea and their emergence rate	173
Mazúr M., Feranec P.: Veľkosť a tvar zrna v regulácii vzhádzania porastu kukurice – The size and the shape of grains in the regulation of maize stand emergence	179
Hasan H. A. H.: Effect of glyphosate herbicide on aflatoxin production on wheat straw and couch grass – Vliv herbicidu glyphosat na tvorbu aflatoxinů na pšeničné slámě a na pýru plazivém	193
Černoch V., Houdek I.: Konkurenční schopnost lipnice luční (<i>Poa pratensis</i> L.) v jednoduchých jetelotravních směsích – Competitive ability of Kentucky bluegrass (<i>Poa pratensis</i> L.) in simple mixtures with grasses and clovers	205
INFORMACE – INFORMATION	
Boháček L., Möllerová J.: Některé obsahové látky u čeledi <i>Asteraceae</i>	207
Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA – FROM THE SPHERE OF SCIENCE	
Janeček M.: 40 let Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy	207

UPOZORNĚNÍ PRO ODBĚRATELE

Od letošního roku vyřizuje veškeré služby spojené s distribucí časopisu Rostlinná výroba vydavatel - Ústav zemědělských a potravinářských informací Praha.

Objednávky na předplatné posílejte na adresu:

Ústav zemědělských a potravinářských informací
referát odbytu
Slezská 7
120 56 Praha 2

Vědecký časopis ROSTLINNÁ VÝROBA ● Vydává Česká akademie zemědělských věd a Slovenská akadémia pôdohospodárskych vied - Ústav zemědělských a potravinářských informací ● Vychází měsíčně ● Redaktorka: RNDr. Eva Stříbrná ● Redakce: Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/257541 ● Sazba: Studio DOMINO - ing. Jakub Černý, Popovice 144, 267 01 Králův Dvůr, tel.: 0311/22959 ● Tisk: ÚZPI Praha ● © Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha 1994

Rozšiřuje Ústav zemědělských a potravinářských informací, referát odbytu, Slezská 7, 120 56 Praha 2