

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

ROSTLINNÁ VÝROBA

Plant Production

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

12

VOLUME 46
PRAHA
PROSINEC 2000
ISSN 0370-663X

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

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

Redakční rada – Editorial Board

Předseda – Chairman

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

Členové – Members

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

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

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

Doc. Ing. Václav Hosnedl, CSc. (Česká zemědělská univerzita v Praze, ČR)

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

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

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

Doc. Ing. Jan Moudrý, CSc. (Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, ČR)

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

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

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

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

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

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

Doc. Ing. Ladislav Slavík, DrSc. (Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, ČR)

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

Doc. Ing. Pavel Tlustoš, CSc. (Česká zemědělská univerzita v Praze, ČR)

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

Prof. Ing. Karel Voříšek, CSc. (Česká zemědělská univerzita v Praze, ČR)

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

Prof. Dr. hab. Kazimiera Zawislak (Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Polska)

Prof. Ing. Josef Zimolka, CSc. (Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, ČR)

Vedoucí redaktorka – Editor-in-Chief

RNDr. Eva Stříbrná

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

Periodicita: Časopis vychází měsíčně (12krát ročně), ročník 46 vychází v roce 2000.

Přijímání rukopisů: Rukopisy ve dvou vyhotoveních je třeba zaslat na adresu redakce: RNDr. Eva Stříbrná, vedoucí redaktorka, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Slezská 7, 120 56 Praha 2, Česká republika, tel.: 02/24 25 79 39, fax: 02/24 25 39 38, e-mail: editor@uzpi.cz. Den doručení rukopisu do redakce je publikován jako datum přijetí k publikaci.

Informace o předplatném: Objednávky na předplatné jsou přijímány pouze na celý rok (leden–prosinec) a měly by být zaslány na adresu: Ústav zemědělských a potravinářských informací, vydavatelské oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Cena předplatného pro rok 2000 je 816 Kč.

Aktuální informace najdete na URL adrese: <http://www.uzpi.cz>

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

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

Periodicity: The journal is published monthly (12 issues per year), Volume 46 appearing in 2000.

Acceptance of manuscripts: Two copies of manuscript should be addressed to: RNDr. Eva Stříbrná, editor-in-chief, Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2, Czech Republic, tel.: 02/24 25 79 39, fax: 02/24 25 39 38, e-mail: editor@uzpi.cz. The day the manuscript reaches the editor for the first time is given upon publication as the date of reception.

Subscription information: Subscription orders can be entered only by calendar year (January–December) and should be sent to: Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Subscription price for 2000 is 195 USD (Europe), 214 USD (overseas).

Actual information are available at URL address: <http://www.uzpi.cz>

AGROCHEMICKÁ CHARAKTERISTIKA PŮD HORSKÝCH A PODHORSKÝCH OBLASTÍ JIHOVÝCHODNÍ ŠUMAVY

AGROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF SOILS IN MOUNTAIN AND SUBMONTANE AREAS OF SOUTH-EAST ŠUMAVA

L. Kolář¹, J. Gergel², R. Ledvina¹, S. Kužel¹, M. Šindelářová¹

¹*Faculty of Agriculture, University of South Bohemia in České Budějovice, Czech Republic*

²*Research Institute for Soil and Water Conservation, Prague, Workplace České Budějovice, Czech Republic*

ABSTRACT: Quick acidification and thus decreased microbial activity in soils of mountain and submontane areas result in deceleration of transformation processes of primary organic matter, mineralization and humification. Consequently, organic matter accumulates in soils, and when penetrated with R_2O_3 sols, it loses its transformation ability even under improved microbial conditions. In soils, C_{org} goes up, level of humification S_H does down, HK : FK ratio is getting worse. Water soluble carbon content C_w (in extract 0.01 M $CaCl_2$) is commonly very low, active organic carbon C_{hvs} , expressed in percentage of total C_{org} of the soil, on the contrary, is distinctly high. It is caused by low pH of these soils, high share of mobile iron and aluminium, and high elution of the soil. Dynamic elements of soil fertility of soils in mountain and submontane areas are, with decrease of fertilization and liming intensity, getting worse two to three times more quickly than is the average of the CR. Continuous compensation of these dynamic elements therefore will not be acceptable from economic point of view. That is why it is necessary in these areas of Šumava, after delimitation of agricultural and forest soil fund, to proceed to an intensive meadow and pasture farming, with emphasize on protecting water-management aspects. Though the consumption of liming materials in Czech agriculture is decreasing rapidly (2 659 000 t was applied in 1988, 240 000 t only was applied in 1998), the average pH of arable soils and soils of meadows and pastures of the whole Czech Republic has not changed during the 1990 to 1992 and 1993 to 1998 periods of agrochemical soil testing, carried out by the Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture Brno. But in the districts with predominant submontane and mountain areas the decrease of pH is quite marked. Using the example of soils of the Český Krumlov district, we have proved, that an increased elution of calcium from leptosols, cambisols and podzisolů of Šumava, together with aggressivity of fulvic acids of stagnosols and gleysols of meadows and pastures, are the probable cause.

Keywords: mountain and submontane areas; soils; agrochemical characteristics; soil fertility; soil reaction; available nutrients; soil organic matter; humus

ABSTRAKT: V půdách horských a podhorských oblastí vlivem rychlého okyselování, a tím snížené půdní mikrobiální aktivity dochází ke zpomalení transformačních procesů primární organické hmoty, mineralizace i humifikace. Hromadí se v nich organická hmota, která prosycením soly R_2O_3 ztrácí schopnost transformace i ve zlepšených mikrobiálních podmínkách, stoupá C_{org} , klesá stupeň humifikace S_H a zhoršuje se poměr HK : FK. Obsah vodorozpuštěného uhlíku C_w (ve výluhu 0,01 M $CaCl_2$) je obecně velmi nízký, obsah aktivního organického uhlíku C_{hvs} v procentuálním vyjádření celkového C_{org} půdy je naopak zřetelně vysoký. Dynamické prvky úrodnosti půd horských a podhorských oblastí se s poklesem intenzity hnojení a vápnění v období let 1988 až 1998 zhoršují dva- až třikrát rychleji, než je průměr ČR. Přes prudký pokles spotřeby vápenatých hmot v českém zemědělství se průměrné pH orných půd i půd pod trvalými travními porosty celé ČR v období 1990 až 1992 a 1993 až 1998 nezměnilo (testování provádí ÚKZÚZ Brno). Zcela markantní je však pokles pH v okresech s převažujícími podhorskými a horskými polohami. Na příkladu půd okresu Český Krumlov je doloženo, že pravděpodobnou příčinou je zvýšená eluce vápníku z šumavských leptosolů, kambisolů a podzisolů a navíc agresivita fulvokyselin stagnosolů a gleysolů pod trvalými travními porosty.

Klíčová slova: horské a podhorské oblasti; půdy; agrochemická charakteristika; půdní úrodnost; půdní reakce; přístupné živiny; půdní organická hmota; humus

ÚVOD

Nové ekonomické podmínky vyžadují změnu hospodaření v podhorských a horských oblastech, které jako rezerva nedostatkové kvalitní vody a lesních porostů stále více předurčují zdejší zemědělské krajině mimoprodukční funkce. K harmonizaci produkčních a mimoprodukčních funkcí zemědělské krajiny v těchto oblastech jihovýchodní Šumavy je třeba především vyhodnotit jejich půdní agrochemické charakteristiky. Jde především o rozdílnou rychlost změn půdní reakce, přístupných živin (vápníku, hořčíku, draslíku a fosforu), produkčního potenciálu půd, sorpční kapacity, parametrů půdní organické hmoty (C_{org} , stupně humifikace S_H , poměru huminových kyselin a fulvokyselin $HK : FK$, množství horkou vodou extrahovatelného uhlíku C_{hws} , množství vodorozpuštěného uhlíku C_w [v 0,01 M $CaCl_2$]) a poměrů těchto hodnot k celkovému C_{org}) (Ledvína et al., 1999; Kolář et al., 2000a, b).

Obraz o rozdílných změnách hodnot pH/KCl v období dvou cyklů agrochemického zkoušení půd (1990 až 1992 a 1993 až 1998) ve vzorcích orných půd a půd pod trvalými travními porosty v šumavských okresech ve srovnání s nížinným okresem Mělník a okresem nížino-vrchovinným České Budějovice a celou ČR jsme získali ze zprávy ÚKZÚZ Brno (Trávník et al., 1999a) – obr. 1, na obr. 2 jsou zobrazeny analogické údaje pro přístupný draslík, fosfor a vápník.

MATERIÁL A METODY

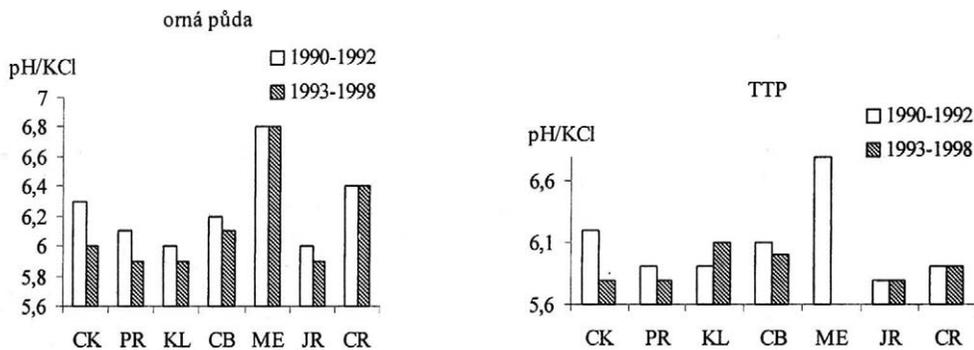
Studie byla realizována se dvěma skupinami půdních vzorků, první skupina je tvořena půdními vzorky z hor-

ských a podhorských poloh sledované oblasti, druhá skupina je z půdních vzorků míst okresu České Budějovice a slouží jako srovnávací standard.

Abychom vyloučili vliv kultury a hnojení, všechny vzorky byly odebrány z půd pod trvalými travními porosty, které nebyly nejméně deset let hnojeny ani vápněny. Podrobný popis vzorků je uveden v tab. I a II. Ke zpřesnění základního údaje ÚKZÚZ Brno (obr. 1 a 2) jsme provedli stanovení pH/KCl, přístupného vápníku (Trávník et al., 1999) a poměru huminových kyselin a fulvokyselin v půdních vzorcích (dva z orných půd, deset z půd pod TTP) ze sledované oblasti v okrese Český Krumlov (tab. III). Vzorky půd byly připraveny odebráním z hloubky 5 až 30 cm, usušením na vzduchu, prosátím 2mm sítem, dezintegrací prosevu a prosátím 0,2mm sítem. Záměrně nebyl odebrán pouze humusový horizont.

Celkový organický uhlík C_{org} ve vzorcích byl stanoven obvyklou metodou podle Tjurina (Hraško, 1962), zmodernizovanou DEAD-STOP titrací (do mrtvého bodu) s potenciometrickou indikací ke zpřesnění poznání bodu ekvivalence. Vodorozpuštěný uhlík C_w byl stanoven podle postupu, který publikovali Vaněk et al. (1997), konduktometrickou metodou (Kuzel, 2000), protože pracoviště nemá automatický průtokový analyzátor SKALAR k dispozici. Lze pracovat s původně vlhkými či vysušenými vzorky. Zvolili jsme alternativu suchých vzorků.

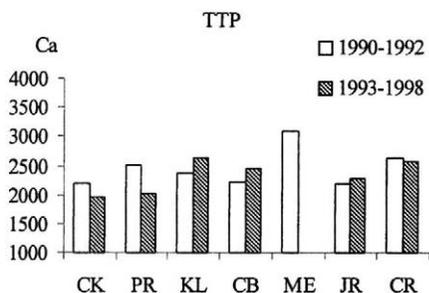
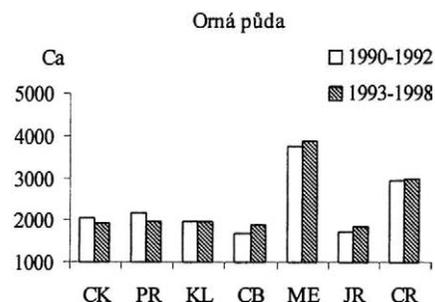
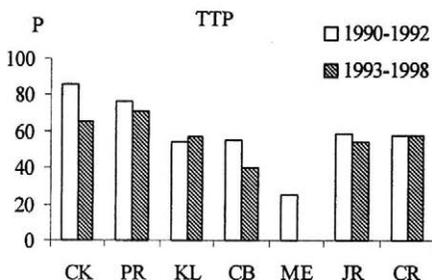
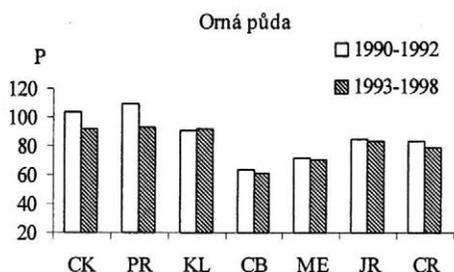
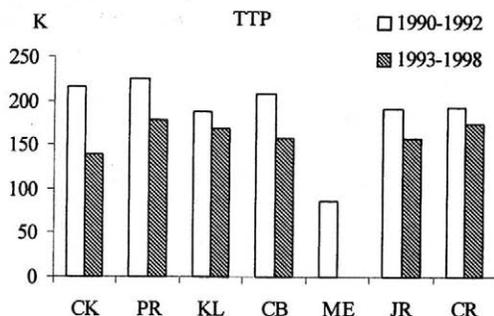
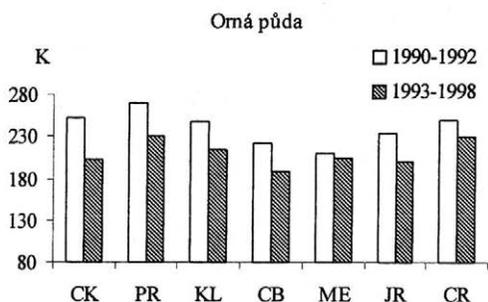
Aktivní organický uhlík C_{hws} byl stanoven metodou, kterou popsali Körschens et al. (1990). Převládá názor, že C_{hws} lépe koreluje s četnými vlastnostmi půdy, ovlivněnými půdní organickou hmotou (fyzikální vlastnosti, struktura atd.), než C_{org} (Soane et al., 1972). Zvláště silně koreluje C_{hws} s množstvím mikrobiální biomasy v půdě (Bre-



1. Hodnoty pH/KCl v období dvou cyklů agrochemického zkoušení půd (1990–1992 a 1993–1998) v šumavských okresech ve srovnání s okremy Mělník a České Budějovice, Jihočeským regionem a ČR podle ÚKZÚZ Brno (Trávník et al., 1999b) – pH/KCl values in the period of two cycles of agrochemical soil testing (1990–1992 and 1993–1998) in the Šumava districts compared with the Mělník and České Budějovice districts, South-Bohemian region and Czech Republic according to the Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture Brno (Trávník et al., 1999b)

Vysvětlivky k obr. 1 až 5 – Explanations to Figs. 1 to 5:

CK = Český Krumlov, PR = Prachatice, KL = Klatovy, CB = České Budějovice, ME = Mělník, JR = Jihočeský region, CR = ČR
orná půda – arable land
TTP – meadows and pastures



2. Hodnoty obsahu přístupného draslíku, fosforu a vápníku (mg/1000 g) v období dvou cyklů agrochemického zkoušení půd (1990–1992 a 1993–1998) v šumavských okresech ve srovnání s okresy Mělník a České Budějovice, Jihočeským regionem a ČR podle ÚKZÚZ Brno (Trávník et al. 1999b) – Values of the content of available potassium, phosphorus and calcium (mg/1000 g) in the period of two cycles of agrochemical soil testing in the Šumava districts compared with the Mělník and České Budějovice districts, South-Bohemian region and Czech Republic according to the Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture Brno (Trávník et al., 1999b)

mer et al., 1994). V biochemických procesech v půdách jsou pochopitelně nejreaktivnější lehce rozpustné organické uhlíkaté sloučeniny, a proto význam při posuzování četných procesů s vlivem na půdní úrodnost má vodorozpustný uhlík v půdě C_w , stanovený ve výluhu 0,01 M $CaCl_2$ (Vaněk et al., 1997).

Fracionace humusových kyselin proběhla klasickou metodou (Hraško, 1962). Vývoj těchto metod popisuje Horáček (1995). Stupeň humifikace byl vypočítán ze vztahu: $S_H = [(C_{HK} + C_{FK}) : C_{org}] \cdot 100$. Iontovýměnná kapacita T byla stanovena konduktometricky podle Sandhoffa (Hraško, 1962).

I. Charakteristika půdních vzorků podhorských a horských oblastí Šumavy (okresy Český Krumlov a Prachatice) – Characteristics of soil samples of submontane and mountain areas of Šumava (Český Krumlov and Prachatice districts)

Číslo skupiny vzorků ¹	Odběrové místo ²	Půdní typ ³	Půdní substrát ⁴	Půdní druh ⁵	Nadmořská výška ⁶ (m)	Potenciál půdní úrodnosti ⁷	pH/KCl	Přístupné živiny ⁸ (mg/kg) Mehlich III				Sorpční kapacita ⁹ T (mgekv/kg)
								P	K	Ca	Mg	
1	Dluhoště	GL	nivní uloženiny nekarbonátové	písčitohlinitá ¹⁰	605	nižší ¹³	5,60	51	149	2 249	219	137
2	Benešov nad Černou	GL	polygenetické hlíny kyselé	písčitohlinitá	661	nižší	5,28	48	133	2 117	195	132
3	Bujanov	GL	deluviofluvialní uloženiny nekarbonátové	písčitohlinitá	670	střední ¹⁴	5,30	55	142	2 100	199	145
4	Chvalšiny	KP	ortoruly	písčitohlinitá	671	střední	5,00	43	136	1 795	188	125
5	Černá	PG	polygenetické hlíny kyselé	hlinitopísčité ¹¹	728	nízký ¹⁵	5,48	49	118	1 881	194	129
6	Zvonková	PZ	granulity ortoruly	hlinitopísčité	769	nízký	5,64	51	130	1 927	188	107
7	Koryto	KM	ortoruly	písčitohlinitá	918	nízký	5,92	42	142	1 890	212	116
8	Křišťanov	KP	ortoruly	písčitohlinitá	925	velmi nízký ¹⁶	5,85	30	111	1 954	196	108
9	Albertov	PG	ortoruly	hlinitopísčité	932	velmi nízký	5,38	25	95	1 920	162	93
10	Skříněřov	PG	polygenetické hlíny kyselé	písčitohlinitá	940	nízký	5,67	33	126	2 104	200	120
11	Kubova Hut'	RNk	cordierit-biotitický migmatit	hlinitopísčité	1 025	velmi nízký	5,12	36	107	1 805	174	86
\bar{x}	–	–	–	–	804	–	5,48	42	126	1 977	193	118

Vysvětlivky k tab. I až III – Explanations to Tabs. I to III:

GL = glej – gley
 KP = kryptopodzol – cryptopodzol
 PG = pseudoglej – pseudogley
 PZ = podzol – podzol
 KM = kambizem – cambisol
 RNk = ranker kambizemní – cambisol ranker
 FMG = fluvizem glejová – gleyic fluvisol
 LM = luvizem – luvisol
 LMg = luvizem pseudoglejová – pseudogleyic luvisol
 KMga = kambizem pseudoglejová kyselá – pseudogleyic acid cambisol
 KMa = kambizem kyselá – acid cambisol
 RA = rendzina – rendzina

nivní uloženiny nekarbonátové – flood-plain non-carbonated deposits
 polygenetické hlíny kyselé – polygenetic acid loams
 deluviofluvialní uloženiny nekarbonátové – deluvial-fluvial non-carbonated deposits
 ortoruly – orthogneiss
 granulity – granulates
 cordierit-biotitický migmatit – cordierite-biotitic migmatite
 sprašová hlína – loetic loam
 prachovice – dusty earth
 pararuly – paragneiss
 migmatity – migmatites
 lehčí – lighter
 střední – middle
 vápenc – limestone

¹number of sample group, ²place of sampling, ³soil type, ⁴geological petrographic substratum, ⁵soil granularity, ⁶elevation, ⁷production potential of soils, ⁸available nutrients, ⁹sorption capacity, ¹⁰sandy loam, ¹¹loamy sand, ¹²loamy, ¹³lower, ¹⁴middle, ¹⁵low, ¹⁶very low, ¹⁷high, ¹⁸higher

Do agrochemické charakteristiky půd patří také posouzení konzervativních a dynamických prvků půdní úrodnosti (Balík et al., 1998), kterému se věnujeme v samostatné práci (Kolář et al., 2000b). Zde uvádíme z konzervativních prvků půdní úrodnosti pouze výsledky potenciometrického stanovení puřovitosti z titračních křivek (Valla et al., 1980), protože její hodnota odráží úroveň dalších konzervativních prvků, především množství a kvality humusu spolu s množstvím koloidní minerální frakce.

Matematicko-statistické hodnocení výsledků bylo provedeno podle postupů, které uvádí Eckschlagler (1971). Šíře intervalu spolehlivosti $(1 - \alpha) = 0,95$ byla vypočtena z rozpětí R podle Deana a Dixona ze vztahu: $L_{1,2} = x \pm K_n \cdot R$.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Z výsledků ÚKZÚZ Brno (obr. 1, 2) a z našich výsledků (tab. I až III) je zřejmé, že od obecně nepatrného sníže-

ní půdní reakce orných půd a půd pod trvalými travními porosty v celé ČR se liší zcela markantně okyselení půd v šumavských okresech s podhorskými a horskými polohami jako důsledek neúměrného poklesu spotřeby vápenatých hmot k vápnění – v roce 1989 jsme u nás aplikovali 2 802 000 t, v roce 1998 jen 240 000 t. Rovněž mnohem výraznější je pokles obsahu přístupných živin v půdách šumavských okresů s horskými a podhorskými polohami ve srovnání s nížino-vrchovinnými okresy a celou ČR. Zvláště úbytek přístupného draslíku v půdách pod TTP je velmi výrazný. Je tedy zřejmé, že půdy horských a podhorských oblastí reagují mnohem rychleji na prudký pokles intenzity hnojení v ČR – v roce 1987 byla spotřeba NPK 238 kg/ha zemědělské půdy, v roce 1991 jen 65 kg/ha, v roce 1998 činila 73,2 kg/ha. Tyto změny jsou logické, uvážíme-li, jak velké jsou rozdíly puřovitosti P a sorpční kapacity T půd šumavských okresů ve srovnání s okresy Mělník a České Budějovice (obr. 3 až 5, tab. I, II). Zatímco hodnoty P a T jsou výrazně nižší, C_{org} je naopak vyšší. Dokazuje to obecně nízkou iontovýměn-

II. Charakteristika srovnávací skupiny půdních vzorků úrodných vrchovinných oblastí okresů České Budějovice a Třeboň – Characteristics of comparison group of soil samples of fertile highland areas of the České Budějovice and Třeboň districts

Číslo skupiny vzorků ¹	Odběrové místo ²	Půdní typ ³	Půdní substrát ⁴	Půdní druh ⁵	Nadmořská výška ⁶ (m)	Potenciál půdní úrodnosti ⁷	pH/KCl	Přístupné živiny ⁸ (mg/kg) Mehlich III				Sorpční kapacita ⁹ T (mgekv/kg)
								P	K	Ca	Mg	
1 S	Opatovice u Hluboké	FMG	nivní uložení nekarbonátové lehčí	hlinitá ¹²	375	vysoký ¹⁷	6,25	48	162	2 620	260	219
2 S	Dolní Bukovsko	LM	sprašová hlína (prachovice)	hlinitá	430	vyšší ¹⁸	6,03	57	150	2 608	245	185
3 S	Dynín	LM	sprašová hlína (prachovice)	hlinitá	439	vyšší	6,18	62	168	2 535	268	197
4 S	Hosín	LM	pararuly a polygenetické hlíny kyselé	pisčitohlinitá ¹⁰	472	vyšší	6,00	42	154	2 594	226	174
5 S	Roudné u Českých Budějovic	FMG	nivní uložení nekarbonátové střední	pisčitohlinitá	395	vysoký	6,27	55	192	2 395	274	193
6 S	Lišov	LMg	pararuly a migmatity	hlinitá	496	vyšší	5,95	59	181	2 404	255	165
7 S	Borovany	PG	polygenetické hlíny kyselé	pisčitohlinitá	451	vyšší	5,18	45	164	2 328	258	156
8 S	Kardašova Řečice	KMga	pararuly	pisčitohlinitá	458	střední ¹⁴	6,05	58	157	2 382	231	142
9 S	Lomnice nad Lužnicí	KMa	pararuly	hlinitopisčitá ¹¹	432	střední	5,85	54	140	2 103	217	130
10 S	Libín	PG	polygenetické hlíny kyselé	pisčitohlinitá	451	vysoký	5,48	50	175	2 414	239	185
\bar{x}	Jihočeský region* ČR	–	–	–	440	–	5,92	53	164	2 438	247	175
		–	–	–	–	–	5,80	54	158	2 290	221	–
		–	–	–	–	–	–	5,90	58	174	2 572	208

*South Bohemian region

For 1–18 see Tab. I

III. Poměr HK : FK, pH/KCl a obsah přístupného vápníku (mg/kg) v půdách okresu Český Krumlov v letech 1980 a 1999 s šířící intervalu spolehlivosti $(1 - \alpha) = 0,95$; průměrný obsah přístupného vápníku je v ČR v letech 1993 až 1998 u orných půd 2973 mg/kg, u půd pod trvalými travními porosty 2572 mg/kg (Trávník et al., 1999a) – HK : FK ratio, pH/KCl and available calcium content (mg/kg) in soils of the Český Krumlov district in 1980 and 1999, when confidence limits $(1 - \alpha) = 0,95$; average content of available calcium in the CR in 1993 to 1998 in arable soils is 2973 mg/kg, in soils of meadows and pastures is 2572 mg/kg (Trávník et al., 1999a)

Číslo skupiny vzorků ¹	Odběrové místo ²	Nadmořská výška ³ (m)	Kultura ¹⁹	Půdní typ ³	Půdní substrát ⁴	Půdní druh ⁵	pH/KCl	HK : FK		Ca 1999
								1980	1999	
1	Hašlovice	590	OP	KM	pararula	hlinitopísčité ¹¹	6,00	0,78 ± 0,05	0,74 ± 0,04	1 994 ± 203
2	Koryto	918	TTP	KM	ortoruly	písčitohlinitá ¹⁰	5,92	0,68 ± 0,05	0,63 ± 0,05	1 724 ± 190
3	Zvonková	769	TTP	PZ	granulity ortoruly	hlinitopísčité	5,64	0,44 ± 0,03	0,45 ± 0,03	1 806 ± 205
4	Chvalšiny	671	OP	KP	ortoruly	písčitohlinitá	5,10	0,23 ± 0,01	0,18 ± 0,02	1 125 ± 151
5	Křišťanov	925	TTP	KP	ortoruly	písčitohlinitá	5,85	0,55 ± 0,04	0,51 ± 0,04	1 810 ± 174
6	Černá	728	TTP	PG	polygenetické hlíny kyselé	hlinitopísčité	5,48	0,40 ± 0,02	0,40 ± 0,02	1 321 ± 140
7	Skříněšov	940	TTP	PG	polygenetické hlíny kyselé	písčitohlinitá	5,67	0,41 ± 0,02	0,32 ± 0,01	1 320 ± 152
8	Albertov (pod Brlohem)	932	TTP	PG	ortoruly	hlinitopísčité	5,38	0,36 ± 0,02	0,28 ± 0,00	1 265 ± 145
9	Bujanov	670	TTP	GL	deluviofluviální uloženiny nekarbonátové, střední	písčitohlinitá	5,30	0,32 ± 0,02	0,22 ± 0,01	1 408 ± 164
10	Dluhoště (Benešov)	605	TTP	GL	nivní uloženiny nekarbonátové, střední	písčitohlinitá	5,60	0,31 ± 0,02	0,24 ± 0,01	1 594 ± 185
11	Benešov nad Černou	661	TTP	GL	polygenetické hlíny kyselé	písčitohlinitá	5,28	0,30 ± 0,02	0,20 ± 0,02	1 380 ± 142
12	Nové Dobrkovice	560	TTP	RA	vápěnc	hlinitopísčité	5,20	0,25 ± 0,01	0,16 ± 0,00	1 291 ± 115

HK = huminové kyseliny – humic acids

FK = fulvokyseliny – fulvic acids

OP = orná půda – arable land

TTP = trvalé travní porosty – meadows and pastures

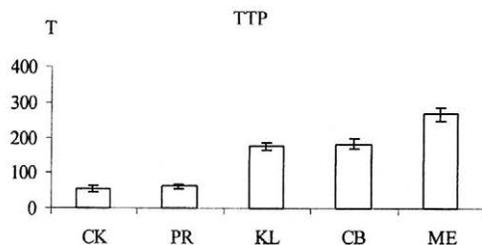
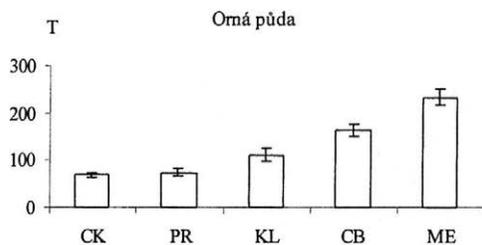
For 1–11 see Tab. 1, ¹⁹culture

nou schopnost půdní organické hmoty půd šumavských okresů.

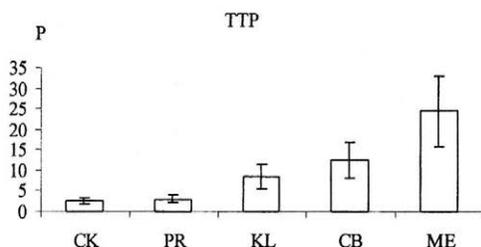
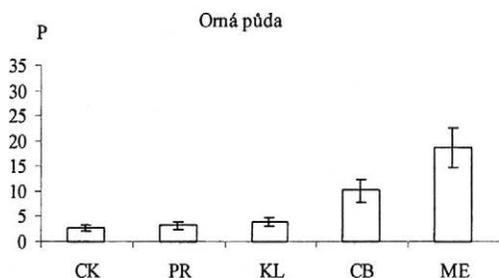
Z tab. I a II je zřejmé, že sledované půdy horských a podhorských oblastí se od srovnávací skupiny půdních vzorků úrodných vrchovinných oblastí okresu České Budějovice liší vyšším poklesem pH, značným poklesem přístupného draslíku, hořčíku a vápníku, a kupodivu malým poklesem přístupného fosforu. Ovšem z této skutečnosti se nelze předem radovat; ze zkušenosti z práce se šumavskými půdami z dřívější doby víme, že skutečný příjem fosforu rostlinami z kyselých šumavských půd je komplikován velmi nepříznivými ukazateli fosfátového režimu těchto půd, faktorem kinetiky, konstantou vazebné energie a sorpčním indexem. S tím souvisí i celkem nepříznivé frakční složení půdního fosforu (Kolář, 1987).

Údaje v tab. I a II ukazují také na dosti podstatné rozdíly v hodnotách sorpční kapacity půd. Uvážíme-li, že ve všech případech šlo o půdy s velmi podobnou zrnitostí, a tedy podobným obsahem minerálních koloidních čás-

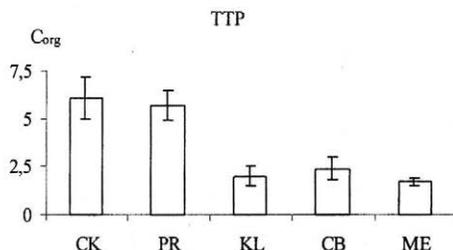
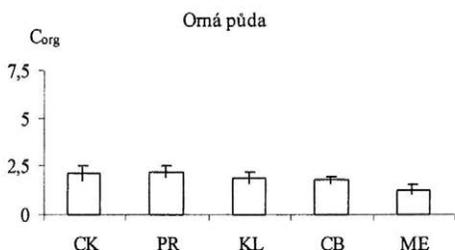
tic, je logické, že průměrně nižší hodnoty sorpční kapacity ve vzorcích půd podhorských a horských oblastí Šumavy jsou vyvolány závadami v oblasti humifikace – tedy menším množstvím humusu nebo jeho horší kvalitou. Zcela to potvrzují výsledky na obr. 4 až 7. Z jejich srovnání zřetelně vyplývá, že čím horší je agrochemická kvalita půdy ve skupině půd horských a podhorských oblastí, tím je obsah organického uhlíku C_{org} v půdě vyšší, stupeň humifikace S_H nižší, poměr HK : FK nižší, vodorozpustný uhlík C_w nižší a naopak obsah aktivního organického uhlíku C_{hvs} vyšší. Ve skupině srovnávací, v půdních vzorcích úrodných vrchovinných oblastí okresu České Budějovice tyto závislosti, sledované podle pH/KCl, obsahu přístupných živin a hodnot sorpční kapacity půdy, jsou zcela neznatelné. Průměr hodnot frakcí půdního uhlíku ve srovnávací skupině se však podstatně liší od průměrů těchto hodnot ve skupině půd horských a podhorských oblastí. Výsledky tedy jednoznačně potvrzují, že půdy horských a podhorských oblastí i při relativním přebytku C_{org} mají nedostatek humusu, a navíc



3. Sorpční kapacita T (mg kv. $H/1000$ g) půd šumavských okresů ve srovnání s okresy Mělník a České Budějovice – Sorption capacity T (mg kv. $H/1000$ g) of soils of the Šumava districts compared with the Mělník and České Budějovice districts



4. Pufrovitost P (mg kv. $OH/1000$ g) půd šumavských okresů ve srovnání s okresy Mělník a České Budějovice – Buffering capacity P (mg kv. $OH/1000$ g) of soils of the Šumava districts compared with the Mělník and České Budějovice districts

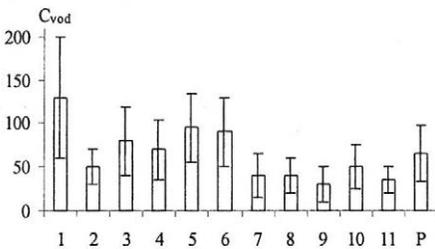
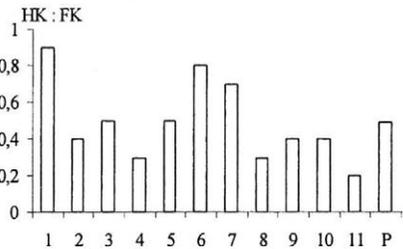
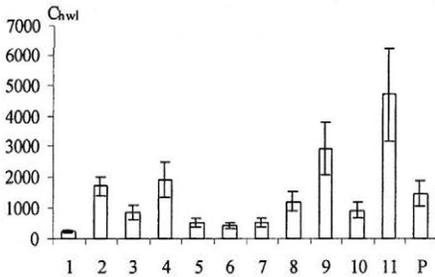
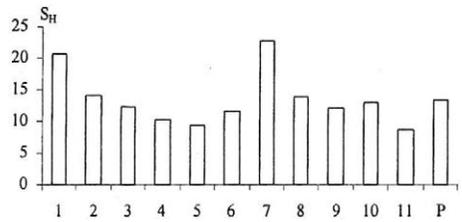
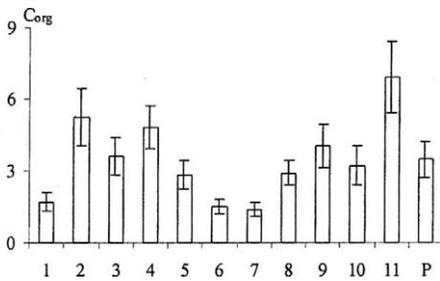


5. Obsah celkového organického uhlíku C_{org} (%) půd šumavských okresů ve srovnání s okresy Mělník a České Budějovice – The content of total organic carbon C_{org} (%) of soils of the Šumava districts compared with the Mělník and České Budějovice districts

tento humus je nízkomolekulární, nekvalitní, s převahou fulvokyselin.

Pokles vodorozpustného uhlíku C_w ve skupině půd horských a podhorských oblastí vysvětlujeme elučními procesy v humidním klimatu a charakterem zrnitosti těchto půd. Důležitou otázkou však zůstává, proč v těchto podmínkách nalézáme vysoké hodnoty aktivního organického uhlíku C_{hws} a proč uhlíkaté zdroje této kategorie uhlíku nereagují v humifikačních procesech, a nezlepší tak množství a kvalitu humusu těchto půd, a jestliže je hu-

mifikace z nějakých důvodů inhibována, proč nereagují alespoň v mineralizaci. Vždyť C_{hws} indikuje aktivní frakci půdního uhlíku, která je charakterizována jako rozložitelná. Schulz (1997) dokonce kalkuluje vztah mezi rozložitelným uhlíkem v půdě C_{dec} a C_{hws} rovnicí: $C_{dec} = 15 C_{hws}$. Vysvětlení jsme našli jedině v ověření hypotézy, že frakce C_{hws} je sice i v půdách Šumavy extrahovatelná horkou vodou, ale na rozdíl od C_{hws} běžných půd je mikrobiálně nerozložitelná.



6. Obsah celkového organického uhlíku C_{org} (%), aktivního organického uhlíku C_{hwl} (mg/1000 g), vodorozpustného organického uhlíku C_{vod} (mg/1000 g), stupeň humifikace S_H (%) a poměru huminových kyselin a fulvokyselin půdních vzorků podhorských a horských oblastí Šumavy charakterizovaných v tab. I – The content of total organic carbon C_{org} (%), active organic carbon C_{hwl} (mg/1000 g), water-soluble organic carbon C_{vod} (mg/1000 g), degrees of humification S_H (%) and ratio of humic acids and fulvic acids of soil samples of mountain and submontane areas of Šumava characterised in Tab. I

Vysvětlivky k obr. 6 a 7 – Explanations to Figs. 6 and 7:

C_{org} = celkový organický uhlík – total organic carbon

C_{hwl} = aktivní organický uhlík – active organic carbon

C_{vod} = vodorozpustný organický uhlík – water-soluble carbon

S_H = stupeň humifikace – degree of humification

HK : FK = poměr huminových kyselin a fulvokyselin – ratio of humic and fulvic acids

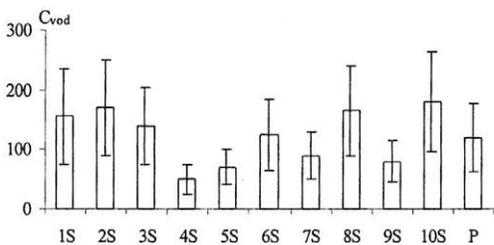
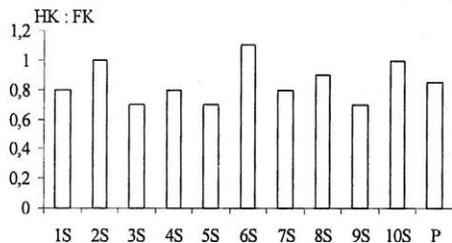
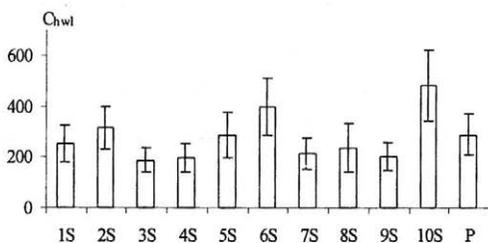
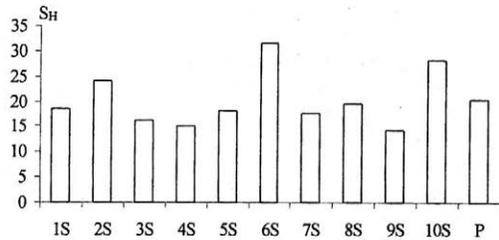
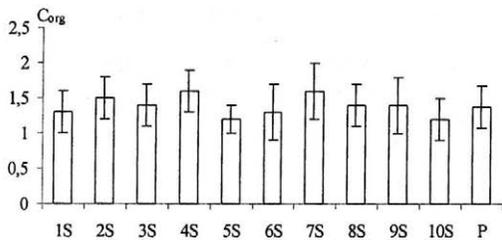
ZÁVĚR

V půdách horských a podhorských poloh v okresech Český Krumlov a Prachatice ve srovnání s relativně úrodnými půdami v okrese České Budějovice bylo zjištěno, že hodnoty celkového uhlíku C_{org} a aktivního organického uhlíku C_{hws} jsou relativně vyšší, naopak obsah vodorozpustného uhlíku C_w , stupeň humifikace S_H a poměr HK : FK je výrazně nižší. Je to způsobeno tím, že v humidním prostředí vyšších poloh je C_w eluován z půd, snížená mikrobiální aktivita naopak vede k hromadění C_{org} i C_{hws} .

Snížení množství humusu a jeho zhoršená kvalita v půdních vzorcích půd horských a podhorských oblas-

tí se podílí (proti srovnávací skupině vzorků půd úrodných vrchovinných oblastí okresu České Budějovice) na průměrném snížení sorpční kapacity o 33 %, snížení pH/KCl o 7,5 % a snížení zásoby přístupných živin – fosforu o 20 %, draslíku o 23 %, vápníku o 29 % a hořčíku o 22 %. Zvláště pokles obsahu přístupného fosforu je značný. V celé ČR v půdách pod TTP obsah fosforu v rozmezí let 1992 až 1998 vůbec neklesl (Trávník et al., 1999a) a ve srovnávací skupině půd okresu České Budějovice je v současnosti proti půdám pod TTP celé ČR zaznamenán pokles o pouhých 9 %.

Výzkum byl realizován za finanční podpory grantu MŠMT, id. kód: CEZ: J 06/98: 122200002.



7. Obsah celkového organického uhlíku C_{org} (%), aktivního organického uhlíku C_{hwi} (mg/1000 g), vodorozpustného organického uhlíku C_{vod} (mg/1000 g), stupně humifikace S_H (%) a poměru huminových kyselin a fulvokyselin srovnávací skupiny půdních vzorků úrodných vrchovinných oblastí okresů České Budějovice a Třeboň charakterizované v tab. II – The content of total organic carbon C_{org} (%), active organic carbon C_{hwi} (mg/1000 g), water-soluble organic carbon C_{vod} (mg/1000 g), degrees of humification S_H (%) and ratio of humic acids and fulvic acids of comparison group of soil samples of fertile highland areas of the České Budějovice and Třeboň districts characterised in Tab. II

LITERATURA

- Balík J., Vaněk V., Pavlíková D., Kolář L., Tlustoš P. (1998): Půdní úrodnost a její význam pro stabilitu výnosů a kvalitu produkce. In: Sbor. mezin. Konf. Racionální použití průmyslových hnojiv, Praha, ČZU: 12–22.
- Bremer E., Janzen H. H., Johanson A. M. (1994): Sensitivity of total, light fraction and mineralizable organic matter to management practices in a Lethbridge soil. *Can. J. Soil Sci.*, 74: 403–416.
- Eckschlager K. (1971): Chyby chemických rozborů. Praha, SNTL.
- Horáček J. (1995): Studie vlastností a přeměn organické hmoty v půdě. [Docentská habilitace.] České Budějovice, ZF JU.
- Hraško J. (1962): Rozbory pód. Bratislava, SVPL.
- Kolář L. (1987): Změny frakcí organického a minerálního fosforu v HPa Šumavy po intenzivním organickém hnojení. *Rostl. Vyr.*, 33: 819–826.
- Kolář L., Kužel S., Šindelářová M., Ledvina R. (2000a): Půdní organická hmota, humus a mikrobiální aktivita půd pod-

horských a horských oblastí. *Coll. Sci. Pap., České Budějovice, ZF JU.*

- Kolář L., Ledvina R., Kužel S., Šindelářová M. (2000b): Charakteristika půdní úrodnosti půd horských a podhorských oblastí Šumavy. *Coll. Sci. Pap., České Budějovice, ZF JU.*
- Körshens M., Schulz E., Behm R. (1990): Heißwasserlöslicher C und N im Boden als Kriterium für das N-Nachlieferungsvermögen. *Zbl. Mikrobiol. Jena*, 145: 305–311.
- Kužel S. (2000): Fotometrické stanovení vodorozpustného uhlíku v půdě. *Coll. Sci. Pap., České Budějovice, ZF JU.*
- Ledvina R., Kolář L., Kužel S., Šindelářová M. (1999): Vývoj změn půdní reakce půd horských a podhorských oblastí ve srovnání s průměrem České republiky. *Coll. Sci. Pap., České Budějovice, ZF JU.*
- Schulz E. (1997): Charakterisierung der organischen Bodensubstanz nach dem Grad ihrer Umsetzbarkeit und ihre Bedeutung für Transformationsprozesse für Nähr- und Schadstoffe. *Arch. Acker- Pfl.-Bau Bodenkd.*, 41: 465–483.

- Soane B. D., Campbell D. J., Herkes S. M. (1972): The characterization of some Scottish arable topsoil by agriculture and engineering methods. *J. Soil Sci.*, 23: 94–103.
- Trávník K., Čermák P., Sušil A. (1999a): Porovnání vývoje agrochemických vlastností půd za období 1990–1992 a 1993–1998. Brno, ÚKZÚZ.
- Trávník K. et al. (1999b): Pracovní postupy pro agrochemické zkoušení zemědělských půd v České republice. Brno, ÚKZÚZ.
- Valla M., Kozák J., Drbal J. (1980): Cvičení z půdoznalství II. [Skriptum VŠZ.] Praha, SPN.
- Vaněk V., Němeček R., Najmanová J., Mrkvička J. (1997): Vliv způsobu hospodaření, hnojení a úpravy vzorků zemín na obsah rozpustného uhlíku. In: Sbor. Konf. Úloha organických hnojiv v současném zemědělství, Praha, ČZU: 75–80.

Došlo 25. 5. 2000

Kontaktní adresa:

Prof. Ing. Ladislav Kolář, DrSc., Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Studentská 13, 370 05 České Budějovice, Česká republika, tel.: + 420 38 777 24 10, fax: + 420 38 530 01 22, e-mail: kuzel@zf.jcu.cz

ŽELEZO, HLINÍK A MIKROBIÁLNÍ AKTIVITA PŮD HORSKÝCH A PODHORSKÝCH OBLASTÍ JIHOVÝCHODNÍ ŠUMAVY

IRON, ALUMINIUM AND MICROBIAL ACTIVITY OF SOILS IN MOUNTAIN AND SUBMONTANE AREAS OF SOUTH-EAST ŠUMAVA

L. Kolář¹, J. Gergel², R. Ledvina¹, S. Kužel¹, M. Šindelářová¹

¹Faculty of Agriculture, University of South Bohemia in České Budějovice, Czech Republic

²Research Institute for Soil and Water Conservation, Prague, Workplace České Budějovice, Czech Republic

ABSTRACT: Decrease of microbial activity in samples of soils of mountain and submontane areas of Šumava, in comparison with soils of fertile lowland areas in the České Budějovice and Třeboň districts, is quite remarkable for low values of respiration at initial (1 to 3 days), basal (4 to 7 days) and long-time (35 days) incubation. Decrease of these values is the highest in those samples, where the analyses proved high values of mobile iron and aluminium. At the same time, C_{hws} is increasing. We consider, that the unusually high resistance to microbial decomposition of the carbon source fraction, characterized with C_{hws} , is caused by mummification of soil organic matter of soils of Šumava with iron and aluminium sols. Shortage of decomposable energetic substratum and low pH lead to decrease of biomass of microorganisms C_{MB} and that is why the Hendrix's index of biological activity of soil H_{BAP} is not a reliable parameter in conditions of soils of Šumava.

Keywords: mountain and submontane areas; soils; biological activity of soil; respiration; Hendrix's index

ABSTRAKT: Pokles mikrobiální aktivity vzorků půd horských a podhorských oblastí Šumavy ve srovnání s půdami úrodných vrchovinných oblastí okresů České Budějovice a Třeboň je zcela zřejmý z nízkých hodnot respirace při počáteční (1 až 3 dny), bazální (4 až 7 dnů) a dlouhodobé (35 dnů) inkubaci. Pokles těchto hodnot je největší tam, kde analýzy prokázaly v půdních vzorcích vysoké hodnoty mobilního železa a hliníku. Současně dochází k zvýšení C_{hws} . Domníváme se, že neobvyklou mikrobiální nerozložitelnost frakce uhlíkatých zdrojů, charakterizovaných C_{hws} , působí mumifikace půdní organické hmoty půd Šumavy soly železa a hliníku. Nedostatek rozložitelného energetického substrátu a nízké pH vede i ke snížení uhlíku biomasy mikroorganismů C_{BM} , a proto Hendrixův index biologické aktivity půdy H_{BAP} není v podmínkách půd Šumavy spolehlivým ukazatelem.

Klíčová slova: horské a podhorské oblasti; půdy; biologická aktivita půdy; respirace; Hendrixův index

ÚVOD

V předchozí práci (Kolář et al., 2000a) jsme provedli charakteristiku půd horských a podhorských oblastí jihovýchodní Šumavy z hlediska obsahu frakcí půdního uhlíku a dalších agrochemických parametrů. V této práci ji doplňujeme studiem schopnosti půdní organické hmoty sloužit jako energetický substrát pro půdní mikroorganismy. Jde především o srovnání parametrů mikrobiální aktivity půdy (počáteční, bazální a dlouhodobé respirace – C_{IR} , C_{BR} , C_{LTR}), obsahu uhlíku mikrobiální biomasy C_{BM} a Hendrixova indexu biologické aktivity půdy H_{BAP} (Ledvina et al., 1999; Kolář et al., 2000b, c). Protože půdy

horských a podhorských oblastí jihovýchodní Šumavy vznikly většinou na silně kyselých substrátech a také transformace půdní organické hmoty zde vede k vzniku silně kyselých fulvokyselin, je vážnou komplikací iontovýměnných procesů v těchto půdách iontové železo a hliník. Věnovali jsme proto pozornost i přístupnému železu a labilnímu hliníku jako části hliníku výměnného.

MATERIÁL A METODY

Studie byla realizována se dvěma skupinami půdních vzorků, první skupina je tvořena půdními vzorky z hor-

ských a podhorských poloh sledované oblasti, druhá skupina je z půdních vzorků míst okresu České Budějovice a slouží jako srovnávací standard.

Abychom vyloučili vliv kultury a hnojení, všechny vzorky byly odebrány z půd pod trvalými travními porosty, které nebyly nejméně deset let hnojeny ani vápněny. Podrobný popis vzorků je uveden v tab. I a II. Vzorky

půd byly připraveny odebráním z hloubky 5 až 30 cm. Záměrně nebyl odebrán pouze humusový horizont.

K hodnocení biologické aktivity půdy navrhli Hendrix et al. (1989) poměr uhlíku bazální respirace a uhlíku biomasy mikroorganismů $C_{BR} : C_{BM}$.

Úroveň mikrobiální aktivity půdních vzorků byla hodnocena v čerstvých odběrech metodou stanovení bazál-

I. Charakteristika půdních vzorků podhorských a horských oblastí Šumavy (okres Český Krumlov a Prachatice) – Characteristics of soil samples of submontane and mountain areas of Šumava (Český Krumlov and Prachatice districts)

Číslo skupiny vzorků ¹	Odběrové místo ²	Půdní typ ³	Půdní substrát ⁴	Půdní druh ⁵	Nadmožská výška ⁶ (m)	Potenciál půdní úrodnosti ⁷	pH/KCl
1	Dluhoště	GL	nivní uloženiny nekarbonátové	pisčitohlinitá ⁸	605	nižší ¹¹	5,60
2	Benešov nad Černou	GL	polygenetické hlíny kyselé	pisčitohlinitá	661	nižší	5,28
3	Bujanov	GL	deluviofluviální uloženiny nekarbonátové	pisčitohlinitá	670	střední ¹²	5,30
4	Chvalšiny	KP	ortoruly	pisčitohlinitá	671	střední	5,00
5	Černá	PG	polygenetické hlíny kyselé	hlinitopisčitá ⁹	728	nízký ¹³	5,48
6	Zvonková	PZ	granulity ortoruly	hlinitopisčitá	769	nízký	5,64
7	Koryto	KM	ortoruly	pisčitohlinitá	918	nízký	5,92
8	Křišťanov	KP	ortoruly	pisčitohlinitá	925	velmi nízký ¹⁴	5,85
9	Albertov	PG	ortoruly	hlinitopisčitá	932	velmi nízký	5,38
10	Skříněřov	PG	polygenetické hlíny kyselé	pisčitohlinitá	940	nízký	5,67
11	Kubova huť	RNk	cordierit-biotitický migmatit	hlinitopisčitá	1025	velmi nízký	5,12
\bar{x}	–	–	–	–	804	–	5,48

Vysvětlivky k tab. I a II – Explanations to Tabs I and II:

GL = glej – gley

KP = kryptopodzol – cryptopodzol

PG = pseudoglej – pseudogley

PZ = podzol – podzol

KM = kambizem – cambisol

RNk = ranker kambizemní – cambisol ranker

FMG = fluvizem glejová – gleyic fluvisol

LM = luvizem – luvisol

LMg = luvizem pseudoglejová – pseudogleyic luvisol

KMga = kambizem pseudoglejová kyselá – pseudogleyic acid cambisol

KMa = kambizem kyselá – acid cambisol

nivní uloženiny nekarbonátové – flood-plain non-carbonated deposits

polygenetické hlíny kyselé – polygenetic acid loams

deluviofluviální uloženiny nekarbonátové – deluvial-fluvial non-carbonated deposits

ortoruly – orthogneiss

granulity – granulites

cordierit-biotitický migmatit – cordierite-biotitic migmatite

sprašová hlína – loetic loam

prachovice – dusty earth

pararuly – paragneiss

migmatity – migmatites

lehčí – lighter

střední – middle

¹number of sample group, ²place of sampling, ³soil type, ⁴geological petrographic substratum, ⁵soil granularity, ⁶elevation, ⁷production potential of soils, ⁸sandy loam, ⁹loamy sand, ¹⁰loamy, ¹¹lower, ¹²middle, ¹³low, ¹⁴very low, ¹⁵high, ¹⁶higher

Číslo skupiny vzorků ¹	Odběrové místo ²	Půdní typ ³	Půdní substrát ⁴	Půdní druh ⁵	Nadmořská výška ⁶ (m)	Potenciál půdní úrodnosti ⁷	pH/KCl
1 S	Opatovice u Hluboké	FMG	nivní uloženiny nekarbonátové lehčí	hlinitá ¹⁰	375	vysoký ¹⁵	6,25
2 S	Dolní Bukovsko	LM	sprašová hlína (prachovice)	hlinitá	430	vyšší ¹⁶	6,03
3 S	Dynín	LM	sprašová hlína (prachovice)	hlinitá	439	vyšší	6,18
4 S	Hosín	LM	pararuly a polygenetické hlíny kyselé	písčitohlinitá ⁸	472	vyšší	6,00
5 S	Roudné u Českých Budějovic	FMG	nivní uloženiny nekarbonátové střední	písčitohlinitá	395	vysoký	6,27
6 S	Lišov	LMg	pararuly a migmatity	hlinitá	496	vyšší	5,95
7 S	Borovany	PG	polygenetické hlíny kyselé	písčitohlinitá	451	vyšší	5,18
8 S	Kardašova Řečice	KMga	pararuly	písčitohlinitá	458	střední ¹²	6,05
9 S	Lomnice nad Lužnicí	KMa	pararuly	hlinitopísčité ⁹	432	střední	5,85
10 S	Libín	PG	polygenetické hlíny kyselé	písčitohlinitá	451	vysoký	5,48
\bar{x}	Jihočeský region* ČR	– – –	– – –	– – –	440 – –	– – –	5,92 5,80 5,90

*South Bohemian region

For 1–16 see Tab. I

ní respirace (Apfelthaler, 1994; Kubát et al., 1999) zjištěním produkce CO_2 ze 100 g vzorku při 28 °C v období 4 až 7 dnů inkubace a měřením počáteční respirace v období prvních 1 až 3 dnů. Na množství půdních mikroorganismů bylo usuzováno z přírůstku horkou vodou vyluhovaného uhlíku C_{hws} buněčné protoplazmy mikroorganismů po rozrušení jejich buněčných blan chloroformem metodou, kterou popsali Vance et al. (1987). Tento uhlík označujeme C_{BM} .

Vyčíslením poměru uhlíku bazální respirace mikrobiálních společenstev a uhlíku biomasy mikroorganismů jsme určili znak biologické aktivity půdy podle publikované metody (Hendrix et al., 1989) a označili jsme jej H_{BAP} .

Vliv zpracování půdy, které ovlivňuje bazální respiraci podstatně více než C_{org} půdy (Campbell, 1992), jsme eliminovali odběrem všech vzorků pouze z půd pod TTP.

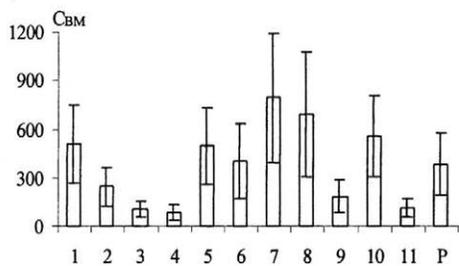
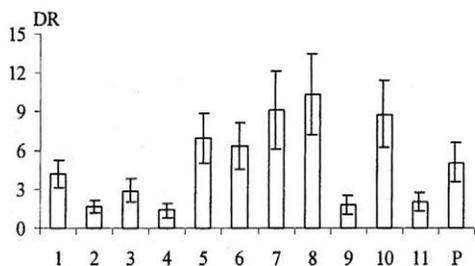
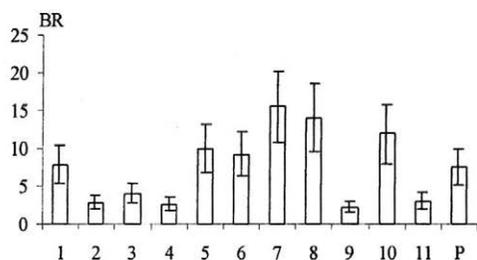
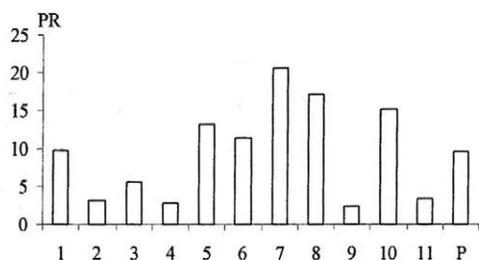
Respirační testy byly doplněny 35denní dlouhodobou inkubací (Klimanek, 1995; Weigel et al., 1998). Hluboce zmrazené půdní vzorky byly týden uloženy při teplotě 4 °C, pak adjustovány 48 h při teplotě 20 °C a úpravě obsahu vody na 60 % jejich vodní kapacity. Každá analýza byla pětkrát opakována se vzorky se 100 g sušiny (při 105 °C). Inkubace stejně vlhkých vzorků proběhla 35 dnů při teplotě 25 °C. Množství vyprodukovaného CO_2 nebylo měřeno infračerveným analyzátozem, jak doporučuje

Klimanek (1995), ale absorpci v 1 N NaOH a titrací 0,2 N HCl po sražení CO_3^{2-} jako BaCO_3 chloridem barnatým na fenolftalein.

Na obsah mobilních solí R_2O_3 bylo usuzováno z výsledků stanovení přístupného železa Fe_{AV} podle publikovaného postupu (Lindsay-Norwell, 1978) v modifikaci, kterou popsal Zbíral (1995), a labilního hliníku Al_{LAB} podle zveřejněné metody (James et al., 1983).

VÝSLEDKY A DISKUSE

V předchozí práci (Kolář et al., 2000a) vysvětlujeme pokles vodorozpustného uhlíku C_{w} ve skupině půd horských a podhorských oblastí elučními procesy v humidním klimatu a charakterem zrnitosti těchto půd. Důležitou otázkou však zůstává, proč v těchto podmínkách nalézáme vysoké hodnoty aktivního organického uhlíku C_{hws} a proč uhlíkaté zdroje této kategorie uhlíku nereagují v humifikačních procesech, a nelepší tak množství a kvalitu humusu těchto půd, a jestliže humifikace je z nějakých důvodů inhibována, proč nereagují alespoň v mineralizaci. Vždyť C_{hws} indikuje aktivní frakci půdního uhlíku, která je charakterizována jako rozložitelná. Schulz (1997) dokonce kalkuluje vztah mezi rozložitelným uhlíkem v půdě C_{dec} a C_{hws} rovnicí: $\text{C}_{\text{dec}} = 15 \text{C}_{\text{hws}}$.



1. Údaje o mikrobiální aktivitě půdních vzorků podhorských a horských oblastí Šumavy charakterizovaných v tab. I – Data on microbial activity of soil samples of submontane and mountain areas of Šumava characterised in Tab. I

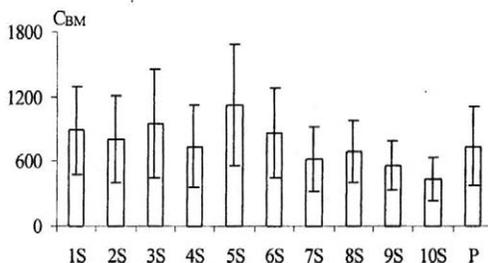
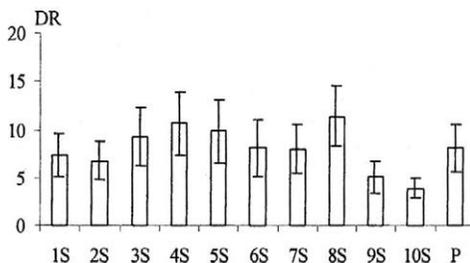
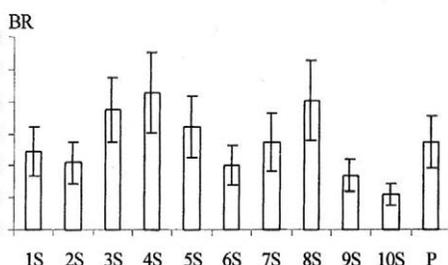
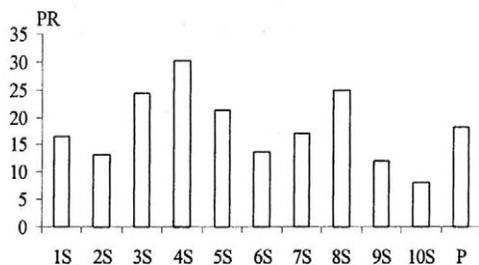
Vysvětlivky k obr. 1 a 2 – Explanations to Figs. 1 and 2:

PR = počáteční respirace (mg C/100 g sušiny/den) – starting respiration (mg C/100 g of dry matter/day)

BR = bazální respirace (mg C/1000 g sušiny/den) – basal respiration (mg C/100 g of dry matter/day)

DR = dlouhodobá respirace (mg C/1000 g sušiny/den) – long-time respiration (mg C/100 g of dry matter/day)

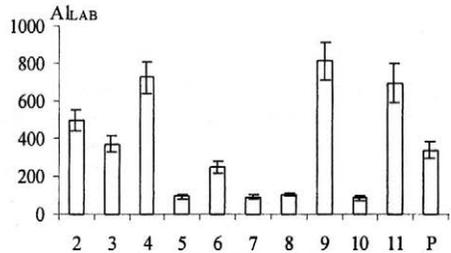
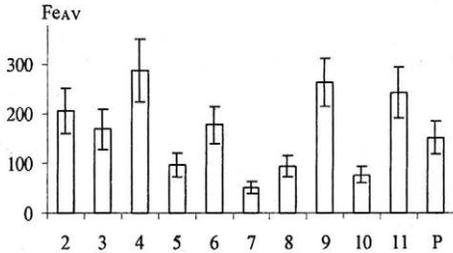
C_{BM} = uhlík biomasy mikroorganismů (mg/1000 g) – carbon of biomass of microorganisms (mg/1000 g)



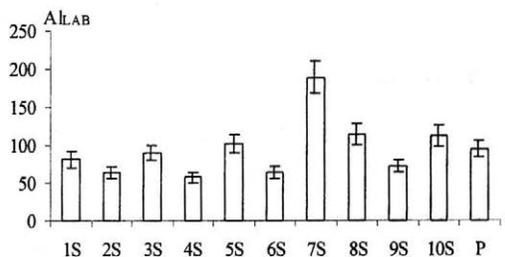
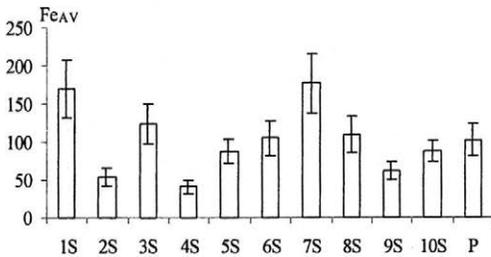
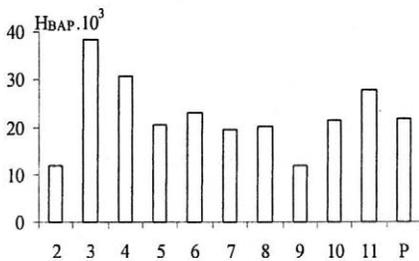
2. Údaje o mikrobiální aktivitě půdních vzorků srovnávací skupiny vrchovinných oblastí okresů České Budějovice a Třeboň charakterizované v tab. II – Data on microbial activity of soil samples of comparison group of highland areas of the České Budějovice and Třeboň districts characterised in Tab. II

Vysvětlení jsme našli jedině v ověření hypotézy, že frakce C_{hws} je sice i v půdách Šumavy extrahovatelná horkou vodou, ale na rozdíl od C_{hws} běžných půd je mikrobiálně nerozložitelná. Provéřovali jsme tedy tuto myšlenku a zjistili jsme, že pokles mikrobiální aktivity vzorků půd horských a podhorských oblastí Šumavy je zcela evidentní podle nízkých hodnot počáteční (1 až 3 dny), bazální (4 až 7 dnů) i 35denní respirace při dlou-

hodobé inkubaci. Pokles těchto hodnot je zvlášť velký (a nahromaděni C_{hws} velmi vysoké), kde analýzy prokázaly v půdních vzorcích vysoké hodnoty mobilního železa a hliníku (obr. 1 až 4). Domníváme se proto, že neobvyklou mikrobiální nerozložitelnost frakce uhlíkatých zdrojů, charakterizovaných C_{hws} , působí mumifikace půdní organické hmoty půd Šumavy soly železa a hliníku.



3. Obsah přístupného železa Fe_{AV} a labilního hliníku Al_{LAB} (mg/1000 g) a Hendrixův index biologické aktivity půdy H_{BAP} v půdních vzorcích šumavských půd charakterizovaných v tab. I – The content of available iron Fe_{AV} and labile aluminium Al_{LAB} (mg/1000 g) and Hendrix's index of biological activity of soils H_{BAP} in soil samples of Šumava soils characterised in Tab. I



4. Obsah přístupného železa Fe_{AV} a labilního hliníku Al_{LAB} (mg/1000 g) a Hendrixův index biologické aktivity půdy H_{BAP} v půdních vzorcích srovnávací skupiny charakterizované v tab. II – The content of available iron Fe_{AV} and labile aluminium Al_{LAB} (mg/1000 g) and Hendrix's index of biological activity of soils H_{BAP} in soil samples of Šumava soils characterised in Tab. II

Tyto závěry potvrzují i výsledky stanovení Hendrixova indexu biologické aktivity půdy H_{BAP} . Nedostatek rozložitelného energetického substrátu a nepříznivé podmínky (nízké pH) pro mikrobiální činnost vedou nejen k snížení bazální respirace, ale i uhlíku biomasy mikroorganismů C_{BM} , a proto index H_{BAP} neklesá tak dramaticky, jak by se podle ostatních parametrů nejhorších půd ze sledovaného souboru dalo předpokládat. Není tedy H_{BAP} v těchto podmínkách spolehlivým ukazatelem biologické aktivity půdy.

ZÁVĚR

Počáteční respirace (1 až 3 dny), bazální respirace (4 až 7 dnů) i dlouhodobá respirace při 35denní inkubaci je v sérii půdních vzorků z horské a podhorské oblasti jihovýchodní Šumavy ve srovnání se vzorky půd z úrodné vrchovinné oblasti okresů České Budějovice a Třeboň výrazně nižší. V horských půdách dochází zároveň s poklesem respirací k vzestupu aktivního půdního uhlíku C_{hws} , což je nelogické. Zjistili jsme, že v těchto vzorcích výrazně vystupuje vysoký obsah přístupného železa nebo labilního hliníku, většinou obou kovů současně. Domníváme se proto, že neobvyklou mikrobiální nerozložitelnost frakce uhlíkatých zdrojů, charakterizovaných C_{hws} , působí prosycení půdní organické hmoty soly železa a hliníku. Protože v půdních podmínkách horských poloh Šumavy neklesá pouze bazální respirace, ale také uhlík biomasy mikroorganismů C_{BM} vlivem nepříznivých podmínek, hlavně nízkého pH, Hendrixův index biologické aktivity půdy paradoxně neklesá, nebo relativně málo. Je tedy H_{BAP} pro hodnocení biologické aktivity půd v těchto extrémních podmínkách zcela nespolehlivý.

Výzkum byl realizován za finanční podpory grantu MŠMT, id. kód: CEZ: J 06/98: 122200002.

LITERATURA

- Apfelthaler R. (1994): Metody k určení kvality a kvantity půdní organické hmoty a biologické aktivity půdy. [Zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV.
- Campbell C. A., Brandt S. A., Biederbeck V. O., Zentner D. A., Schnitzer M. (1992): Effect of crop rotation and rotation phase on characteristics of soil organic matter in a Dark Brown Chernozemic soil. *Can. J. Soil Sci.*, 72: 355–366.
- Hendrix P. F., Beare M. H., Cheng W., Parmelee R. W., Coleman D. C., Crossley D. A. (1989): Microbes, microfauna and movements of N-15 among litter, soil and plant pools in conventional and no-tillage agroecosystems. *Intercol. Bull.*, 15: 59–63.
- James B. R., Clark C. J., Riha S. J. (1983): An 8-hydroxyquinoline method for labile and total aluminium in soil extracts. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 47: 893–897.
- Klimanek E. M. (1995): Messung der CO_2 – Freisetzung aus Bodenproben von Laborinkubationsversuchen im Gaskreislaufverfahren. *Agribiol. Res.*, 47: 280–283.
- Kolář L., Gergel J., Ledvina R., Kužel S., Šindelářová M. (2000a): Agrochemická charakteristika půd horských a podhorských oblastí jihovýchodní Šumavy. *Rostl. Vyr.*, 46: 000–000.
- Kolář L., Kužel S., Šindelářová M., Ledvina R. (2000b): Půdní organická hmota, humus a mikrobiální aktivita půd podhorských a horských oblastí. *Coll. Sci. Pap., České Budějovice, ZF JU*.
- Kolář L., Ledvina R., Kužel S., Šindelářová M. (2000c): Charakteristika půdní úrodnosti půd horských a podhorských oblastí Šumavy. *Coll. Sci. Pap., České Budějovice, ZF JU*.
- Kubát J., Nováková J., Mikanová O., Apfelthaler R. (1999): Organic carbon cycle, incidence of microorganisms and respiration activity in long-term field experiment. *Rostl. Vyr.*, 45: 389–395.
- Ledvina R., Kolář L., Kužel S., Šindelářová M. (1999): Vývoj změn půdní reakce půd horských a podhorských oblastí ve srovnání s průměrem České republiky. *Coll. Sci. Pap., České Budějovice, ZF JU*.
- Lindsay W. L., Norwell W. A. (1978): Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 42: 421–428.
- Schulz E. (1997): Charakterisierung der organischen Bodensubstanz nach dem Grad ihrer Umsetzbarkeit und ihre Bedeutung für Transformationsprozesse für Nähr- und Schadstoffe. *Arch. Acker- Pfl.-Bau Bodenkd.*, 41: 465–483.
- Vance E. D., Brookes P. C., Jenkinson D. S. (1987): An extraction method for measuring soil microbial biomass carbon. *Soil Biol. Biochem.*, 19: 703–707.
- Weigel A., Kubát J., Körschens M., Powlson D. S., Mercik S. (1998): Determination of the decomposable part of soil organic matter in arable soils. *Arch. Acker- Pfl.-Bau Bodenkd.*, 43: 123–143.
- Zbírál J. (1995): Analýza půd I a II. Brno, ÚKZÚZ.

Došlo 25. 5. 2000

Kontaktní adresa:

Prof. Ing. Ladislav Kolář, DrSc., Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Studentská 13, 370 05 České Budějovice, Česká republika, tel.: + 420 38 777 24 10, fax: + 420 38 530 01 22, e-mail: kuzel@zf.jcu.cz

VLIV ABIOTICKÝCH STRESŮ NA AKUMULACI NETTO ENERGIE V OBILKÁCH OZIMÉ PŠENICE (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

INFLUENCE OF ABIOTIC STRESSES ON THE CONTENT OF NET ENERGY IN WINTER WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.) GRAINS

F. Hnilička¹, L. Bláha², J. Zámečník², V. Novák¹, M. Ottová²

¹Czech University of Agriculture in Prague, Czech Republic

²Research Institute of Crop Production, Prague-Ruzyně, Czech Republic

ABSTRACT: Net energy content was studied in grains of representative cultivars of wheat: Astella, Olga, Plodna, Patria and Zdar. Grains were taken from plants cultivated under controlled glasshouse conditions and under conditions with mutual combination of three representative abiotic stresses – low pH (pH), high temperature (T) and drought (S). There is a possibility to conclude negative impact of abiotic stresses on accumulation of rich in energy matters into wheat grains, as by the plants cultivated in stress conditions occurred the decrease of energy content in comparison with the control variant (Fig. 1). The grains from stressed conditions had 11.06% lower values of combustion heat. If we express this decrease in energetic equivalent, we get the value 1.66 kJ.g⁻¹. Similar conclusions for plants stressed only by drought got Hansen, Diepenbrock (1994). Content of energy in 1 g of dry matter of wheat grains was, apart from the external factors, limited also by the genotype of used cultivars, where in the amount of accumulated energy showed up the sensitivity or, alternatively, tolerance towards abiotic stresses. At the cultivar Astella (Fig. 1) of the control variant was the average combustion heat value 15.97 kJ.g⁻¹, then at the stressed variant occurred the decrease of net energy to 13.04 kJ.g⁻¹. By the cultivar Zdar (Fig. 1) we have found at the control variant content of rich in energy matters 14.30 kJ.g⁻¹ and at stressed plants it was 13.86 kJ.g⁻¹. In view of gathered results it is possible to state, that for Astella cultivar we mentioned the most considerable decrease of net energy between both studied variants of experiments, this decrease was 18.25% for the stressed variant and for the cultivar Zdar was noted the lowest decrease of combustion heat values (2.38%). We therefore suppose, that more tolerant of representative abiotic stressed of mentioned winter wheat cultivars seems to be the cultivar Zdar. On the other side, the Astella cultivar reacted sensitively to decreased pH, high temperature and drought. We observed that the more sensitive cultivars are cultivar Patria (decrease of energy content about 13.68%) and partial cultivar Plodna (decrease 10.10%) (Fig. 1). More tolerant to abiotic stresses seems to be the cultivar Olga (decrease of net energy 9.10%), as results from Fig. 1. The individual cultivars of wheat did not react to combustion of abiotic stress equally. The values of measured combustion heat are different. In that case to some extent occurred influence of genotype, i.e. the ability of a certain cultivar to adapt towards unsuitable life conditions. We can agree with Golley (1961) and Hansen, Diepenbrock (1994) that energetic value of plant material is the function of genotype and it depends on conditions of external surroundings. That is why we suppose, that combustion heat values can to some extent represent one of the limiting factors for finding out of adaptability of certain cultivars for abiotic stresses. Besides the genotype and the variants of experiment, the influence of the year of experiment and provenance of seeds participated in the amount of rich in energy matters accumulated into wheat grains, too. Comparing individual years of experiment (Tab. III), it is possible to state that the seeds sown in 1997 had statistically significant lowest value of net energy. For instance, the control variant had in this year an average energy content 12.45 kJ.g⁻¹. On the contrary, statistically significantly highest average value of combustion was exhibited by the seeds sown in 1999 (16.66 kJ.g⁻¹). Abiotic stresses during growth and development of seeds influence basal metabolic paths and majority of seed characters. More detailed knowledge not only of anatomical construction of grains, but its physiological characters as well, including the amount of accumulated energy can serve as one of the factors, which can influence the choice of genotypes resistant to some abiotic stresses. Yield of grains was lower with the stressed variant compared with the control variant for 5.9 g per pot. The lowest yield was found with the sensitive cultivar Plodna (33.23 g) and the highest one was recorded by the more sensitive cultivar Olga (35.98 g). The tolerant cultivar, as far as the yield is concerned, seems to be the cultivar Patria, which decreased the yield among variants for 4.13 g (Tabs. I, IV).

Keywords: winter wheat; cultivars; abiotic stresses; net energy

ABSTRAKT: Abiotické stresy ovlivňují kvalitu získávaného osiva, jeho morfoloickou a anatomickou stavbu a obsah energeticky bohatých látek. Průměrné množství akumulované energie se pohybovalo v rozmezí hodnot od 13,68 do 14,74 kJ.g⁻¹. Obsah energeticky bohatých látek v zrna je ovlivněn nejen genotypem dané odrůdy, ale také vnějšími podmínkami prostředí, tedy i abiotickými stresy. Množství energie stanovené kalorimetricky ukázalo, že obilky pšenice získané ze stresových podmínek (sucho, nízké pH a vysoká teplota) snížily obsah energie o 11,06 % (při průměrném obsahu energie 13,68 kJ.g⁻¹) v porovnání s kontrolou (14,74 kJ.g⁻¹). Při porovnání jednotlivých odrůd ozimé pšenice byla zjištěna rozdílná adaptační schopnost na působení abiotických stresů, neboť u odrůdy Zdar bylo naměřeno nejnižší snížení obsahu energie (2,38 %) mezi variantami stresovanými a kontrolními. Oproti tomu odrůda Astella velice citlivě reagovala na abiotické stresy výrazným snížením obsahu energie v obilce o 18,35 %. Výnos zrna byl nižší u varianty stresované v porovnání s variantou kontrolní o 5,9 g na nádobu. Nejnižší výnos byl zjištěn u citlivé odrůdy Plodna (33,23 g) a naopak, nejvyšší výnos byl u citlivější odrůdy Olga (35,98 g). Jako tolerantní se po stránce výnosové projevila odrůda Patria, která snížila výnos mezi variantami o 4,13 g.

Klíčová slova: ozimá pšenice; odrůdy; abiotické stresy; netto energie

ÚVOD

V současné době řeší nejen šlechtitelé, ale i pěstitelé problém, jak zjistit stupeň odolnosti zemědělských plodin k jednotlivým biotickým a abiotickým stresům. Abiotické stresy jsou vyvolávány nejen reformami v systému hospodaření farmářů, ale i globálními proměnami klimatu celé planety.

Nastupující klimatické změny s sebou přinášejí i nerovnoměrně, nepravidelně a náhodně rozdělené srážky v průběhu vegetace rostlin. Vzhledem k těmto skutečnostem nemůžeme vyloučit ani delší období sucha. Sledování adaptace rostlin na nedostatek vody je stále aktuálnější, zvláště s ohledem na skutečnost, že i v našich klimatických oblastech dochází v současnosti v období hlavní vegetace většiny polních plodin k periodickému nedostatku vody, který vede nejen ke snížení příjmu živin, ale také k omezení fyziologických procesů rostlin.

Cornic, Briantais (1991) a Saccardy (1993, 1996) uvádějí, že fotosyntetický aparát je v podmínkách vyvíjejícího se vodního stresu stabilní. V případě prohlubujícího se vodního deficitu dojde nejdříve ke snížení rychlosti růstu asimilační plochy listů a k limitaci rychlosti asimilace CO₂ (Cornic et al., 1992; Lawlor, 1995). Schulze, Caldwell (1995) a Lichtenthaler (1996) se domnívají, že stres ovlivňuje transport, akumulaci sušiny a schopnost produkce hospodářsky důležitých orgánů rostlin.

S transportem a akumulací sušiny souvisí i distribuce a hromadění energeticky bohatých látek do jednotlivých částí rostlinného těla. Tato akumulace má v průběhu vegetace dynamický charakter, který souvisí se změnami obsahu a poměru jednotlivých energeticky bohatých látek v sušině rostlinného těla (Golley, 1961; Lieth, 1977; Nečas, 1980). Uvádí se, že 1 g sušiny rostlinné biomasy obsahuje v průměru 16,74 kJ energie, tento obsah je vázán podle vzájemnou kombinací jednotlivých látek, které tvoří tělo rostliny. Nejmenší obsah energie mají cukry (glukóza 15,4 kJ.g⁻¹, sacharóza 16,5 kJ.g⁻¹). Škrob má kolem 17,4 kJ.g⁻¹, celulóza 17,6 kJ.g⁻¹, lignin 26,3 kJ.g⁻¹. Obecně mají uhlohydráty 17,16 kJ.g⁻¹, bílkoviny 23,65 kJ.g⁻¹, tuky

39,56 kJ.g⁻¹ (Paine, 1971). Stonky nebo listy mají podobné složení organických látek (Stražil, 1995), proto u nich obsah spalného tepla kolísá méně než v reprodukčních orgánech.

Vedle nedostatku vody se na snížení rostlinné produkce podílí i nižší půdní reakce. Kyselé půdy jsou jedním z nejzávažnějších problémů zemědělské výroby, a to nejen na území střední Evropy, ale i ostatních kontinentů. Snížení hodnot pH působí kyselé deště, používání fyziologicky kyselých hnojiv a menších dávek dodaných vápenatých hnojiv. Tento problém se bezprostředně dotýká i ČR, neboť v naší republice činí podíl orné půdy s nepříznivou kyselou reakcí asi 25 % (Vaněk et al., 1995). Kyselost půd tak v mnoha oblastech vážně omezuje růst rostlin. Situace může být ještě horší, pokud bude pokračovat současný trend, kdy vápnění je na úrovni 20 % potřeby. Dochází k postupnému snižování nasycenosti sorpčního komplexu vápníkem a dále lze očekávat i pokles pH půd a následně půdní úrodnosti.

Vliv abiotických stresů u jednotlivých odrůd ozimé pšenice se projevuje zejména v menší hmotnosti rostlin a ve sníženém výnosu. Existuje významný vliv jednotlivých abiotických stresů na sledované znaky osiva a znaky kořenů v průběhu vegetace i v následné generaci, v příjmu živin apod. Z osiva ovlivněného abiotickými stresy se vyvíjejí morfoloicky změněné rostliny, převážně se slabším kořenovým systémem a se sníženou schopností příjmu živin. Pro jednotlivé vlivy abiotických stresů již lze do jisté míry určit souvislosti mezi změnou vlastností kořenů a příjmem živin u jednotlivých odrůd, ale problém je v tom, že v přírodě působí vždy kombinace stresů najednou.

Přestože jsou známy příznaky působení jednotlivých stresů či jejich kombinace na kvalitu rostlinné produkce, přetrvává u semenářské problematiky relativní nedostatek informací o vlivu abiotických stresů na jednotlivé znaky osiva, zejména na obsah energeticky bohatých látek v osivu, na následnou generaci, tj. na odolnost vůči vnějším podmínkám prostředí, a dále o jejich působení na růst, vývoj a příjem živin, potřebu vstupů do výroby apod.

MATERIÁL A METODY

V letech 1997 až 1999 byl ve skleníku v regulovaných podmínkách sledován obsah energie v obilkách vybraných odrůd pšenice seté (Astella, Olga, Patria, Plodna a Zdar). Pro výsev v pokusných letech bylo použito standardizované jarovizované osivo jednotné provenience.

Rostliny pšenice byly pěstovány v nádobových pokusech s homogenizovanou zemínou a vyrovnanou hladinou živin, při intenzitě ozáření $700 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. V kontrolních podmínkách (K) byla průměrná teplota vnějšího prostředí v době nalévání zrna 23°C ve dne a 15°C v noci. Zálivka byla jednotná a vycházela z 31 % objemu půdní vlhkosti, což představuje hodnotu vodního potenciálu půdy 0,12 MPa při pH 7,0.

Druhá varianta pokusu zahrnovala vzájemnou kombinaci tří nejčastěji se vyskytujících abiotických stresů – nízké pH (pH), vysoká teplota (T) a sucho (S). Nízké pH 4,5 bylo navozeno opakovanou zálivkou 0,2% kyselinou sírovou. Průměrná teplota vnějšího prostředí byla ve dne $37,6^\circ\text{C}$ a v noci $25,6^\circ\text{C}$. Sucho bylo simulováno sníženou zálivkou na úroveň 17 % objemu půdní vlhkosti, tj. vodní potenciál 1,28 MPa. Závlaha u varianty S byla realizována vždy po dosažení bodu vadnutí a vlhkost půdy byla vždy nižší i po zálivce – kontrola procentálního obsahu vody probíhala pomocí elektronického čidla po příslušné kalibraci. Bylo pěstováno vždy 20 rostlin v jedné Mitscherlichově nádobě, ve čtyřech opakováních.

U sledovaných odrůd bylo stanoveno množství netto energie akumulované do zrn rostlin pěstovaných v kon-

trolních podmínkách (K) a do zrn rostlin pěstovaných v prostředí s uměle vyvolanou vzájemnou kombinací abiotických stresů – nízké pH (pH), vysoká teplota (T) a sucho (S).

Obsah energeticky bohatých látek jsme zjišťovali pomocí automatického adiabatického spalného kalorimetru MS 10 A, německé fy Laget. Velikost spalovaného vzorku byla cca 1,0 g. Každý vzorek byl čtyřikrát dokonale spálen v kalorimetrické nádobě a získané hodnoty tepelného skoku byly přepočteny na hodnoty brutto (obsah energie vztažený na 1 g sušiny s popelovinami) a netto energie (obsah energie vztažený na 1 g sušiny bez popelovin). U vybraných odrůd ozimé pšenice byl též stanoven výnos zrna v g na nádobu při vlhkosti 14 % (tab. I).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Vlivem kombinace stresových faktorů došlo ke snížení množství netto energie vybraných odrůd ozimé pšenice v porovnání s kontrolní variantou (tab. II). Naměřené pokles hodnot spalného tepla činil 11,06 % v neprospěch obilek ze stresovaných rostlin, vyjádříme-li jej pomocí energetického ekvivalentu, dostaneme hodnotu $1,66 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$. K podobným závěrům dospěli např. u rostlin stresovaných pouze suchem Hansen, Diepenbrock (1994).

Z obr. 1 vyplývá, že obsah netto energie v 1 g sušiny obilek pšenice je ovlivněn podmínkami prostředí a použitou odrůdou, přičemž v množství akumulované energie se projevila citlivost nebo naopak tolerance

I. Výnos zrna (g na nádobu) – Grain yield (g per pot)

Rok ¹	Odrůda ²									
	Astella		Olga		Patria		Plodna		Zdar	
	K	S	K	S	K	S	K	S	K	S
1997	35,50	29,00	37,00	28,00	34,50	30,00	35,90	30,00	35,90	28,00
1998	37,90	33,00	38,90	33,00	37,60	31,70	36,70	32,70	36,80	30,00
1999	38,50	34,50	43,00	36,00	38,40	36,50	39,10	25,00	37,90	34,70

K = kontrola – control

S = stres – stress

¹year, ²cultivar

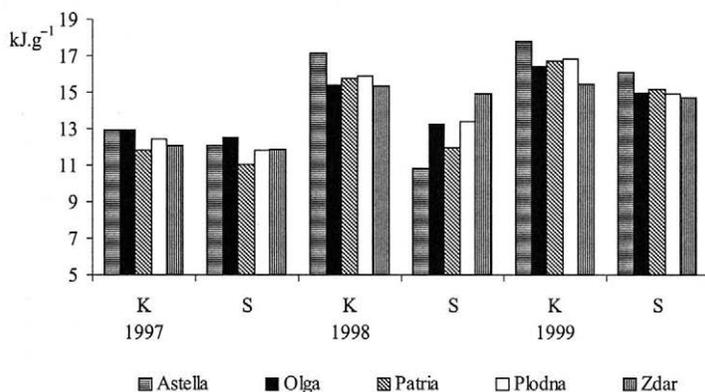
II. Rozdíly v průměrném obsahu netto energie ($\text{kJ}\cdot\text{g}^{-1}$) a ve výnosu zrna (g na nádobu) – Differences of average contents of net energy ($\text{kJ}\cdot\text{g}^{-1}$) and of grain yield (g per pot)

Varianta ¹	Počet ²	Průměr ³	Homogenní skupiny ⁴	Varianta	Počet	Průměr	Homogenní skupiny
Stres ⁵	6	13,35	*	Stres	15	31,47	*
Kontrola ⁶	6	15,01	*	Kontrola	15	37,57	*

T-metoda – T-method

$\alpha = 0,05$

¹variant, ²number, ³average, ⁴homogenous group, ⁵stress, ⁶control



1. Obsah netto energie u odrůd ozimé pšenice – The content of net energy by cultivars of winter wheat

osa x: varianta/rok – x axis: variant/year
 osa y: obsah netto energie – y axis: content of net energy
 K = kontrola – control
 S = stres – stress

k abiotickým stresům. Např. u odrůdy Astella u kontrolní varianty byla průměrná hodnota spalného tepla 15,97 kJ.g⁻¹, zatímco u varianty stresované došlo ke snížení netto energie na hodnotu 13,04 kJ.g⁻¹. Oproti tomu u odrůdy Zdar byl zjištěn u kontrolní varianty obsah energeticky bohatých látek ve výši 14,30 kJ.g⁻¹ a u rostlin stresovaných 13,86 kJ.g⁻¹.

Z tab. I je patrné, že výnos zrna na nádobu byl ovlivněn nejen odrůdou, ale také variantou pokusu. Výnos zrna u varianty stresované (průměrná hodnota 31,47 g) byl průkazně nižší v porovnání s variantou kontrolní (průměr 37,57 g). Snížení představuje 5,9 g na nádobu. Nejnižší výnos zrna na nádobu byl zjištěn u odrůdy Plodna (33,23 g), která také nejvýrazněji reagovala na stres snížením výnosu o 8 g. Nejvyššího výnosu dosáhla odrůda Olga (35,98 g), která též citlivě reagovala na podmínky stresu snížením výnosu o 7,3 g. Jako tolerantní se po stránce výnosové projevila odrůda Patria, která snížila u varianty stresované výnos zrna o 4,13 g. K obdobným závěrům, že stresované rostliny snižují výnos, dospěli např. Wiegand, Cuellar (1981) nebo Zimolka, Janiček (1984). Rostliny pšenice reagovaly výnosově statisticky průkazně na ročník pokusu (tab. III), kdy nejnižší výnos byl zaznamenán v roce 1997 (32,38 g) a nejvyšší v roce 1999 (36,36 g).

Při porovnání množství akumulované energie do zrn jednotlivých odrůd ozimé pšenice (obr. 1) je možné konstatovat, že nejvyšší hodnotu spalného tepla měla u kontrolní varianty odrůda Astella (průměrná naměřená hodnota 15,97 kJ.g⁻¹). Naopak, odrůda Zdar měla nejnižší obsah energeticky bohatých látek ze všech sledovaných odrůd pšenice u téže varianty, v průměru dosáhla 14,30 kJ.g⁻¹. U varianty s kombinací stresových faktorů se projevila tolerance vybraných odrůd ozimé pšenice, nejvyšší průměrná hodnota spalného tepla byla naměřena u odrůdy Zdar (13,86 kJ.g⁻¹). Nejcitlivěji reagovala u této varianty na stres odrůda Patria, u níž bylo zjištěno nejnižší množství netto energie v porovnání s ostatními odrůdami (12,78 kJ.g⁻¹).

U odrůdy Astella bylo zaznamenáno nejvýraznější snížení netto energie mezi oběma sledovanými variantami pokusu (18,35 % v neprospěch varianty stresované) a u odrůdy Zdar bylo zaznamenáno nejnižší snížení hodnot spalného tepla (3,08 %). Jako tolerantnější vůči vybraným abiotickým stresům ze všech sledovaných odrůd ozimé pšenice lze označit odrůdu Zdar. Oproti tomu odrůda Astella reagovala citlivě na snížené pH, vysokou teplotu a sucho. Mezi citlivější odrůdy lze na základě našich výsledků zařadit i odrůdu Patria (snížení obsahu energie o 13,68 %) a částečně i odrůdu Plodna (snížení

III. Vliv ročníku na obsah netto energie (kJ.g⁻¹) a na výnos zrna (g na nádobu) – Influence of year on the content of net energy (kJ.g⁻¹) and on the grain yield (g per pot)

Rok ¹	Počet ²	Průměr ³	Homogenní skupiny ⁴	Rok	Počet	Průměr	Homogenní skupiny
1997	10	12,71	*	1997	10	32,38	*
1998	10	14,47	*	1998	10	34,83	*
1999	10	15,36	*	1999	10	36,36	*

T-metoda – T-method
 $\alpha = 0,05$

¹year, ²number, ³average, ⁴homogenous group

Odrůda ¹	Počet ²	Průměr ³	Homogenní skupiny ⁴	Odrůda	Počet	Průměr	Homogenní skupiny
Olga	6	13,68	*	Plodna	6	33,23	*
Zdar	6	14,79	*	Zdar	6	33,88	*
Patria	6	14,05	*	Astella	6	34,73	*
Plodna	6	14,64	*	Patria	6	34,78	*
Astella	6	14,74	*	Olga	6	35,98	*

T-metoda – T-method
 $\alpha = 0,05$

¹cultivar, ²number, ³average, ⁴homogenous group

o 10,10 %). Jako tolerantnější vůči abiotickým stresům se ukazuje odrůda Olga (snížení netto energie o 9,10 %). Naměřené rozdíly v obsahu energie a výnosu zrna (tab. IV) mezi jednotlivými odrůdami ozimé pšenice byly na hranici statistické průkaznosti ($\alpha = 0,05$).

Z naměřených hodnot spalného tepla je patrné, že jednotlivé odrůdy pšenice seté nereagovaly na kombinaci abiotických stresů shodně. V tomto případě se do značné míry projevil vliv genotypu, tedy schopnost dané odrůdy přizpůsobit se nepříznivým životním podmínkám. Naše výsledky korespondují s údaji z literatury (Golley, 1961; Hansen, Diepenbrock, 1994), že energetická hodnota rostlinného materiálu je funkcí genotypu a závisí též na podmínkách vnějšího prostředí. Změny energetické hodnoty zrna z kontrolních rostlin a rostlin stresovaných byly též dány jejich rozdílným chemickým složením. Zrno získané z podmínek stresu mělo více bílkovin ve vztahu k obsahu škrobu a méně uhlohydrátů v porovnání se zrny kontrolními. Dále měla tato zrna i silnější vrstvu oplodí a osemení. Změny v chemickém složení též ovlivnily i obsah energie, neboť množství energie je vázáno podílem a vzájemnou kombinací jednotlivých látek, které tvoří jednotlivé orgány rostlin, jak se podobně domnívají někteří autoři (Paine, 1971; Hoffmann, 1988; Stražil, 1995).

Předpokládáme tedy, že hodnoty spalného tepla mohou do jisté míry sloužit jako jeden z určujících faktorů pro zjišťování přizpůsobivosti daných odrůd k abiotickým stresům.

Vedle genotypu a variant se na množství energeticky bohatých látek akumulovaných do zrna pšenice podílel i vliv ročníku. Projevil se především změnou délky slunečního záření (oblačnost, délka slunečního svitu), neboť intenzita slunečního záření ovlivňuje nejen rychlost fotosyntézy, ale i tvorbu a distribuci energeticky bohatých látek, jak dokládají např. Golley (1961), Pelikán et al. (1985), Burcky, Winner (1981), Zentner et al. (1984) a další autoři dospěli k závěru, že ročník ovlivňuje průkazně množství akumulované energie do generativních orgánů rostlin. Při porovnání jednotlivých ročníků pokusu (tab. III) je možné konstatovat, že u semen vysetých

v roce 1997 byla zjištěna statisticky průkazně nejnižší hodnota netto energie ze všech sledovaných let. Např. u kontrolní varianty byl v tomto roce průměrný obsah energie 12,45 kJ.g⁻¹. Statisticky průkazně nejvyšší průměrná hodnota spalného tepla kontrolní varianty byla zjištěna u semen vysetých v roce 1999 (16,66 kJ.g⁻¹).

Z výsledků pokusu vyplývá, že abiotické stresy během růstu a vývoje semen ovlivňují základní metabolické pochody a většinu vlastností semen. Sledování vlivů abiotických stresů na vlastnosti osiva je velmi potřebné, neboť provenience osiva hraje často velmi významnou roli v dalším růstu a vývoji rostlin. Je znám významný vliv jednotlivých abiotických stresů na sledované znaky osiva a znaky kořenů v průběhu vegetace i v následné generaci, dále v příjmu živin apod., ale v literatuře zcela chybí působení jednotlivých abiotických stresů na akumulaci energeticky bohatých látek do semen, přestože i tento ukazatel kvality osiva je ovlivňován působením vnějšího prostředí.

LITERATURA

- Burcky K., Winner C. (1981): Energetic aspects of biomass, yield and yield potential of *Beta* beets. *Landwirtsch. Forsch., Sonderh.*, 37: 471–485.
- Cornic G., Briantais J. M. (1991): Partitioning of photosynthetic electron flow between CO₂ and O₂ reduction in a C₃ leaf (*Phaseolus vulgaris* L.) at different CO₂ concentrations and during drought stress. *Planta*, 183: 178–184.
- Cornic G. et al. (1992): Leaf photosynthesis is resistant to a mild drought stress. *Photosynthetica*, 27: 295–309.
- Golley F. B. (1961): Energy values of ecological materials. *Ecology*, 42: 581–584.
- Hansen F., Diepenbrock W. (1994): Pflanzenbauliche Aspekte der Energie und Stickstoffbilanz des Rapsanbaus. *Fett Wiss. Technol.*, 96: 129–136.
- Hoffmann P. (1988): Der thermochemische Energiegehalt der pflanzlichen Biomasse unter besonderer Berücksichtigung produktionsbiologischer Aspekte. *Wiss. Z. Hochsch. Potsdam*, 32: 19–25.

- Lawlor D. W. (1995): The effects of water deficit on photosynthesis. In: Smirnov N. (ed.): Environment and plant metabolism: flexibility and acclimation. Oxford, Bios Sci. Publ.: 129–160.
- Lichtenthaler H. K. (1996): Vegetation stress: an introduction to the stress concept in plants. *J. Pl. Physiol.*, 148: 4–14.
- Lieth H. (1977): Energy flow and efficiency differences in plants and plant communities. In.: Application of calorimetry in life sciences. Berlin, New York, Walter de Gruyter: 325–326.
- Nečas J. (1980): Produkční potenciál rostlin z genetického a šlechtitelského hlediska. In.: Petr J. et al.: Tvorba výnosu hlavních polních plodin. Praha, SZN.
- Paine R. T. (1971): The measurement and application of the calorie to ecological problems. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 2: 145–164.
- Pelikán M., Dudáš F., Staňková M. (1985): Odběr živin a technologická jakost ozimé pšenice. *Rostl. Vyr.*, 31: 795–806.
- Saccardy K. (1993): Etude de l'effet de la contrainte hydrique sur le mécanisme photosynthétique d'une plante in C₄; *Zea mays* L. Rapport de stage de DEA Ecologia Générale et Production Végétale, Paris.
- Saccardy K. (1996): Effets de la contrainte hydrique sur le mécanisme photosynthétique des plantes C₄; interaction avec les fortes lumiere. These, Paris.
- Schulze E. D., Caldwell M. M. (1995): Ecophysiology of photosynthesis. Berlin, Springer-Verlag.
- Stražil Z. (1995): Pěstování a využití energetických a průmyslových plodin v soustavě hospodaření na půdě pro energetické a průmyslové účely. [Závěrečná zpráva.] Praha, VÚRV.
- Vaněk V., Balík J., Pavlíková D., Tlustoš P., Vít V. (1995): Hnojení, půdní úrodnost s ohledem na životní prostředí a ekonomické aspekty použití průmyslových hnojiv. In: Sbor. Konf. Racionální použití průmyslových hnojiv, Praha, ČZU: 14–25.
- Wiegand G. L., Cuellar J. A. (1981): Duration of grain filling and kernel weight of wheat as affected by temperature. *Crop Sci.*, 21: 95–101.
- Zentner R. P., Campbell D. W., Campbell C. A., Reid D. W. (1984): Energy considerations of crop rotations in southwestern Saskatchewan. *Can. Agric. Engng.*, 26: 25–29.
- Zimolka J., Janíček J. (1984): Vliv agroekologických podmínek na energetickou produkci ozimé pšenice. *Rostl. Vyr.*, 30: 599–606.

Došlo 22. 3. 2000

Kontaktní adresa:

Ing. František Hnilička, Ph.D., Česká zemědělská univerzita v Praze, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika, tel.: + 420 2 24 38 25 19, fax: + 420 2 24 38 25 35, e-mail: hnilicka@af.czu.cz

THE AVAILABILITY OF SEWAGE SLUDGE DERIVED CADMIUM AND NICKEL BY CROPS PLANTED ON SOILS OF DIFFERENT TYPES

PŘÍSTUPNOST KADMIA A NIKLU Z APLIKOVANÉHO ČISTÍRENSKÉHO KALU ROSTLINÁM PĚSTOVANÝM NA PŮDÁCH RŮZNÝCH TYPŮ

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

Czech University of Agriculture in Prague, Czech Republic

ABSTRACT: The effect of sewage sludge application on nine soils of different properties was investigated in pot experiment and the availability of Cd and Ni in sludge treated soils released by $0.01 \text{ mol.l}^{-1} \text{ CaCl}_2$ as well as the accumulation of both elements in spinach, oat and maize was evaluated. The application of sludge significantly increased biomass yield of all growing crops. The lowest yield effect was found at Fluvisols, significantly higher at Luvisols and Chernozems and fluctuated at Cambisols. The elements showed different accumulation potential and extractability affected by crop and tested soil. Higher yield at sludge treatments mainly reduced Cd and Ni content in plants. Highest differences of Cd were found in spinach biomass mostly at Fluvisols and Cambisols. The oat and maize showed lower sludge effect. Content of Ni in plants showed lower differences between sludge and control treatments, only mean content of Ni in sludge treatments was higher than at control ones. Element recovery from applied sludge was affected by soil properties and plant species. Highest Cd uptake was determined by spinach at Cambisols (10%) and was reduced at other soils and by other two crops. Recovery of Ni was lower than Cd up to 3.3% by oat. Uptake of Ni by spinach and maize was lower and showed similar pattern as in the case of Cd. Increment of Cd extractability was less affected by sludge application than Ni one.

Keywords: sewage sludge; Cd; Ni; spinach; oat; maize; soil availability

ABSTRAKT: Vliv aplikace stabilizovaného čistírenského kalu na hromadění Cd a Ni v nadzemní hmotě kukuřice, ovsa a špenátu byl sledován v nádobovém vegetačním pokusu na devíti odlišných zemínách. Zeminy čtyř hlavních půdních typů (tab. I) byly odebrány z ornice (0 až 20 cm). Po homogenizaci a prosátí bylo 5 kg zeminy obohaceno NPK (kontrolní varianta), resp. NPK a čerstvým upraveným čistírenským kalem v dávce 20 t suché hmoty kalu na 1 ha. Takto připravené nádoby byly osety špenátem (odrůda Monores), ovsem (odrůda Pan) a kukuřicí (hybrid DK 254) a pravidelně zavlažovány deionizovanou vodou na hodnotu 60 % MVK. Každá varianta byla založena ve třech opakováních. Špenát byl sklizen ve fázi plně vyvinutých listů, oves v mléčné-voskové zralosti a kukuřice při dosažení výšky 100 cm. Byl zjišťován výnos čerstvé a suché hmoty nadzemní biomasy a obsah Cd a Ni v biomase. Zemina odebraná z každé nádoby při sklizni jednotlivých plodin byla na vzduchu usušena a poté vyluhována $0,01 \text{ mol.l}^{-1} \text{ CaCl}_2$ k určení přístupnosti obou prvků v jednotlivých zemínách. K jejich stanovení bylo použito plamenové a bezplamenové atomové absorpční spektrometrie s pravidelnou kontrolou kvality analýz využitím referenčních materiálů (tab. III). Získané výsledky ukázaly, že přídavek kalů vedl na většině půd k růstu výnosu biomasy (tab. IV, obr. 1). Statisticky průkazně vyšší přírůstky byly zjištěny na černozemích a hnědozemích než na fluvizemích. Změny výnosů na kambizemích významně závisely na zemině a pěstované plodině. Rozdílná hmotnost biomasy rostlin na neošetřené a ošetřené variantě měla vliv i na intenzitu hromadění jednotlivých prvků v rostlinách. Růst výnosu na variantách s kalý zpravidla vedl k poklesu koncentrace obou prvků v rostlinné biomase. Vyšší rozdíly byly zjištěny u Cd než u Ni. Zlepšení půdních vlastností po aplikaci kalu se projevilo nejvyšším poklesem obsahu Cd v biomase špenátu, zejména u kambizemí a fluvizemí. U ovsa i kukuřice byly zaznamenány nižší rozdíly v hromadění Cd. V případě Ni byla zjištěna vyšší průměrná akumulace v rostlinách ovsa na variantách ošetřených kalý. U ostatních plodin byl stanoven mírný pokles koncentrace. Příjem obou prvků z aplikovaného kalu závisel na plodině a půdě. Nejvyšší příjem byl nalezen u špenátu na kambizemích a dosahoval více než 10 %. Na ostatních půdách byl nižší a na černozemích pouze mírně přesáhl 1 %. U ovsa byl trend podobný jako u špenátu a u kukuřice byla opačná tendence s několikanásobně nižšími hodnotami (obr. 2). Příjem Ni z kalu rostlinami byl nižší a pouze v případě ovsa přesáhl 3 %. U ostatních plodin se pohyboval na úrovni 1 % (obr. 3). Aplikace kalů neměla jednoznačný vliv na růst obsahu přístupného Cd v půdě, který se zpravidla zvyšoval na půdách s nízkým celkovým obsahem Cd a nízkou extrahovatelností. Vazba Ni v půdě byla ve variantách s kalý zpravidla slabší, což vedlo na většině půd k mírnému nárůstu přístupného obsahu tohoto prvku.

Klíčová slova: čistírenské kalý; Cd; Ni; špenát; oves; kukuřice; přístupnost rostlinám

INTRODUCTION

Suitability of sewage sludge application into the soil and its valuability as organic fertilizers can be depressed due to a content of risk compounds and organisms (McGrath et al., 1993; Smith, 1996). Mostly pathogens, organic compounds and potentially toxic elements are mentioned as environmentally dangerous. Metals and trace elements may persist in the soil indefinitely and be absorbed by growing plants in wide range of quantities to affect the health of plants and/or consumers for long time (Chang et al., 1997).

To assess the uptake of risk elements by plants the upper 30 cm of soil or ploughed layer is mainly considered. Four attributes: pH, organic matter content, soil texture and the content of sesquioxides, are commonly used for evaluation of element adsorption in soils (Towers, Paterson, 1997). The assessment has to cover specific physicochemical properties of individual elements, too (Gerritse, Driel, 1984). Binding capacity of elements on surfaces of different materials (clays, organic and oxides) significantly differed from material and element tested. Usually Pb and Cu showed highest affinity to surfaces tested and the highest mobility was observed for Cd and Ni (Alloway, 1990; Ross, 1994). Organic matter and sesquioxides can adsorb metals more strongly than clay particles.

The accumulation of elements in plant biomass was not only affected by soil properties but crop species planted on the soil, too (Tiller, 1989; Tlustoš et al., 1997; Balik et al., 1998b).

The application of sewage sludge can affect the growth of plants as well as the accumulation of elements in plant biomass. The addition of sewage sludge resulted in the same or lower yield of corn as the application of NH_4NO_3 (Soon et al., 1978). The application of high rates of sludge with high content of heavy metals can lead to yield reduction mostly due to phytotoxicity effect of Zn, Cu and Ni (Beckett, Davis, 1982). There is not a clear understanding about adverse effect of elements on plants. Mitchell et al. (1978) suggested that elements attack plants inter-

actively but Beckett, Davis (1982) biased independent influence of elements.

The main objective of our study was focused on the accumulation of two mobile potentially toxic elements Cd and Ni by above-ground biomass of spinach, oat, and maize grown on nine soils with substantially different soil properties treated with processed fresh sewage sludge and on the availability of both elements in soil when sewage sludge was applied.

MATERIAL AND METHODS

The accumulation of Cd and Ni was investigated in three-year pot experiment. Identical nine soils taken from surface layer (0 to 20 cm) of arable land covering the dominant soil types (great soil groups) of the Czech Republic was used each year. Mean agrochemical parameters of soils used in the experiment consisted of four soil types are described in Tab. I. Mean total content of investigated elements for each soil is displayed in Tab. II. Only Pišťany soil showed higher content of Cd exceeding Czech limit values and restricted waste application on land. Other soils did not substantially exceed average content of investigated elements in Czech soils.

Fresh homogenous sewage sludge with 26 to 28% of dry matter and the mean total content of Cd $3.680 \pm 1.029 \text{ mg.kg}^{-1}$ and Ni $44.74 \pm 2.86 \text{ mg.kg}^{-1}$ from one waste water plant was used in the experiment. The content of both elements corresponded with mean values of more than 300 sludge samples analysed in 1997 in the Czech Republic (Sánka et al., 1998).

Soils taken each year in the same plot of field (area of 6 m^2) were passed through a 5 mm sieve, air-dried, and 5 kg of each soil (based on dry weight) was thoroughly mixed with N, P, K applied in ammonium nitrate and potassium hydrogen phosphate at control treatments and with the same amount of nutrients plus processed fresh sewage sludge in equivalent to 20 Mg.ha^{-1} at observed treatments. Mixture was filled into plastic pots, sown by seeds of different crops and planted with regular mois-

I. Soil type and content of available nutrients in soils used in the experiment

Soil	Location	Soil type	pH _{KCl}	P _{Mehlich III}	K _{Mehlich III}	Mg _{Mehlich III}
				mg.kg ⁻¹		
Pi	Pišťany	Fluvisols	6.5 ± 0.0	108 ± 5	249 ± 26	258 ± 32
Pr	Přerov n. L.	Fluvisols	4.8 ± 0.4	303 ± 5	190 ± 30	56 ± 18
Hu	Humpolec	Cambisols	4.9 ± 0.3	123 ± 42	286 ± 53	137 ± 46
Li	Lípa	Cambisols	5.6 ± 0.6	98 ± 2	126 ± 45	73 ± 10
Lu	Lukavec	Cambisols	5.6 ± 0.5	124 ± 2	247 ± 21	121 ± 24
CU	Č. Újezd	Luvisols	6.2 ± 0.2	119 ± 16	176 ± 66	128 ± 15
Hn	Hněvčoves	Luvisols	5.9 ± 0.3	84 ± 7	251 ± 33	157 ± 37
Se	Sedlec	Chernozems	7.2 ± 0.3	66 ± 15	333 ± 36	245 ± 42
Su	Suchdol	Chernozems	7.2 ± 0.2	110 ± 10	223 ± 24	247 ± 50

II. Content of total elements, amount of organic matter and sorption capacity of soils

Soil	Cd _T	Ni _T	C _{ox}	CEC
	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	%	mval.kg ⁻¹
Pi	2.670 ± 0.070	30.73 ± 6.56	2.07 ± 0.43	211 ± 3
Pr	0.147 ± 0.033	3.91 ± 1.61	0.82 ± 0.15	77 ± 13
Hu	0.255 ± 0.138	40.20 ± 7.90	1.71 ± 0.27	163 ± 4
Li	0.171 ± 0.053	11.41 ± 2.74	1.19 ± 0.23	137 ± 12
Lu	0.340 ± 0.078	13.17 ± 1.31	1.42 ± 0.35	137 ± 9
CU	0.181 ± 0.049	18.23 ± 7.24	1.03 ± 0.44	160 ± 3
Hn	0.207 ± 0.074	20.30 ± 3.37	1.27 ± 0.44	158 ± 18
Se	0.192 ± 0.081	26.13 ± 2.30	1.66 ± 0.34	238 ± 6
Su	0.321 ± 0.065	26.07 ± 0.76	1.83 ± 0.41	258 ± 4

equipment (Miholová et al., 1993). Total soil content was determined after two step decomposition, using APION in the first step and wet digestion by the mixture of HF + HNO₃ in the second step (Mader et al., 1998). Available portion of elements was determined in the extract of 0.01 mol.l⁻¹ solution of CaCl₂ in the ratio of 1 : 10 (w/v) (Novozamsky et al., 1993). Content of elements was determined by atomic absorption spectrometry using flame and flameless techniques on VARIAN SpectraAA-40 equipment in Trace Laboratories of Chemistry and Agrochemistry Departments of the Czech University of Agriculture in Prague. Quality of plant analyses was controlled by reference materials RM 12-02-03 Lucerne. Total content of elements in soil was controlled by RM 7003 Silty Clay Loam. Results of analyses of both materials are shown in Tab. III.

RESULTS AND DISCUSSION

The results of the experiment showed positive effect of sludge application on the mean yield of all three crops. The highest mean yield of dry matter was determined in the case of maize, lower in oat and significantly lowest in the case of spinach (Tab. IV). The addition of sludge increased an average yield for all three crops, but the effect of sludge application differed by the soil used as well as crop planted. Spinach introduced highest yield increment among all crops at Cambisols from Humpolec. Detailed study showed that high sensitivity of spinach for soil acidity was diminished by sludge addition, therefore

ture control (60% of MWHC) up to harvest. Spinach (*Spinacia oleracea L.*) variety Monores was treated with 0.5 g N, 0.16 g P, and 0.4 g K and harvested in full leaves development. Oat (*Avena sativa L.*) variety Pan was treated with 1.0 g N, 0.16 g P, and 0.4 g K and harvested at milk growing stage. Maize (*Zea mays L.*) hybrid DK 254 was treated with 1.5 plus 1.0 g N, 0.29 g P, and 0.73 g K per pot and harvested when plants were 100 cm tall. After harvest, above-ground biomass was gently washed by deionised water in the case of spinach, checked for fresh and dry biomass, grounded and analysed.

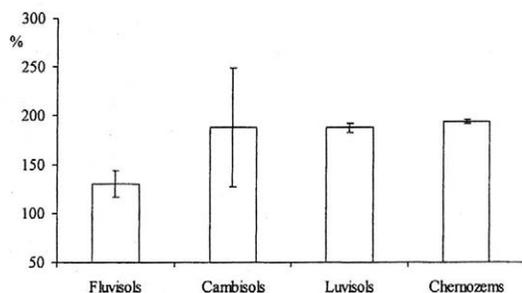
Plant material was decomposed by modified dry ashing procedure in the mixture of oxidizing gases by APION

III. Quality control of soil, plant and sewage sludge analyses

Reference materials	Cd (mg.kg ⁻¹)		Ni (mg.kg ⁻¹)	
	certified	obtained	certified	obtained
RM 7003 Silty Clay Loam	0.32 ± 0.04	0.31 ± 0.03	31.3 ± 1.5	32.2 ± 2.4
RM 12-02-03 Lucerne	0.136 ± 0.003	0.143 ± 0.021	2.54 ± 0.08	2.73 ± 0.42
RM 12-03-12 Sludge	1.97 ± 0.21	1.80 ± 0.16	32.0 ± 2.3	32.0 ± 5.1

IV. The yield of dry matter of growing crops at control and sludge treatments (g per pot)

Soil	Spinach		Oat		Maize	
	control	sludge	control	sludge	control	sludge
Pi	13.13	19.83	88.19	84.80	113.18	130.58
Pr	6.43	9.10	51.46	84.83	123.26	135.00
Hu	2.57	11.93	68.05	88.20	84.02	152.09
Li	10.50	15.23	59.48	83.70	63.86	121.02
Lu	11.80	18.17	60.81	89.14	101.38	143.92
CU	7.97	11.57	52.70	92.70	51.02	130.03
Hn	11.33	15.30	62.29	81.62	51.55	146.33
Se	10.07	13.73	81.47	92.52	40.42	137.35
Su	11.90	15.10	68.86	83.64	26.16	86.60
LSD (0.05)		5.18		18.64		33.56



I. Relative yield effect (%) of sludge application at different soil types (mean of three crops)

almost five fold growth of biomass was observed on the mentioned soil. The rest of soils treated by sludge improved spinach yield, too. Higher yield effect was found at acid Cambisols and Fluvisols. Completely opposite effect of sludge addition was found in the case of maize. Soils of higher clay content negatively affected the growth of maize and the addition of sludge improved soil properties and the yield of maize on Luvisols and Chernozems. The lowest yield differences among soils used in the experiment were found when oat was planted. Sludge application the least affected yield of oat among all growing crops. The comparison of relative yield increment for all crops planted at sludge treatments is described in Fig. 1. The lowest relative yield effect of sludge application was found on Fluvisols and significantly higher at Luvisols and at Chernozems. Cambisols also introduced very similar average yield effect of sludge application, but due to extremely high effect of spinach development on one of three soils the standard error of yield at Cambisols was so high. Higher yield of four crops at sludge treatments confirmed also Balík et al. (1998b) in pot experiment. Rappaport et al. (1988) also confirmed positive sludge effect on the growth and the yield of grain and stover of maize. Phytotoxicity effect of sludge application reported by Mitchell et al. (1978) and by Beckett, Davis (1982) was not observed in any treatment probably due to lower rate of sludge used in the

experiment and substantially lower metal content in the sludge used.

The application of sludge affected accumulation of elements in plant biomass (Tabs. V, VI). Content of Cd in plants is described in Tab. V. Spinach showed the highest accumulation of Cd in biomass among crops at all soils. Oat accumulated lower amount of Cd and the lowest Cd content was found in maize. Soil pH, clay content, and total content of Cd in soil affected accumulation of element in biomass mainly in spinach. High positive yield response at sludge treatment led to significant changes of Cd content. Majority of sludge treatments introduced plants with lower metal content mostly due to their dilution effect. High differences were found at soils of higher Cd availability at Fluvisols and Cambisols in the case of Cd probably due to improvement of binding capacity by addition of sludge organic matter (McBride, 1995). The oat as well as maize did not show such high differences in Cd accumulation. Mean content of Ni in plant biomass was higher than Cd one and showed the same order. Highest content of Ni was also found in spinach, lower in oat and the lowest in maize plants where many sludge treatments contained less Ni than was detection limit of atomic absorption used. The sludge treatment contained less Ni in majority of spinach treatments and at five soils at maize experiment. Only oat biomass accumulated more Ni at sludge treatments than control ones.

V. The content of Cd in above-ground biomass at control and sludge treatments ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)

Soil	Spinach		Oat		Maize	
	control	sludge	control	sludge	control	sludge
Pi	3.837	3.536	0.393	0.273	0.300	0.257
Pr	1.923	1.654	0.140	0.240	0.070	0.070
Hu	5.406	3.575	0.195	0.162	0.066	0.073
Li	2.096	1.801	0.083	0.124	0.084	0.078
Lu	0.988	1.437	0.242	0.228	0.048	0.081
CU	0.985	0.837	0.089	0.076	0.076	0.062
Hn	0.898	0.947	0.122	0.175	0.076	0.069
Se	0.983	0.915	0.078	0.074	0.071	0.072
Su	0.489	0.461	0.146	0.072	0.059	0.052
LSD (0.05)		0.966		0.084		0.011

VI. The content of Ni in above-ground biomass at control and sludge treatments (mg.kg⁻¹)

Soil	Spinach		Oat		Maize	
	control	sludge	control	sludge	control	sludge
Pi	1.246	1.053	1.109	0.799	< 0.212	< 0.212
Pr	3.337	3.178	1.401	1.625	< 0.212	< 0.212
Hu	4.941	4.528	0.909	1.039	0.297	< 0.212
Li	1.368	1.573	0.478	0.609	0.341	< 0.212
Lu	1.226	2.003	0.803	1.267	0.216	< 0.212
CU	4.621	2.997	1.536	1.524	0.268	< 0.212
Hn	3.402	2.490	1.421	1.651	< 0.212	< 0.212
Se	0.676	0.588	0.569	0.801	0.262	< 0.212
Su	1.623	1.177	2.498	3.805	< 0.212	0.216
LSD (0.05)		1.518		1.84		ns

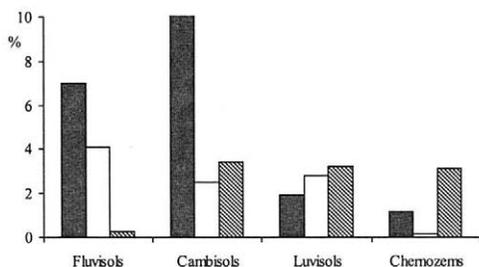
The accumulation of Ni in plants was not significantly correlated with any of determined soil properties.

Due to different content of Cd and Ni in sludge applied each year, the best response of crop for availability of elements is a calculation of relative uptake of element from sludge applied using balanced method. Fig. 2 showed the uptake of Cd from sludge by crops on soils of different types. The accumulation potential of crop more affected the uptake of Cd than increment of dry matter and the highest utilization of Cd was made by spinach. Other two plants showed lower mean uptake of Cd from applied sludge differed only on Fluvisols and Chernozems. Due to extremely high Cd uptake by spinach at Humpolec and Lukavec soils the mean Cd sludge recovery at Cambisols was higher than 10% of applied element. Very high utilization of Cd from sludge was also found at Píšťany soil causing 7% of mean Cd recovery at Fluvisols. The Cd uptake on next soils was much lower reaching less than 2%. Soil parameters adverse for Cd immobilization and specific spinach rhizosphere environment allowed to take the highest portion of Cd from applied sewage sludge. Utilization of Cd by oat was highest at Přerov soil and caused mean high Cd sludge recovery at Fluvisols. Almost no Cd recovery was determined at Chernozems mainly due to low yield effect of applied

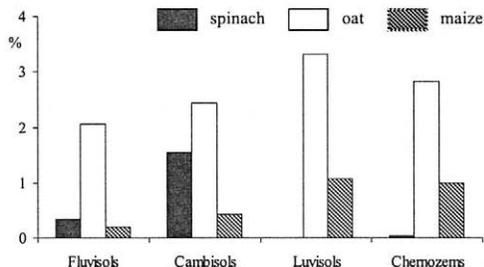
sludge at these soils and high binding capacity. The addition of sludge mainly affected the yield of maize at Luvisols and Chernozems, therefore the utilization of Cd from sludge was the highest on these soils. High recovery at Cambisols was caused by lack of binding element capacity at these soils than yield increment. The best growth of maize on control treatments of Fluvisols adversely affected sludge Cd recovery by maize.

Recovery of Ni from applied sludge by individual crops is described in Fig. 3. Mean utilization of Ni was lower than Cd and oat played dominant role among all crops. There were not significantly high differences in Ni oat recovery at different soil types fluctuated from 2.1 to 3.3%. Utilization of Ni by other two crops showed similar pattern as in the case of Cd. The highest Ni recovery by spinach was found at Cambisols lower at Fluvisols and almost negligible at other two soil types. The highest Ni recovery by maize was found at Luvisols and Chernozems about 2% and failed to 0.2% at Fluvisols. The same factors affected the utilization of Ni as well as Cd by spinach and maize.

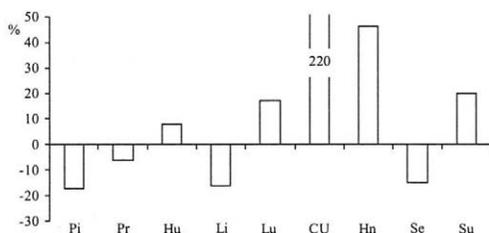
Mean binding capacity of both elements at individual soils was determined by soil extraction using CaCl₂. Relative changes of Cd availability at sludge treatments are described in Fig. 4. Available portion of Cd fluctuated



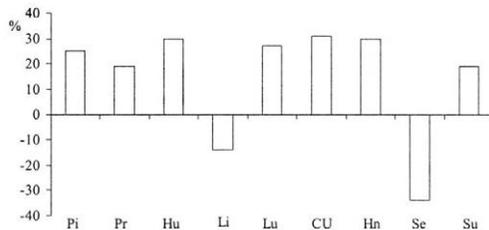
2. The uptake of Cd from sewage sludge (%) by individual crops at different soil types (balance method)



3. The uptake of Ni from sewage sludge (%) by individual crops at different soil types (balance method)



4. Relative changes of Cd extractability by 0.01 mol.l⁻¹ CaCl₂ at sludge treatments compared to control treatments (%)



5. Relative changes of Ni extractability by 0.01 mol.l⁻¹ CaCl₂ at sludge treatments compared to control treatments (%)

from 0.3% at Suchdol soil to 15.2% at Přerov soil. Higher fluctuation in Cd extractability at sludge treatments showed soils with very low content of total Cd in soil and low availability of that element. The highest more than twice higher Cd availability at sludge treatment of Červený Újezd soil was also caused by very low total Cd of soil low extractability and probably higher heterogeneity of soil treated with sewage sludge too. Similar trend with lower values was also found at Hněvčevs soil showing the same characteristics at Červený Újezd soil. The fluctuation of Cd extractability at the rest of soils was lower than 20%. The lowest values were determined at soils of highest extractability (Přerov and Humpolec). The application of sludge increased total Cd content from 1 to 16% with no consistent effect on Cd mobility in soil.

Extractability of Ni by the same solution was lower than Cd and fluctuated from 0.14% at Sedlec soil to 2.51% at Přerov soil. Distribution of Ni availability among tested soils was similar to Cd with low amount at Luvisols and Chernozems and higher at Cambisols and Fluvisols. Relative mean changes of Ni mobility at treatments with addition of sludge are summarized in Fig. 5. Majority of soils introduced higher Ni availability at sludge treated soils fluctuating between 20 to 30% with exception of Lípá and Sedlec soils with lower Ni availability at sludge treatments than at control ones. The increase of total Ni content at sludge treatments from 1 to 8% affected its mobility in soil and showed lower binding capacity than in the case of Cd.

Acknowledgements

Authors thank for financial support of this work provided by project of National Agency of Agricultural Research No. 7130/97.

REFERENCES

Alloway B. J. (1990): Heavy metals in soils. J. Wiley & Sons.
 Balík J., Tlustoš P., Száková J., Blahník R. (1998a): Vliv aplikace čistírenských kalů na akumulaci rtuti v rostlinách. Rostl. Výr., 44: 267–274.

Balík J., Tlustoš P., Száková J., Pavlíková D., Balíková M., Blahník R. (1998b): Změny obsahu kadmia v rostlinách po aplikaci čistírenských kalů. Rostl. Výr., 44: 449–456.
 Beckett P. H. T., Davis R. D. (1982): Heavy metals in sludge – are their toxic effects additive? Wat. Pollut. Control, 8/1: 112–119.
 Chang A. C., Hae-nam Hyun, Page A. L. (1997): Cadmium uptake by swiss chard grown on composted sewage sludge treated field plots: plateau or time bomb? J. Envir. Qual., 26: 11–19.
 Gerritse R. G., Driel W. van (1984): The relationship between adsorption of trace metals, organic matter, and pH in temperate soils. J. Envir. Qual., 13: 197–204.
 Mader P., Száková J., Miholová D. (1998): Classical dry ashing of biological and agricultural materials. Part II. Losses of analytes due to their retention in an insoluble residue. Analisis, 26: 121–129.
 McBride M. B. (1995): Toxic metal accumulation from agricultural use of sludge: Are the USEPA regulations protective? J. Envir. Qual., 24: 5–18.
 McGrath S. P., Sidoli C. M. D., Baker A. J. M., Reeves R. D. (1993): The potential for the use of metal-accumulating plants for the *in situ* decontamination of metal polluted soils. Integrated soil and sediment research. In: Eijackers H. J. P., Hamers T. (eds.): A basic for proper protection. Kluwer Acad.: 673–676.
 Miholová, D., Mader O., Száková J., Slámová A., Svatoš Z. (1993): Czechoslovak biological certified reference materials and their use in the analytical quality assurance system in a trace element laboratory. Fresenius J. Anal. Chem., 51: 256–260.
 Mitchell G. A., Bingham F. T., Page A. L. (1978): Yield and metal composition of lettuce and wheat grown on soils amended with sewage sludge enriched with cadmium, copper, nickel and zinc. J. Envir. Qual., 7: 165–171.
 Novozamsky J., Lexmond T. M., Houba V. J. G. (1993): A single extraction procedure of soil for evaluation of uptake of some heavy metals by plants. Int. J. Envir. Anal. Chem., 51: 47–58.
 Rappaport B. D., Martens D. C., Reneau R. B., Simpson T. W., Jr. (1988): Metal availability in sludge-amended soil with elevated metal levels. J. Envir. Qual., 17: 42–47.
 Ross S. M. (1994): Toxic metals in soil-plant systems. J. Wiley & Sons.

- Sáňka M., Němec P., Havlíková Š. (1998): Kontrola a monitoring cizorodých látek v zemědělské půdě a vstupech do půdy. [Závěrečná zpráva.] Brno, ÚKZÚZ.
- Smith S. R. (1996): Agricultural recycling of sewage sludge and the environment. CAB Int.
- Soon Y. K., Bates T. E., Beauchamp E. G., Moyer J. R. (1978): Land application of chemically treated sewage sludge: I. Effects on crop yield and nitrogen availability. *J. Envir. Qual.*, 7: 264–269.
- Tiller K. G. (1989): Heavy metals in soils and their environmental significance. *Adv. Soil Sci.*, 9: 113–142.
- Tlustoš P., Balík J., Pavlíková D., Száková J. (1997): Příjem kadmia, zinku, arzenu a olova vybranými plodinami. *Rostl. Výr.*, 43: 487–494.
- Towers W., Paterson E. (1997): Sewage sludge application to land – a preliminary assessment of the sensitivity of Scottish soils to heavy metal inputs. *Soil Us. Mgmt*, 13: 149–155.

Received on May 25, 2000

Corresponding author:

Doc. Ing. Pavel Tlustoš, CSc., Česká zemědělská univerzita v Praze, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika,
tel.: + 420 2 24 38 27 33, fax: + 420 2 20 92 03 12, e-mail: tlustos@af.czu.cz

Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA

Prof. RNDr. Josef Václav Košťíř, DrSc., in memoriam

Dne 26. srpna 2000 zemřel v Praze ve věku 93 let Josef Václav Košťíř, velký pedagog a vědec světového jména, nestor českých a slovenských biochemiků, zakladatel a první profesor biochemie jako samostatného předmětu na Karlově univerzitě.

J. V. Košťíř se narodil 25. března 1907 v Kostomlatech u Nymburka v rodině zemědělce „na statku“. Na svůj agrární původ, který rád často zdůrazňoval, byl velice hrdý. Zde také vychodil za císaře pána obecnou školu. Po maturitě na reálném gymnáziu v Nymburce studoval chemii napřed na ČVUT v Praze (dnešní VŠCHT) a pak na Přírodovědecké fakultě UK v Praze, kde získal doktorát. Ačkoliv se chtěl věnovat výhradně vědecké práci, osud rozhodl jinak. Působil nejprve v letech 1931 až 1934 jako středoškolský profesor na gymnáziu Franze Rímovského v Levoči. Později pak také na řadě gymnázií v Praze.

Na začátku druhé poloviny třicátých let přichází J. V. Košťíř na Karlovu univerzitu a na Přírodovědecké fakultě se intenzivně věnuje vědecko-pedagogické práci. Má čilé kontakty s řadou významných vědeckých osobností, např. s madam Marií Curieovou, prof. F. Běhounkem, prof. J. Stoklasou a dalšími představiteli renomované vědy.

Začátek války a uzavření českých vysokých škol A. Hitlerem v listopadu 1939 ho zastihne na Ústavu analytické chemie Přírodovědecké fakulty UK, kde jako asistent prof. O. Tomfčka pracuje na své habilitační práci, kterou dokončí a obhájí až po opětovném otevření českých vysokých škol, kdy se vrací na Karlovu univerzitu a je zde v roce 1946 jmenován docentem.

Za války pracuje přechodně v laboratořích pražských nemocnic a posléze ve výzkumné laboratoři tehdejší farmaceutické firmy Frágnér. Zde se významně zasloužil o vývoj a výrobu původního českého penicilinu. V této době spolupracuje také s Výzkumným ústavem cukrovarnickým v Praze, jmenovitě s jeho pozdějším ředitelem a prorektorem VŠCHT v Praze prof. K. Šanderou, který se pak stává jeho blízkým přítelem.

V roce 1957 je J. V. Košťíř jmenován na Karlově univerzitě řádným profesorem. Díky jeho usilovné odborné, vědecké a organizační práci se mu podaří v tomto roce zřídit na Přírodovědecké fakultě UK samostatný biochemický ústav, který je v té době prvním toho druhu v Československu. Stává se jeho přednostou a vytváří zde atmosféru optimismu a tvůrčí aktivity.

J. V. Košťíř je autorem řady učebnic a knižních monografií, z nichž některé byly přeloženy do světových jazyků a vydány v zahraničí. Dále jsou to stovky vědeckých, odborných a populárně naučných publikací. Byl dobrým znalcem a vyznavačem J. A. Komenského. Jako redaktor časopisu *Chemické listy* a předseda názvoslovné komise při ČSAV pro biochemii se zasloužil o úroveň a jazykovou čistotu tohoto vědeckého periodika.

Vychoval tisíce žáků a stovky doktorandů či aspirantů, kteří na něho budou vzpomínat trvale s vděčností. Poslední rozloučení s J. V. Košťířem se konalo 4. září 2000, připomeňme si emotivní závěr smutečního projevu jeho žáka, slovenského exministra školství prof. L. Kováče: „Za všechno Vám, pane profesore, děkujeme a slibujeme, že věrni zůstaneme.“

Doc. RNDr. Ing. Josef Zahradníček, C.Sc.

VULNERABILITY OF AGGREGATES SEPARATED FROM SELECTED ANTHROSOLS DEVELOPED ON RECLAIMED DUMPSITES

ZRANITELNOST AGREGÁTŮ VYBRANÝCH ANTROZEMÍ REKULTIVOVANÝCH VÝSYPEK

M. Valla¹, J. Kozák¹, V. Ondráček²

¹*Czech University of Agriculture in Prague, Czech Republic*

²*North-West Bohemian Mines, Doly Bílina, Czech Republic*

ABSTRACT: The state of soil structure in epipedons of anthrosols formed on dumpsites reclaimed by Doly Bílina Company was studied. The methodology proposed by Le Bissonnais, Le Souder (1995) was used. The vulnerability coefficient (K_v) was introduced to evaluate the structural stability. It expresses a rate of diminishing of the aggregate size compared to an ideal weighted average of the size in the initial sample. A lower aggregate vulnerability was found in the case of older anthrosols (approximately 30 years), a higher vulnerability in the case of younger ones. K_v value was directly proportional to the silt and clay content and $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$. Reciprocally proportional relationship was found with C_{org} content and A_{400}/A_{600} ratio as an indicator of organic matter quality. The use of quadratic form of regression equations gave the best results. It was statistically proved that the mechanism based on the breakdown by the air entrapped in the aggregates was responsible for the aggregate destruction in the case of fast wetting. Amendments of composted paper-mill wastes to the mineral dumpsite earth lead to a decrease of vulnerability by the above-mentioned mechanism and by swelling and shrinkage. An influence of organic matter to the mechanical desaggregation was low.

Keywords: soil aggregates; vulnerability of soil structure; breakdown mechanisms; anthrosols

ABSTRAKT: Byl sledován strukturní stav epipedonů výsypkových antrozemí na trvalých plochách Dolů Bílina za použití metodiky, kterou navrhli Le Bissonnais, Le Souder (1995). K vyjádření stability struktury jsme zavedli koeficient vulnerability (K_v), který vyjadřuje míru zmenšení velikosti agregátů ve srovnání s ideálním středním váženým průměrem výchozího vzorku. Byla konstatována menší zranitelnost agregátů u antrozemí starších (kolem 30 let), větší u mladších. K_v byl přímo úměrný množství prachu a jílu, stejný vztah byl u $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$, nepřímo úměrný u C_{org} a $Q_{4/6}$. Nejtěsnější průběh regresních funkcí odpovídal kvadratickým rovnicím. Statisticky významně se na destrukci agregátů podílel mechanismus založený na jejich roztržení vzduchem uvězněným uvnitř při náhlé zátopě. Umělé dodání kompostu z papírenských kalů k minerálním výsypkovým zeminám vedlo ke snížení zranitelnosti u právě zmíněného mechanismu a u destrukce vyvolané objemovými změnami. U mechanické desagregace byl vliv organické hmoty minimální.

Klíčová slova: půdní agregáty; zranitelnost struktury; destrukční mechanismy; antrozemě

INTRODUCTION

The state of soil structure influences directly or indirectly all soil properties. An influence on soil erosion, compaction, crusting and infiltration are often reported (e.g. Amezketa et al., 1996; Le Bissonnais, Arrouays, 1997; Becher, 1998). Recently, an attention has been aimed at an evaluation of the soil structure quality as affected by different soil cultivation (Angers, 1998; Yang, Wander, 1998), and to organic matter distribution in soil aggregates (Angers, Chenu, 1997). Consequently, it is

related to general problems of soil fertility and to the discussed sustainability of agricultural development.

Crucial for aggregate quality is its resistance to degradation by factors acting in given conditions. The structural stability is dependent most of all on soil texture (predominantly on clay content and its mineralogical composition), soil organic matter (it functions as a bonding agent among mineral particles), vegetation (structure stabilisation by fungi and plant roots), and soil microorganisms (their excretions influence physical and chemical processes). Of other factors, the influence of cations

and soil sesquioxides should be mentioned (they affect the state of colloidal systems).

For forming stable aggregates, creation of strong bonds among soil particles should be supported, which is in our conditions dependent mainly on soil organic matter and fine textural elements (silt, clay). Duchaufour (1991) suggests for temperate zone a "humus threshold" around 2% of organic matter. This author reports that in an environment rich in clays and with low humus content, unstable sharp-edged structural elements are formed only by volume changes. Organic matter (depending on its quality) makes the soil mineral particles hydrophobe which slows down wetting and consequently decreases aggregate destruction. The influence of clay and silt was studied on artificial aggregates by Attou et al. (1998). Their findings were the same as we can usually see in natural soils: the principal mechanism of destruction was a breakdown during wetting and the stability of structural elements increased with multiplying bonds in clay and silt. The nature of destructive mechanisms is determined by initial soil moisture and the way of wetting.

These factors are important especially in the case of anthrosols formed on reclaimed dumpsites, where it is necessary to create favourable environment for plant growth and development as soon as possible. It usually means simulation of soil classification units developed naturally in the area. Soil structure is mostly studied in the natural soils, not in the anthrosols. Only few works studying artificially formed aggregates have been published (e.g. Attou et al., 1998).

The aim of this study was to evaluate soil structure stability in the anthrosols of the permanent areas of the dumpsites reclaimed by Doly Bilina Company, using method proposed by Le Bissonnais, Le Souder (1995).

This method was exploited also for an evaluation of the role of composted material used for reclamation.

MATERIAL AND METHODS

Samples from the surface layer (0 to 15 cm) of epipedons of reclaimed dumpsite anthrosols were analysed. They were collected on ten localities with different management, vegetation and different time after reclamation:

1. Křinec, forest reclamation, deciduous forest, 33 years old
2. Větrák, forest reclamation, deciduous forest, 38 years old
3. Pokrok, reclamation by covering the surface with a 60-cm layer of loess-like material, young trees, 5 years old
4. Pokrok, reclamation by covering the surface with a 60-cm layer of loess-like material, grass, 5 years old
5. Radovesice III, 30-cm layer of marl and 30-cm layer of natural topsoil, ploughed twice to the depth of 60 cm, young trees, 6 years old
6. Fučík, raw earth without any overlay, forest reclamation, larch forest, 23 years old
7. Braňany, reclamation by covering the surface with a 60-cm layer of loess-like material, grass, 5 years old
8. Radovesice II, 20-cm layer of marl and 20-cm layer of natural topsoil, grass, 6 years old
9. Fučík, raw earth without any overlay, forest reclamation, deciduous forest, 23 years old
10. Radovesice I, two 30-cm layers of marl, ploughing to the depth of 60 cm, young trees, 6 years old

In pot experiments three texturally different earths forming main part of the inlying dumpsite were tested (A con-

I. Characteristics of the analyzed earths

Locality	Content of fractions (%)			pH _{H₂O}	C _{org} (%)	A ₄₀₀ /A ₆₀₀
	< 0.01 mm	< 0.001 mm	0.01–0.001 mm			
1.	35.6	22.0	13.4	7.4	1.30	5.64
2.	41.0	16.8	24.2	5.6	1.86	5.48
3.	48.2	30.5	17.7	8.3	0.61	4.94
4.	49.8	29.5	20.3	8.0	0.27	5.17
5.	52.0	28.2	23.8	8.4	0.62	4.83
6.	59.0	29.3	29.7	7.2	1.12	5.04
7.	64.4	37.4	27.0	8.3	0.30	5.16
8.	71.2	45.0	26.2	8.1	2.26	3.86
9.	73.2	37.1	36.1	8.1	0.82	5.32
10.	88.0	38.2	49.8	8.4	0.44	4.38
A	90.5	54.0	36.5	8.1	–	–
B	65.1	31.0	34.1	8.1	–	–
C	5.8	2.5	3.3	8.3	–	–

1. Křinec, deciduous forest, 2. Větrák, deciduous forest, 3. Pokrok, young trees, 4. Pokrok, grass, 5. Radovesice III, young trees, 6. Fučík, larch forest, 7. Braňany, grass, 8. Radovesice II, grass, 9. Fučík, deciduous forest, 10. Radovesice I, young trees
A – dumpsite earth (clay), B – dumpsite earth (clay loam), C – dumpsite earth (sand)

tained 90% of particles < 0.01 mm, B – 65.1%, C – 5.8%). Eight-litre pots were filled with earth containing increasing amount of composted paper-mill wastes, seeded with red fescue (*Festuca rubra*) and left outdoor for the whole time of experiment (six months).

Selected characteristics of all the earths under study are given in Tab. I. Textural composition was determined areometrically, pH_{H_2O} was measured in water free of CO_2 , organic carbon was determined oxidimetrically using $K_2Cr_2O_7$. Humus quality was described by the ratio of absorbances of 0.05 M $Na_4P_2O_7$ extract of soil (1 : 20 w/v) at wavelengths 400 and 600 nm, respectively (A_{400}/A_{600}).

Different methods can be used for aggregate stability determination. They use dry or wet sieving, simulated rain, ultrasound, penetrometry etc., with different degree and procedure of previous wetting. An overview of these methods, going back to 1936, was published by Le Bissonnais, Le Souder (1995) and Le Bissonnais (1996). These authors specified four principal mechanisms causing aggregate destruction:

- breakdown by air entrapped in the aggregates during fast wetting
- breakdown by differential swelling and shrinkage during wetting and drying
- physico-chemical dispersion after diminishing the internal attractive forces among colloidal particles during wetting (influenced by monovalent cations, especially Na^+)
- mechanical breakdown by raindrop impact

Mechanism c) takes place only under specific conditions.

The principle of the analysis proposed by the above-mentioned authors, which is there presented in detail, enables to distinguish the individual mechanisms and separate clearly the phases of the desaggregation itself from the phases of the measurement of the desaggregation results. An important role is played by ethanol exploitation, which enables to control the desaggregation and avoid re-aggregation during wetting. This procedure was used in our study. Its usefulness was proved also under conditions of higher soluble salts content (Saidi et al., 1999).

Aggregates 2 to 5 mm in diameter were separated from the samples and subjected to three different tests for evaluation of the effect of the above-mentioned mechanisms:

- test 1 enables an assessment of aggregate resistance to rapid wetting – mechanism a)
- test 2 enables an assessment of aggregate resistance to desaggregation caused by progressive wetting and drying – mechanisms b) and c)
- test 3 enables an assessment of aggregate resistance to mechanical influences on attractive forces among textural elements – mechanism d)

Aggregate stability and vulnerability can be assessed by different criteria. For example mean weight diameter (MWD) during desaggregation, an area delimited by cumulative curve and x and y axes, aggregate porosity, per-

II. Aggregate stability on the permanent areas

Locality	Vulnerability coefficient and the share on destruction (%)			
	test 1	test 2	test 3	average
1	2.3 (42.6)	1.4 (25.9)	1.7 (31.5)	1.8
2	1.6 (39.0)	1.2 (29.3)	1.3 (31.7)	1.4
3	3.1 (44.3)	1.8 (25.7)	2.1 (30.0)	2.3
4	3.2 (46.4)	1.9 (27.5)	1.8 (26.1)	2.3
5	5.3 (50.0)	3.0 (28.3)	2.3 (21.7)	3.5
6	2.1 (40.4)	1.4 (26.9)	1.7 (32.7)	1.7
7	7.0 (56.9)	2.4 (19.5)	2.9 (23.6)	4.1
8	2.8 (42.4)	2.0 (30.3)	1.8 (27.3)	2.2
9	6.5 (65.7)	1.7 (17.2)	1.7 (17.2)	3.3
10	10.0 (72.5)	2.3 (16.7)	1.5 (10.9)	4.6
Average	4.4 (50.0)	1.9	1.9	2.7
Mollisol	1.4	1.1	1.2	1.2

test 1 – breakdown by air during fast wetting

test 2 – breakdown by differential swelling and shrinkage

test 3 – mechanical desaggregation

centage of microaggregates, etc., can be used. We introduced the value of vulnerability coefficient (K_v). Its calculation is based on weighted average and it determines how many times the aggregate size is decreased in comparison to stable aggregates. Optimal value equals 1.0, increasing values indicate higher vulnerability. K_v values can easily be recalculated to MWD, in our case $MWD = 3.5/K_v$. A value similar to the vulnerability coefficient is the index of instability (Saidi et al., 1999).

All data were statistically treated (Brabenec, 1979). Regression and correlation analyses were used to analyse relationships between quantitative variables; analysis of variance was used to determine the effect of a qualitative variable on a quantitative one.

RESULTS AND DISCUSSION

Tab. II shows vulnerability coefficients (K_v) characterising the resistance of aggregates from epipedons of permanent dumpsite areas. Aggregate analysis of a Mollisol is given for comparison. Analysis of variance (Tab. III) verifies that the highest risk for aggregates comes from fast wetting [test 1, mechanism a)], where the vulnerability coefficient reaches the highest values. This

III. Analysis of variance

Difference	F-ratio	t-test
Test 1–2	24.7*	2.70*
Test 1–3	35.9*	2.74*
Test 2–3	1.4	0.04

* significant at $\alpha = 0.05$

IV. Regression functions

Soil characteristic (independent variable)	Regression equation, determination coefficient		
	test 1	test 2	test 3
Fraction < 0.01 mm (%)	$y = 0.0023x^2 - 0.1563x + 4.9895$ quadratic 0.6482**	$y = 0.256x^{0.4898}$ power 0.2378	$y = -0.001x^2 + 0.1191x - 1.5368$ quadratic 0.3084*
Fraction < 0.001 mm (%)	$y = 0.0375x^{1.3474}$ power 0.4211*	$y = 0.253x^{0.5819}$ power 0.3583*	$y = -0.0024x^2 + 0.1632x - 0.7607$ quadratic 0.2562*
Fraction 0.001–0.01 mm (%)	$y = 0.0044x^2 - 0.0763x + 2.8003$ quadratic 0.6452**	$y = 0.9239x^{0.2132}$ power 0.0755	$y = -0.001x^2 + 0.0516x + 1.2795$ quadratic 0.1245
pH _{H₂O}	$y = 0.0698e^{0.5113x}$ exponential 0.5516*	$y = 0.3367x^2 - 4.2971x + 14.731$ quadratic 0.7252**	$y = 0.5134e^{0.1638x}$ exponential 0.3995*
C _{org} (%)	$y = 6.4723e^{-0.5748x}$ exponential 0.4187*	$y = 0.5996x^2 - 1.8558x + 2.8942$ quadratic 0.4058*	$y = 0.3458x^2 - 1.1704x + 2.5438$ quadratic 0.3157*
A ₄₀₀ /A ₆₀₀	$y = -3.7046x^2 + 33.739x - 70.816$ quadratic 0.2435	$y = 0.8613x^2 + 7.701x - 14.862$ quadratic 0.4378*	$y = -0.5907x^2 + 5.583x - 11.125$ quadratic 0.1515

** close relationship
* medium relationship

mechanism differs significantly from the other two that resemble each other. It is confirmed also by the share of the individual mechanisms on aggregate destruction (Tab. II). The aggregates of the anthrosols under study do not attain in any case the level of stability found in Mollisol.

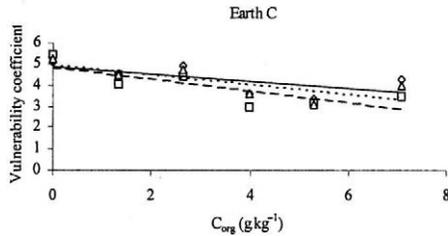
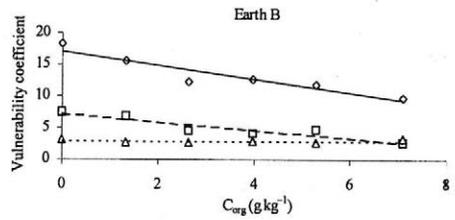
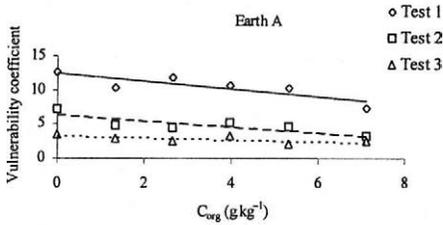
The best structural state was found in samples from the localities with the oldest reclamation (Větrák, Křinec, Fučík), while the aggregates from newer localities were usually the most labile (Radovesice I and III, Braňany). Similarly, an increasing aggregate stability with longer time of permanent pasture was shown by Haynes (2000). This trend in our results can be explained by increasing content of organic matter in the anthrosols under study and by building stronger bonds with mineral particles. At the same time, organic matter in the formed more stable aggregates is protected from mineralisation (there is a slow turnover), which was confirmed by a number of authors (Angers, Chenu, 1997; Aoyama et al., 1999, and others).

Tab. IV summarizes the dependence of the structure vulnerability on selected soil properties. The parameters of the relationship between the independent variables (content of particles with diameter < 0.001 mm, < 0.01 mm, 0.001–0.01 mm, pH_{H₂O}, C_{org}, and A₄₀₀/A₆₀₀, respectively) and vulnerability coefficient as the dependent variable were analyzed. The latter characterize basic mechanisms of aggregate destruction and represent the corresponding tests. Tab. IV shows the best-fitted regression models from the five tested (linear, logarithmic, quadratic, power, and exponential) and their determination coefficients. Quadratic function was used most often (61% cases), with the curve reduced to one half of parabola, power function, where the rate of augmentation continually decreases, was used less often (22%). Exponential function, with an accelerated increase of the dependent

variable, was used only in 17% of cases. The phenomena described are rather complicated, influenced by more factors, what is confirmed by relatively low measure of dependence expressed by correlation coefficients (*r*). Derived determination coefficient (*r*².100), which expresses the share of studied factor on the explanation of the vulnerability coefficient changes, only rarely exceeds the value of 64% delimiting strong relationship (Brabenec, 1979).

Data in Tab. IV also show that increasing content of textural fractions important for structure building is negatively correlated with structure stability. An opposite phenomenon was reported by Angers (1998), however, that was in soils with long-lasting pedogenesis and with clayey epipedons saturated with organic matter. Our finding is most probably caused by the organic matter, which is deficient in the anthrosols under study and the bonds in pure clay and silt are not strong enough. Saturation of the primary particles (clay, silt) by humic substances leads to the formation of microaggregates, as it was reported by Angers (1998), while microbial polysaccharides take effect during their subsequent associating to macroaggregates. When the bonding agent (microbial organic matter) is missing, the aggregates formed are very vulnerable and are easily broken down to the microaggregates, especially during a sudden wetting.

Organic matter (C_{org}) shows in all cases (test 1, 2, and 3) a positive effect, the vulnerability coefficient increases with its augmentation. In the case of humus quality, assessed by the A₄₀₀/A₆₀₀ ratio in alkaline extracts of humic substances, the closeness of the relationship is lower. The parabolic shape of the curve indicates that on the reclaimed areas the less condensed and polymerized humic substances with higher amount of functional groups are more efficient in formation of more stable aggregates.



1. The effect of organic carbon on aggregate vulnerability

Earth: A = clay, B = clay loam, C = sand

Soil pH was in most cases in the range of slightly alkaline to alkaline. At higher pH_{H_2O} values the vulnerability coefficient increased. This trend corresponds to the behaviour of acidoids prevailing in soil, which peptize at abundance of OH^- ions facilitating thus soil structure destruction.

The influence of organic matter added in the form of composted paper-mill wastes, produced by Doly Břilina Company, was studied in a pot experiment with increasing amounts of C_{org} : 0, 1.33, 2.65, 3.98, 5.30, and 7.10 $g \cdot kg^{-1}$ soil, respectively. The relationship of the vulnerability coefficient as the indicator of structure stability with organic carbon content in soil is given in Fig. 1, the parameters of linear regression functions in Tab. V. This experiment tested the effect of this kind of compost on physical properties of three types of dumpsite soil.

Added compost in most cases showed a decrease of aggregate vulnerability. Its influence was more important in dumpsite materials with higher content of fine parti-

cles (earths A and B), while in sandy earth (C) this effect was less evident, as it is indicated by the regression coefficients. In earths A and B there is also best apparent an enhanced resistance to the breakdown by air entrapped in the aggregates during fast wetting (test 1), obvious is also better resistance to the breakdown by differential swelling and shrinkage (test 2). An effect on mechanical breakdown (test 3) is negligible. In the earth C, where smaller surface is available for mutual binding of particles, the resistance to all the three tested mechanisms is similar, the differences were not statistically significant.

Acknowledgement

The authors would like to thank the North-West Bohemian Mines, Doly Břilina Company, for their support and co-operation on this research.

V. Parameters of the linear relationship $K_v = f(C_{org})$ – pot experiment

Earth	Test	Regression coefficient	Correlation coefficient	Determination coefficient
A	1	-0.5734	-0.8355	0.6981**
	2	-0.4267	-0.8355	0.6982**
	3	-0.1242	-0.6533	0.4268*
B	1	-1.0946	-0.9352	0.8745**
	2	-0.6335	-0.9235	0.8528**
	3	0.0240	0.2370	0.0562
C	1	-0.1695	-0.6339	0.4018*
	2	-0.2753	-0.7886	0.6218*
	3	-0.1305	-0.7654	0.5858*

** close relationship
* medium relationship

REFERENCES

- Amezketta E., Singer M. J., Le Bissonnais Y. (1996): Testing a new procedure for measuring water-stable aggregation. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 60: 888–894.
- Angers D. A. (1998): Water stable aggregation of Québec silty clay soils: some factors controlling its dynamics. *Soil Till. Res.*, 47: 91–96.
- Angers D. A., Chenu C. (1997): Dynamics of soil aggregation and C sequestration. In: Lal et al. (eds.): *Soil processes and the carbon cycle*. CRC Press: 199–206.
- Aoyama M., Angers D. A., Dayegamiye A. N., Bissonnette N. (1999): Protected organic matter in water-stable aggregates as affected by mineral fertilizer and manure applications. *Can. J. Soil Sci.*, 79: 419–425.

- Attou F., Bruand A., Le Bissonnais Y. (1998): Effect of clay content and silt-clay fabric on stability of artificial aggregates. *Eur. J. Soil Sci.*, 49: 569–577.
- Becher H. H. (1998): Resistances to penetration of aggregates from loess-derived topsoils at different soil water tensions. *Soil Till. Res.*, 47: 73–81.
- Brabenec V. (1979): Aplikace statistických metod s řešenými úlohami pro agronomy. Praha, VŠZ.
- Duchaufour P. (1991): *Pédologie*. Masson.
- Haynes R. J. (2000): Interaction between soil organic matter status, cropping history, method of quantification and sample pretreatment and their effects on measured aggregate stability. *Biol. Fertil. Soils*, 30: 270–275.
- Le Bissonnais Y. (1996): Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility. I. Theory and methodology. *Eur. J. Soil. Sci.*, 47: 425–437.
- Le Bissonnais Y., Arrouays D. (1997): Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility. II. Application to humic loamy soils with various organic carbon contents. *Eur. J. Soil. Sci.*, 48: 39–48.
- Le Bissonnais Y., Le Souder Ch. (1995): Mesurer la stabilité structurale des sols pour évaluer leur sensibilité à la batance et à l'érosion. *Etud. Gest. Sols*, 2: 43–56.
- Saidi D., Douaoui A., Le Bissonnais Y., Walter C. (1999): Sensibilité de la surface des sols des plaines du Chélif à la dégradation structurale. *Etud. Gest. Sols*, 6: 15–25.
- Yang X. M., Wander M. (1998): Temporal changes in dry aggregate size and stability: tillage and crop effects on a silty loam Mollisol in Illinois. *Soil Till. Res.*, 49: 173–183.

Received on May 25, 2000

Corresponding author:

Prof. Ing. Josef Kozák, DrSc., Česká zemědělská univerzita v Praze, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika,
tel.: + 420 2 24 38 40 82, fax: + 420 2 20 92 16 44, e-mail: kozak@af.czu.cz

REJSTŘÍK – INDEX

Argalášová-Šutovská K., Lux A., Bovanová L., Čániová A., Branšterová E.: Comparison of peroxisomicine A ₁ content in vegetative organs of <i>Karwinskia humboldtiana</i> and <i>Karwinskia parvifolia</i> Porovnanie obsahu peroxizomicínu A ₁ vo vegetatívnych orgánoch <i>Karwinskia humboldtiana</i> a <i>Karwinskia parvifolia</i>	477
Babůrková M., Jůza J., Moudrý J., Pejcha J.: Vliv genotypu a agrotechniky na strukturu výnosových prvků pohanky seté The effect of genotype and agronomical practices on the structure of yield factors of buckwheat	225
Balík J., Tlustoš P., Pavlíková D., Száková J., Kaewrahn S., Hanč A.: Přijem kadmia a zinku rostlinami ovsu po aplikaci čistírenských kalů ošetřených vápencem a bentonitem Cadmium and zinc uptake by oat from soils amended by sewage sludge incubated with lime and bentonite	273
Balík J., Tlustoš P., Száková J., Kaewrahn S., Hanč A.: Vliv přidavku bentonitu k čistírenským kalům a podmínek jejich inkubace na sorpci kadmia v půdách The effect of bentonite addition into sewage sludge and conditions of its incubation on the cadmium sorption in soils	1
Balík J., Tlustoš P., Száková J., Kaewrahn S., Hanč A.: The effect of addition of different ameliorative compounds into sewage sludge on zinc sorption in soils Vliv přidavku různých meliorantů do čistírenských kalů na sorpci zinku v půdách	97
Baranyk P., Zukalová H.: Výnos semene, obsah oleje a výnos oleje hybridní řepky v podmínkách ČR Seed yield, oil content and oil yield of hybrid oilseed rape in conditions of the Czech Republic	521
Butorac J.: Heterosis and combining ability of certain chemical traits in burley tobacco Heteroze a kombinační schopnost některých chemických znaků tabáku typu burley	219
Čížková H., Vacek J., Voldřich M., Ševčík R., Krátká J.: Kminová silice jako potenciální inhibitor klíčení brambor Caraway essential oil as potential inhibitor of potato sprouting	501
Čumakov A., Hrnčiarová K.: Extrakcia výmenného draslíka z montmorillonitu Extraction of exchangeable potassium from montmorillonite	355
Čupa J.: Vliv zpracování půdy k předplodině na výnos zrnové kukuřice a ozimé pšenice v sušší oblasti jižní Moravy The effect of previous crop soil cultivation on the yield of grain maize and winter wheat in the drier area of southern Moravia	113
Dotlačil L., Hermuth J., Tisová V., Brindza J., Debre F.: Yield potential and stability in selected winter wheat landraces and obsolete cultivars of European origin Výnosový potenciál a jeho stabilita u vybraných evropských krajových a starých odrůd ozimé pšenice	153
Dražić S.: Variability and correlations of yield components, harvest index and yield of chamomile flower heads Variabilita a korelace výnosotvorných prvků, sklizňového indexu a výnosu květů heřmánku	93
Dryšlová T.: Vliv některých agrotechnických faktorů na růst a výnos zrna ozimé pšenice (<i>Triticum aestivum</i> L.) The effect of some agronomical factors on growth and grain yield of winter wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.)	451
Fargašová A.: Trace metal interactions expressed through photosynthetic pigment contents in <i>Sinapis alba</i> seedlings Interakcie stopových kovů vyjádřené pomocí obsahu fotosyntetických pigmentů v semenačkách <i>Sinapis alba</i>	337
Fiala J., Gaisler J.: Tvorba biomasy při rozdílném ošetřování travních porostů bez píceňářského využití The production of biomass by different management of grasslands without using for forage production	269
Hamouz K., Blahovec J., Vokál B., Čepl J.: Susceptibility to mechanical damage of potatoes cultivated in different regions of the Czech Republic Citlivost brambor pěstovaných v různých oblastech ČR k mechanickému poškození	509
Hamouz K., Vokál B., Lachman J., Čepl J.: Influence of environmental conditions and way of cultivation on the reducing sugar content in potato tubers Vliv podmínek prostředí a způsobu pěstování na obsah redukujících cukrů v hlízách brambor	23
Hasan H. A. H., Abdel-Sater M. A.: Responses of mycoflora and sorghum to pre-planting soil incorporation with linuron herbicide Reakce mykoflóry a čiroku na předsetěvé ošetření půdy herbicidem linuronem	417

Hlušek J., Zrůst J., Jůzl M.:	Nitrate concentration in tubers of early potatoes Koncentrace nitrátů v hlízách raných brambor	17
Hnilička F., Bláha L., Zámečník J., Novák V., Ottová M.:	Vliv abiotických stresů na akumulaci netto energie v obilkách ozimé pšenice (<i>Triticum aestivum</i> L.) Influence of abiotic stresses on the content of net energy in winter wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.) grains	549
Hniličková H., Novák V.:	Akumulace energie u zavlažovaných a nezavlažovaných rostlin chmele (<i>Humulus lupulus</i> L.) Accumulation of energy by non-irrigated and irrigated hop plants (<i>Humulus lupulus</i> L.)	465
Hradilík J., Psota V., Fišerová H., Hudecová M., Klemš M., Reinöhl V.:	Dormancy and post-harvest maturation of malt barley (<i>Hordeum vulgare</i> L.) caryopses Dormance a posklizňové dozrávání obiliek sladovnického ječmene (<i>Hordeum vulgare</i> L.)	261
Hubík K.:	Využití SE-HPLC analýzy prolaminových zásobních bílkovin pro predikci technologické jakosti odrůd ozimé pšenice Use of the SE-HPLC analysis of prolamin storage protein to predict breadmaking quality in winter wheat varieties	213
Chodová D., Míkulka J.:	Resistance to imazapyr and cross resistance to selected sulfonylurea herbicides in Kochia (<i>Kochia scoparia</i> s. l.) Rezistence vůči imazapyru a křížová rezistence vůči vybraným sulfonylmočovinám u bytlu metlatého (<i>Kochia scoparia</i> s. l.)	49
Jakovljević M., Antić-Mladenović S., Ristić M., Maksimović S., Blagojević S.:	Influence of selenium on the yield and quality of chamomile [<i>Chamomilla recutita</i> (L.) Rausch.] Vliv selenu na výnos a kvalitu heřmánku [<i>Chamomilla recutita</i> (L.) Rausch.]	123
Klem K.:	Rezistence populací <i>Blumeria graminis</i> f. sp. <i>tritici</i> a f. sp. <i>hordei</i> k fungicidům na území ČR Fungicide resistance of <i>Blumeria graminis</i> f. sp. <i>tritici</i> and f. sp. <i>hordei</i> populations in the territory of the Czech Republic	311
Klimeš F.:	Dynamics of species richness of floodplain meadows Dynamika druhové pestrosti nivních luk	199
Knoblochová H., Gálková Z.:	High molecular weight glutenin subunits variation and relative quantitation in winter spelt wheat cultivars Variabilita a relativné zastúpenie vysokomolekulárnych glutenínových podjednotiek v ozimých formách odrôd pšenice špaldovej	255
Kolář L., Gergel J., Ledvína R., Kužel S., Šindelářová M.:	Agrochemická charakteristika půd horských a podhorských oblastí jihovýchodní Šumavy Agrochemical characteristics of soils in mountain and submontane areas of South-East Šumava	533
Kolář L., Gergel J., Ledvína R., Kužel S., Šindelářová M.:	Železo, hliník a mikrobiální aktivita půd horských a podhorských oblastí jihovýchodní Šumavy Iron, aluminium and microbial activity of soils in mountain and submontane areas of South-East Šumava	543
Kozák J., Vacek O.:	Pedotransfer functions as a tool for estimation of pesticides behavior in soils Pedotransferové funkce jako prostředek pro odhad chování pesticidů v půdách	69
Kramberger B., Gselman A.:	Changes in productivity and botanical composition of semi-natural grassland as a consequence of cutting frequency Vliv frekvence kosení na produktivitu a botanické složení polopřirozeného travního porostu	325
Kristek A., Kovačević V., Antunović M.:	Response of sugar beet to foliar magnesium fertilization with Epsom salt Reakce cukrovky na foliární hnojení hořčíkem ve formě síranu hořečnatého	147
Kucharski J., Wyszowska J.:	Response of soil microorganisms and buckwheat plants to cytokinines Reakce půdních mikroorganismů a rostlin pohanky na cytokininy	527
Kužel S., Kolář L., Ledvína R.:	Vliv síranových a chloridových draselných hnojiv na eluci vápníku z půdy The effect of sulfate and chloride potassium fertilizers on elution of calcium from soil	37
Lacko-Bartošová M., Minář M., Vranovská Z., Štrasser D.:	Vývoj potenciálnej zaburinenosti v ekologickom a integrovanom systéme hospodárenia Weed seed bank in ecological and integrated farming system	319
Liović I., Kristek A.:	Stability of agronomic traits in sugar beet hybrids Stabilita agronomických znakov u hybridů cukrovky	169

Makovníková J.:	Závislosti mezi vybranými půdními parametry a přístupným obsahem kadmia, olova, medi a zinku Relations between some soil parameters and available contents of cadmium, lead, copper and zinc	289
Matula J., Sychová M., Drmotová A.:	Vliv dusíkatých hnojiv na zásobu labilních forem síry a dusíku v půdě The effect of nitrogen fertilizers on pool of labile forms of sulphur and nitrogen in soil	29
Menkov N. D.:	Monolayer moisture content of some legume seeds Obsah obalové monovrstvy vody u semen vybraných leguminóz	379
Míka V., Kohoutek A., Smrž J.:	A non-destructive method of the evaluation of fodder wilting after cutting <i>in situ</i> Nedestruktivní metoda hodnocení rychlosti zavadání píce po seči <i>in situ</i>	209
Milaković Z., Brkić S., Bukvić Ž., Bogut I., Horvat D.:	Efficiency of inoculation and different nitrogen fertilization on small-grained bean quality and yield Účinnost inokulace a dusíkatého hnojení na kvalitu a výnos drobnozrnného bobu	361
Mühlbachová G., Růžek P.:	Biologická indikace znečištění půd těžkými kovy inkubační metodou Biological indication of heavy metal contamination of soils by the incubation method	87
Muchová Z., Čuková L., Mucha R.:	Bielkovinové frakce semena láskavca (<i>Amaranthus</i> sp.) Seed protein fractions of amaranth (<i>Amaranthus</i> sp.)	331
Pačuta V., Černý I., Karabínová M.:	Vplyv vybraných faktorov na úrodu a kvalitu cukrovej repy The effect of selected factors on the yield and quality of sugar beet	371
Pavingerová D., Břiza J., Prenerová E.:	Odvození primárních kultur z květních pupenů rododendronů <i>In vitro</i> propagation of <i>Rhododendron</i> spp. from flower buds	281
Pavlík M., Váňová M., Laudová V., Harmatha J.:	Digitonin jako modelový biologicky aktivní saponin vytvářející specifické vlastnosti u <i>Digitalis</i> sp. v testech <i>in vitro</i> Digitonin as a model biologically active saponin forming specific quality of <i>Digitalis</i> sp. in bioassays <i>in vitro</i>	343
Pavlu V., Mrkvička J., Velich J., Urban A.:	Some sward characteristics of seminatural and overseeded pasture under continual grazing of heifers Některé charakteristiky polopřirozeného a přisetého pastevního porostu kontinuálně spásaného jalovicemi	107
Pelikán J.:	Evaluation of yields in canary grass (<i>Phalaris canariensis</i> L.) varieties Zhodnocení výnosů odrůd lesknice kanárské (<i>Phalaris canariensis</i> L.)	471
Podlešáková E., Němeček J., Macurová H.:	Hodnocení zátěže půd rizikovými stopovými prvky mikrobiologickými a biochemickými metodami Assessment of soil pollution by microbiological and biochemical methods	405
Podlešáková E., Němeček J., Vácha R.:	Zatížení zemědělských půd polychlorovanými dibenzo-p-dioxiny a dibenzofurany Contamination of agriculturally used soils with polychlorinated dibenzo-p-dioxines and dibenzofurans	349
Prášil I., Kadlecová Z., Faltus M., Prášilová P.:	Water content, osmotic potential and abscisic acid level as indices of freezing tolerance in barleys Obsah vody, osmotický potenciál a hladina kyseliny abscisové jako ukazatele mrazuvzdornosti ječmenů	193
Procházková B., Dovrtěl J.:	Vliv různého zpracování půdy na výnosy ozimé pšenice The effect of different soil tillage on the yields of winter wheat	437
Provazník K., Richter R., Zimolka J.:	Zaorávka řepného chrástu a jeho vliv na obsah minerálního dusíku v půdě při pěstování jarního ječmene Ploughing in sugar beet tops and the effect on the content of mineral nitrogen in the soil during spring barley cultivation ..	443
Przulj N., Momčilović V., Mladenov N.:	Grain filling in two-rowed winter barley Nalévání zrna u dvouřádkového ozimého ječmene	81
Psota V., Boháčenko I., Pytela J., Vydrová H., Chmelík J.:	Determination of size distribution of barley starch granules using Low Angle Laser Light Scattering Stanovení distribuce velikosti škrobových zrn u ječmene pomocí metody LALLS	433
Remešová I.:	The viability of weed seeds in farmyard manure Životaschopnost semen plevelů v chlévském hnoji	515

Slamka P.:	Zmeny obsahu lignínu a esterov fenolkarboxylových kyselín v závislosti od hnojenia a obnovy trávneho porastu Changes in lignin and esterified phenolcarboxyl acids contents in relation to grassland fertilization and renovation	177
Slavík L.:	Využití kapkové závlahy a mikropostřiku při zavlažování chmele Utilization of trickle irrigation and microsprinkling of hop irrigation	457
Šantrůčková H., Elhottová D., Loiseau P., Soussana F.:	The effect of elevated ambient CO ₂ and temperature increase on rhizosphere of perennial ryegrass (<i>Lolium perenne</i> L.) Vliv zvýšené koncentrace CO ₂ a teploty na rhizosféru jílku vytrvalého (<i>Lolium perenne</i> L.)	397
Šašek A., Prášilová P., Černý J., Prášil I., Skupinová S.:	Predikce zimovzdornosti pšenice seté pomocí gliadinových genetických markerů Frost-hardiness prediction of common wheat using gliadin genetic markers	245
Šimek M.:	Nitrifikace v půdě – terminologie a metodologie (studie) Nitrification in soil – terminology and methodology (review)	385
Šimon T.:	Vliv niklu a arzenu na výskyt a symbiotické schopnosti nativních rhizobií The effect of nickel and arsenic on the occurrence and symbiotic abilities of native rhizobia	63
Šíp V., Škorpík M., Chrpová J., Šottníková V., Bártová Š.:	Vliv odrůdy a pěstitelských opatření na výnos zrna a potravinářskou jakost ozimé pšenice Effect of cultivar and cultural practices on grain yield and bread-making quality of winter wheat	159
Šiša R., Sixta J., Růžek L., Štorkánová G.:	Biologická aktivita antropogenních půd Biological activity of anthropogenic soils	55
Šnobl J.:	Vliv krevního hydrolyzátu na výnos a kvalitu chmele The effect of blood hydrolysate on the yield and quality of hop	367
Šrámek F., Dubský M., Vosátka M.:	Effect of arbuscular mycorrhizal fungi and <i>Trichoderma harzianum</i> on three species of balcony plants Vliv arbuskulárních mykorrhizních hub a <i>Trichoderma harzianum</i> na růst tří druhů balkonových rostlin	127
Šroller J., Šimon J.:	Výnosy polních plodin v podmínkách horské oblasti Yields of field crops in conditions of mountain region	185
Švachula V., Pulkrábek J.:	Závislost obsahu betainu v cukrovce na srážkách a teplotách vzduchu během vegetace Dependence of betaine content in sugar beet on the rainfall and air temperature during the vegetation period	77
Tlustoš P., Balík J., Pavlíková D., Száková J., Kaewrahn S.:	The accumulation of potentially toxic elements in spinach biomass grown on nine soils treated with sewage sludge Hromadění rizikových prvků ve špenátu pěstovaném na devíti zeminách s přidavkem čistírenského kalu	9
Tlustoš P., Pavlíková D., Balík J., Száková J., Hanč A.:	The availability of sewage sludge derived cadmium and nickel by crops planted on soils of different types Přístupnost kadmia a niklu z aplikovaného čistírenského kalu rostlinám pěstovaným na půdách různých typů	555
Tóth Š.:	Vplyv vybraných pestovateľských faktorov na úrodu jarného jačmeňa The influence of selected growing factors on the spring barley yield	297
Užik M., Žofajová A.:	Chlorophyll and nitrogen content in leaves of winter wheat at different genotypes and fertilization Obsah chlorofylu a dusíka v listoch ozimnej pšenice pri rozdielnych genotypoch a hnojení	237
Valla M., Kozák J., Ondráček V.:	Vulnerability of aggregates separated from selected anthrosols developed on reclaimed dumpsites Zranitelnost agregátů vybraných antrozemí rekultivovaných výsypek	563
Váňová M., Tvarůžek L., Hobzová D.:	Využití odolnosti odrůd ozimé pšenice k padlí travnímu (<i>Blumeria graminis</i> f. sp. <i>tritici</i>) v modelech pro integrovanou ochranu Use of powdery mildew (<i>Blumeria graminis</i> f. sp. <i>tritici</i>) resistance in winter wheat varieties in integrated protection models	303
Vokál B., Hamouz K., Čepl J.:	Vliv rozdílných ekologických podmínek pěstování na stolní hodnotu hlíz brambor The effect of different ecological conditions of growing on cooking quality of potato tubers	487

Wittlingerová Z.:	Old environmental loads and their impacts on the quality of groundwaters and soils Staré zátěže a jejich vliv na kvalitu podzemních vod a zemin	119
Zavadil J.:	Úsporná doplňková závlaha raných brambor Water-saving supplementary irrigation of early potatoes	495
Zbíral J.:	Analýza půdních extraktů podle Mehlicha III metodou ICP-AES Analysis of Mehlich III soil extracts by ICP-AES	141
Zrůst J., Horáčková V., Přichystalová V., Rejlková M.:	Content of alpha-chaconine and alpha-solanine in groups of potato varieties listed in the National book of varieties of the Czech Republic Obsah α -chaconinu a α -solaninu v odrůdách bramboru zapsaných ve Státní odrůdové knize ČR	481
Žalud Z., Trnka M., Dubrovský M.:	Stanovení změny produkčního potenciálu jarního ječmene s využitím růstového modelu CERES-Barley Change of spring barley production potential using crop model CERES-Barley	423
INFORMACE – STUDIE – SDĚLENÍ – INFORMATION – STUDY – REPORT		
Fábry A.:	Historie pěstování řepky (<i>Brassica napus</i> subsp. <i>napus</i>) a řepice (<i>Brassica rapa</i> subsp. <i>oleifera</i>) na území ČR a SR History of cultivation of oilseed rape (<i>Brassica napus</i> subsp. <i>napus</i>) and turnip rape (<i>Brassica rapa</i> subsp. <i>oleifera</i>) in the territory of the Czech and Slovak Republics	43
Lachman J., Hamouz K., Orsák M., Pivec V.:	Potato tubers as a significant source of antioxidants in human nutrition Hlízy brambor jako významný zdroj antioxidantů v lidské výživě	231
Pavingerová D.:	Využití transgenozy u okrasných rostlin Transgenesis in ornamental plants	284
Zlatanov M., Menkov N.:	Phospholipid and fatty acid composition of tobacco seeds Fosfolipidové a aminokyselinové složení semen tabáku	429
KRÁTKÉ SDĚLENÍ – SHORT COMMUNICATION		
Kanianska R., Dlapa P.:	Pufřující aktivita na kambizemi a podzole vyvolaná kyselinovým stresem Buffer activity in Cambisol and Podzol induced by acid stress	133
Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA – FROM THE SPHERE OF SCIENCE		
Hosnedl V.:	Prof. Ing. Jiří Petr, DrSc., čestným doktorem agronomie Švédské zemědělské univerzity v Uppsale	8
Javůrek M., Badalíková B.:	15. Mezinárodní konference ISTRO	450
Zahradníček J.:	Prof. RNDr. Josef Václav Košťál, DrSc., in memoriam	562
RECENZE – REVIEW		
Gáborčík N.:	A. Hopkins (ed.): Grass – its production and utilization (Trávy – ich produkcia a využitie)	360
Petr J.:	M. Demo, P. Bielek, O. Hronec: Trvalo udržatelný rozvoj	318
Petr J.:	V. Dvořáková-Janů: Lidé a jídlo	318
Vrkoč F.:	J. Mikulka a kol.: Plevelné rostliny polí, luk a zahrad	456

VĚCNÝ REJSTŘÍK

Abiotické stresy	
– netto energie; zrno; ozimá pšenice; odrůdy; vliv stresů	549
Aerační status	
– změny a. s.; nitrifikační aktivita v půdě	385
Agrobacterium	
– transgenoz; okrasné rostliny	284
Aktivita půd	
– antropogenní půdy	
– biologická aktivita	55
– enzymová aktivita; fosfatáza; invertáza; kataláza	55
– horské a podhorské oblasti; jihovýchodní Šumava; ČR	
– biologická aktivita	543
– kambizem; podzol	
– pufrující aktivita; kyselinový stres; Al; nádobový vegetační pokus	133
Albuminy	
– laskavec; semeno; bílkovinné frakce	331
α-chaconin	
– brambory; české a zahraniční odrůdy; syrové hlízy se slupkou a bez slupky; mechanické poškození hlíz	481
α-lipoová kyselina	
– antioxidanty; brambory; hlízy; lidská výživa	231
α-solanin	
– brambory; české a zahraniční odrůdy; syrové hlízy se slupkou a bez slupky; mechanické poškození hlíz	481
Aminokyseliny	
– semena tabáku; bulharské druhy	429
Antioxidanty	
– polyfenoly; kyselina askorbová; karotenoidy; tokoferoly; α-lipoová kyselina; Se; brambory; hlízy	231
Antropogenní půdy	
– biologická aktivita; enzymová aktivita; neporušené půdy; rekultivace půd; respirace půd	55
– půdní agregáty; zranitelnost struktury; destrukční mechanismy; rekultivované výsypky	563
Arbuskulární mykorrhizní houby	
– inokulace; zahradnické substráty; balkonové rostliny; růst; vliv	127
Arsen	
– rhizobia; výskyt; symbióza; hrách; vliv Ni a As	63
Atomová emisní spektrometrie v induktivně vázaném plazmatu (ICP-AES)	
– extrakce půd; Mehlich III	141
Atrazin	
– pesticidy; adsorpce atrazinu; aplikace GIS o půdě; ČR	69
Auxin	
– dormance; posklizňové dozrávání; obilky; sladovnický ječmen; odrůdy	261
Bachorová tekutina	
– plevele; semena; životaschopnost semen; <i>in vitro</i>	515
Balkonové rostliny	
– arbuskulární mykorrhizní houby; <i>Trichoderma harzianum</i> ; růst; vliv	127
Bentonit	
– přídavek b.	
– čistírenské kaly	
– inkubace; sorce Cd; půda; vliv přídávku	1
– příjem Cd a Zn; oves; vliv aplikace	273
– sorce Zn; půda; vliv přídávku	97
BET (Brunauer-Emmet-Teller) model	
– semeno; leguminózy; obalová monovrstva vody; teplota ..	379
Betain	
– cukrovka; srážky; teploty vzduchu; vegetace; závislost obsahu betainu	77
Bílkoviny	
– bílkovinná frakce; semeno; laskavec	331
– obsah bílkovin; drobnozrný bob; inokulace osiva; N hnojení; vliv	361
– zásobní bílkoviny; ozimá pšenice; odrůdy; predikce; technologická jakost; SE-HPLC	213
Biochemické metody	
– zátěže půd; rizikové stopové prvky; hodnocení zátěže	405
Biomasa	
– kvalita b.; lesknice kanárská; odrůdy	471
– půdní mikrobiální biomasa; znečištění půd; těžké kovy	87
– tvorba b.; nesklizené travní porosty; způsoby ošetření	269
Bisabolol	
– silice; heřmánek; vliv Se	123
Bisabolol oxid	
– silice; heřmánek; vliv Se	123
Botanické složení	
– polopřirozené travní porosty; frekvence kosení; vliv; Slovinsko	325
Brambory	
– antioxidanty; hlízy; lidská výživa	231
– české a zahraniční odrůdy; α-solanin; α-chaconin; syrové hlízy se slupkou a bez slupky; mechanické poškození hlíz; ročník; ČR	481
– ekologické pěstování; stolní hodnota; hlízy; stanoviště; odrůda; ročník	487
– hlízy; redukující cukry; podmínky prostředí; ekologické pěstování; odrůdy; ročník; vliv	23
– inhibice klíčení; karvon; kminová silice; skladovací ztráty; způsob aplikace	501
– mechanické poškození; kyvadlový index; stanoviště; odrůda; ročník; citlivost k poškození; různé oblasti ČR	509
– rané brambory	
– hlízy; koncentrace dusičnanů; odrůdy; dávky N; lokality; ročník	17
– kapková závlaha; mikropostřik; sací tlak půdní vody; Granular Matrix Sensor; produkční účinnost závlahové vody; závlahové množství	495
Bulva	
– výnos bulev	
– cukrovka	
– hybridy; genotyp; prostředí; vliv; Chorvatsko	169
– povětrnostní podmínky; odrůda; hnojení; vzdálenost řádků; vliv	371
Bytel metlatý (<i>Kochia scoparia</i> s. l.)	
– rezistence; imazapyry; sulfonylmočoviny	49
Citlivostní analýza	
– jarní ječmen; změna produkčního potenciálu; meteorologické prvky; využití c. a.	423
Cukernatost	
– cukrovka; hybridy; genotyp; prostředí; vliv; Chorvatsko ..	169
Cukrovka	
– betain; srážky; teploty vzduchu; vegetace; hydrotermický koeficient	77
– hybridy; stabilita; korelace; výnos bulev; cukernatost; výtěžnost cukru; Chorvatsko	169

- polní pokusy; foliární hnojení; stran hofčnatý; reakce cukrovky; východní Chorvatsko
147
- výnos buřty; digestce; výnos polářezáčního cukru; povětrnostní podmínky; odrůda; hnojení; Mikrobion;
371
- Cykliny**
– dormance; posklizňové dozrávání; obilky; sladovnícky
261
- půdnlí mikroorganismy; rostliny pohanky; reakce na
527
- Česká republika (ČR)**
– brambory; hlízy; odrůdy; mechanické poškození; citlivost k poškození; různé oblasti ČR
529
- brambory; odrůdy; α-chacomim; α-solanin; Slatní odrůdová kniha; ČR
481
- horský výrobní typ; systémy hnojení; polní plodiny; výnosy; výnosová stabilita
185
- oziřná tepka; hybrid; výnos semene; výnos oleje;
521
- půdnlí travní (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici* a f. sp. *hordei*); rezistence k fungicidům; propiconazol;
fenpropimorph
311
- půdnlí informatická; GIS; aplikace; adsorpce atrazinu
69
- půdnlí informatická; oblasti; jihovýchodní Sumava; ČR
23
- Fe; Al; biologická aktivita půdy; respirační
543
- charakteristika půdy; půdnlí úrodnost; půdnlí reakce
533
- fepka; tepice; historie pěstování
43
- Citřenská káva**
417
- předsetové ošetření půdy; herbicid linuron; reakce
417
- Citřenská káva**
– aplikace kávy; Cd; Ni; španat; oves; kukulice; přístupnost rostlinám; různé typy půdy
555
- půdnlí; horské a podhorské oblasti; jihovýchodní Sumava; ČR
97
- půdnlí; horské a podhorské oblasti; jihovýchodní Sumava; ČR
97
- rizikové prvky; španat; půdy s přídavkem c. k.
9
- vepnutí; přídavek bentonitu; aplikace; příjem Cd a Zn;
oves
273
- Dědivost**
219
- chemické znaky; tabák; typ burley
219
- Dehydrogenáza**
– cykliny; půdnlí mikroorganismy; rostliny pohanky; reakce na cykliny
527
- Desikace**
209
- rychlost d.; trávy; jeteloviny; odrůdy
209
- Destruční mechanismy**
– antrone; půdnlí agregáty; zranitelnost struktury;
rekultivované výsypky
563
- Dibenzo furan (PCDD/F)**
349
- zemědělské půdy; znečištění
371
- Digestce**
– cukrovka; povětrnostní podmínky; odrůda; hnojení;
vzdálenost řádků; vliv
371
- Digitalis sp.**
– digitaloni; modelový biologický účinný saponin; specifické vlastnosti u *Digitalis* sp.; testy *in vitro*
343
- Digitalin**
– modelový biologický účinný saponin; specifické vlastnosti u *Digitalis* sp.; testy *in vitro*
343
- Dormanec**
– obilky; sladovnícky jecmen; odrůdy; povětrnostní podmínky; kyselina absisová; fenolické sloučeniny; cykliny
261
- Draslik**
– frakce a subfrakce K; extrakce; montmorillonit; elektrolitafiltrace
355
- Druhový bob**
361
- hmotnost susiny hlízek; vliv hnojení a hnojení; hnojení; obsah N; hnojení; výnos zrna; obsah bílkovin; hmotnost susiny hlízek; vliv hnojení a hnojení
361
- Druhová diverzita**
– nívní louky; trvalé travní porosty
199
- Druhová pestrost**
– nívní louky; trvalé travní porosty
199
- Dusťaný**
– brambory; hlízy; koncentrace dusťanů
17
- Dusík**
– labilní formy N; půda; inkubační testy; korelace;
N hnojiva; vliv hnojení
29
- N_{min} v půdě; tepny chrást; zaorávka; jarní jecmen; listy; oziřná pšenice; obsah N; různé genotypy a hnojení
237
- vliv zaorávky
443
- Dusíkaté látky**
– jilek vytrvalý; rhizosféra; zvýšená koncentrace CO₂; zvýšená teplota; vliv
397
- laskavec; semeno; bílkovinné frakce
331
- Dynamické modely**
– nívní louky; trvalé travní porosty; druhová pestrost
199
- Ekologické pěstování**
23
- brambory; stolní hodnota hlízy; stanoviště; odrůda;
ročník; vliv
487
- Elektroréza**
– gliadinové markery; zimovzdornost; oziřná pšenice; odrůdy
245
- vysokomolekulární gliuteninové podjednotky;
pšenice špald; odrůdy
255
- Elektroutrátili frakce**
355
- frakce a subfrakce K; extrakce; montmorillonit
355
- Endosperm**
– zmo; oziřná pšenice; odrůdy; potravinářská jakost; predikce; SE-HPLC analýza
213
- Enzymová aktivita**
– zvýšená koncentrace CO₂; zvýšená teplota; rhizosféra; jilek vytrvalý
397
- Estery fenolkarboxylových kyselin**
177
- travní porost; hnojení N; obnova porostu; změny obsahu
177
- Extrakce půdy**
– Mehlich III; metoda ICP-AES
141
- Fenolické sloučeniny**
– dormance; posklizňové dozrávání; obilky; sladovnícky jecmen; odrůdy
261
- Fenpropimorph**
– půdnlí travní (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici* a f. sp. *hordei*); rezistence k fungicidům; ČR
311
- Fosfatáza**
– antrone; půdnlí biologická aktivita
55
- cykliny; půdnlí mikroorganismy; rostliny pohanky; reakce na cykliny
527
- Fosfolipidy**
429
- semena tabáku; bulharské drůhy
429
- Fotosyntetické pigmenty**
interakce
337
- hotiče bílá; semenáčky; slopové kovy; kombinace kovů; interakce
337
- Frekvence kosení**
– polifitocenové travní porosty; botanické složení; výnos; vliv f. k.
325
- Fungicidy**
– *Blumeria graminis*; rezistence k fungicidům; propiconazol; fenpropimorph; ČR
311

- fungiční biologicky aktivní přírodní látky; testovací metoda 443
- páří travní; ozimá pšenice; odrůdy; odolnost; redukované dávký 303
- Fyzikální vlastnosti půdy**
- zpracování půdy; kultura na zrna; ozimá pšenice; výnos; vliv fyzikálních vlastností; jižní Morava 113
- Genotyp**
- ozimá pšenice; listy; obsah chlorofylu a N; rozdílné genotypy 237
- pohanka setá; výnosové prvky; struktura; vliv genotypu 225
- potravářská pšenice; výnos zrna; potravářská jakost; vliv genotypu 159
- Geografický informační systém (GIS)**
- půdy; pesticidy; adsorpce atrazinu; aplikace GIS o půdě; ČR 69
- Gibbereliny**
- dormance; posklizňové dozrávání; obilky; sladovnický ječmen; odrůdy 261
- Gladinové markery**
- zimovzdornost; predikce; ozimá pšenice; odrůdy; elektrofórez 245
- Globuliny**
- táskavec; semeno; bilkovině frakce 331
- Gluteliny**
- táskavec; semeno; bilkovině frakce 331
- Granular Matrix Sensor**
- sací tlak půdní vody; měření; doplnková závlaha; rané brambory 495
- Hendrixův index**
- biologická aktivita půdy; horské a podhorské oblasti; jihovýchodní Sumava; ČR 543
- Herbicidy**
- linum; předsetevé ošetření půdy; čirok; půdní mykofóra; reakce 417
- Herbánek [*Chomomilla recutita* (L.) Rausch]**
- výnos; kvalita; Se; vliv Se 123
- výnosové prvky; sklizňový index; výnos květů; korálce 93
- Heteroze**
- chemické znaky; tabák; typ burley 219
- Hinitik**
- biologická aktivita půdy; horské a podhorské oblasti; jihovýchodní Sumava; ČR 543
- puřňující aktivita; kambizem; podzol; kyselinyový stres 133
- Hliza**
- brambory 231
- antioxidydaný; lidská výživa 231
- dusičnany; odrůdy; dávky N; lokality; roky 17
- odráž; α-chaconin; α-solanin; syrové hlizy se slupkou a bez slupky; mechanické poškozování hliz; Státní odrůdová kniha ČR 481
- redukující cukry; podminky prosetí; ekologické pěstování; odrůdy; ročník; vliv 23
- stolní hodnota; odrůda; sanovisité; ročník; ekologické podmínky pěstování; vliv 487
- Hmotnost tisíc semen**
- pohanka setá; genotypy; rozdílná agrotechnika; vliv 225
- Hnojení**
- dusík 237
- brambory; rané brambory; hlizy; dusičnany; dávky N; vliv 17
- drobnozrný bob; výnos zrna; obsah bílkovin; hmotnost vsušiny hlizek; účinnost hnojení 361
- Chlorofyl**
- listy; ozimá pšenice; obsah ch. (SPAD); různé genotypy a hnojení 237
- Chlévský hnůj**
- plevel; semena; zivotoschopnost semen; zrání chlévského hnoje; vliv 515
- Chemické znaky**
- dedivost; heteroze; inbřidink; kombinální schopnost; tabák; typ burley 219
- Chamazulen**
- silice; heřmánek; vliv Se 123
- Hydratermičtý koeficient (K_p)**
- betain; cukrovka; závislost obsahu betainu na K_p 77
- Hybridy**
- cukrovka; agronomické znaky; stabilita 169
- olej; ČR 521
- ozimá řepka; výnos semen; výnos oleje; obsah 199
- Humus**
- půdy; horské a podhorské oblasti; jihovýchodní Sumava; ČR 533
- půdy; horské a podhorské oblasti; vliv hnojení 371
- Humát draselný**
- cukrovka; výnos bulve; digestce; výnos polarizačního cukru; vliv hnojení 371
- Hůžba**
- rhizobia; výskyt; symbioza; vliv N1 a As 63
- Houby**
- digitonin; toxický efekt; biozkuškový 343
- východní Chorvatsko 147
- Hotčik**
- stran horečnatý; foliární hnojení; cukrovka; reakce; vliv hnojení 147
- semačnický; fotosyntetické pigmenty; stopové kovy Cu, Ni, Mo, Mn, V; kombinace kovů; interakce 337
- Horčice bílá (*Sinapis alba*)**
- pořadí ploidny; výnosy; výnosová stabilita; systémy hnojení; ČR 85
- Horský výrobní typ**
- index; jihovýchodní Sumava; ČR 543
- biologická aktivita půdy; Fe; Al; respirace; Hendrixův index; Sumava; ČR 533
- agrochemická charakteristika; půdní úrodnost; půdní reakce; půdní organická hmota; humus; jihovýchodní Sumava; ČR 533
- Horské a podhorské oblasti**
- statková h.; pořadí ploidny; výnosy; horský výrobní typ; ČR 185
- statková h.; pořadí ploidny; výnosy; horský výrobní typ; ČR 185
- průmyslová h.; pořadí ploidny; výnosy; horský výrobní typ; ČR 185
- chlévký hnůj; semena plevelů; zivotoschopnost 515
- dusíkatá h.; tabulní formy S a N; půda; vliv hnojení 29
- divselh h.; stránová d. h.; chloridová d. h.; kluce Ca; půda; vliv hnojení 37
- Hnojiva**
- systémy hnojení; průmyslová hnojiva; statková hnojiva; pořadí ploidny; výnosy; horský výrobní typ; ČR 185
- varianty hnojení; jarní ječmen; výnos; vliv 297
- hotčik 177
- cukrovka; foliární Mg; stran horečnatý; reakce; východní Chorvatsko 147
- travní porost; ligan; estery tenokarboxylových kyselin; změny obsahu; vliv hnojení 177
- růst; výnos zrna; vliv hnojení 237
- listy; SPAD; obsah N; vliv hnojení 237
- ozimá pšenice 397
- aktivita; vliv hnojení 397
- jilek vyráběly; rhizosféra; mikrobiální a enzymová aktivita; index nitrifikace 443
- jarní ječmen; dynamika N_{min} v půdě; index nitrifikace 443

Chlorované a ropné uhlovodíky	
– PCE; TCE; DCE; NEL; podzemní vody; půdy; kvalita; vliv uhlovodíků	119
Chmel (<i>Humulus lupulus</i> L.)	
– výnos a jakost; regulátory růstu; krevní hydrolyzát Synergín; vliv	367
– zavlažované a nezavlažované rostliny; akumulace netto energie	465
– zavlažování chmele; kapková závlaha; mikropostřik; výnos chmele	457
Chmelová hlávka	
– výnos a jakost; regulátory růstu; krevní hydrolyzát Synergín; vliv	367
Chorvatsko	
– cukrovka	
– foliární hnojení; síran hořečnatý; polní pokusy; východní Chorvatsko	147
– hybridy; agronomické znaky; stabilita	169
Imazapyr	
– rezistence; bytel metlatý	49
Inbrídrink	
– chemické znaky; tabák; typ burley	219
Inhibitory	
– chemické látky; inhibiční účinek na nitrifikaci	385
– kmínová silice; inhibice klíčení; brambory	501
Inkubační testy	
– půda; labilní formy S a N; N hnojiva; vliv hnojiv	29
– znečištění půd; těžké kovy; inkubace půd s glukózou	87
Inokulace	
– biopreparát; hlízotvorné bakterie; <i>Rhizobium leguminosarum</i> bv. <i>phaseoli</i> ; drobnozrný bob; kvalita a výnos; účinnost inokulace	361
– zahradnické substráty; arbuskulární mykorrhizní houby; <i>Trichoderma harzianum</i> ; balkonové rostliny; růst	127
Interakce	
– pěstitelské faktory; jarní ječmen; výnos; vliv faktorů	297
– stopové kovy; fotosyntetické pigmenty; semenačky; hořčice bílá	337
Invertáza	
– antropogenní půdy; biologická aktivita	55
In vitro	
– digitonin; testace; fungicidní vlastnosti; přírodní látky; srovnání s pesticidy	343
– <i>Rhododendron</i> ; květní pupeny; schopnost propagace	281
– semena plevelů; životaschopnost; bachorová tekutina; pepsin; chlěvský hnůj	515
Jalovice	
– kontinuální pastva; travní porosty; charakteristiky porostu	107
Ječmen	
– dvouřadý ozimý j.; nalévání zrna; výnos; korelace	81
– jarní ječmen	
– N_{min} v půdě; řepný chrást; zaorávka; vliv na obsah N_{min}	443
– produkční potenciál; růstový model; změna klimatu; citlivostní analýza	423
– výnos; půdní typ; zpracování půdy; hnojení; interakce; pěstitelské faktory; vliv	297
– odrůdy; zimovzdornost; mrazuvzdornost; letální teplota; obsah vody; osmotický potenciál; kyselina abscisová	193
– sladovnický ječmen (<i>Hordeum vulgare</i> L.)	
– obilky; dormance; posklizňové dozrávání; odrůdy; povětrnostní podmínky	261
– škrobová zrna; distribuce velikosti; metoda LALLS	433
Jeteloviny	
– zavádání; sušení; rychlost desikace; odrůdy	209
Jílek vytrvalý (<i>Lolium perenne</i> L.)	
– zvýšená koncentrace CO_2 ; zvýšená teplota; hnojení N; rhizosféra; C a N látky; mikrobiální a enzymová aktivita; počty bakterií	397
Kadmium	
– čistírenské kaly; aplikace; špenát; oves; kukuřice; přístupnost rostlinám; různé typy půd	555
– příjem Cd; ošetřené čistírenské kaly; vápence; bentonit; aplikace kalů; oves	273
– sorpce Cd v půdách; bentonit; čistírenské kaly; aerobní a anaerobní podmínky; extrakční činidla	1
– těžké kovy; půdní parametry; korelace a regrese; sekvenční analýza; SR	289
Kambizem	
– pufrující aktivita; kyselinový stres; vliv	133
Kapková závlaha	
– doplňková závlaha; rané brambory; sací tlak půdní vody; Granular Matrix Sensor; účinnost závlahové vody	495
– zavlažování chmele; využití; výnos chmele; účinnost závlahové vody	457
Karotenoidy	
– antioxidanty; brambory; hlízy; lidská výživa	231
Karvon	
– kmínová silice; inhibice klíčení; brambory	501
Karwinskia humboldtiana	
– peroxizomicin A_1 ; vegetativní orgány; stanovení; HPLC	477
Karwinskia parvifolia	
– peroxizomicin A_1 ; vegetativní orgány; stanovení; HPLC	477
Kataláza	
– antropogenní půdy; biologická aktivita	55
Klíčení	
– inhibice klíčení; brambory; karvon; kmínová silice; skladovací ztráty	501
– posklizňové dozrávání; obilky; sladovnický ječmen; odrůdy	261
Kmínová silice	
– karvon; brambory; inhibice klíčení; způsob aplikace	501
Kombinační schopnost	
– chemické znaky; tabák; typ burley	219
Komposty	
– čistírenské kaly; sorpce Zn; půda; vliv kompostů	97
Krevní hydrolyzát Synergín	
– chmelová hlávka; výnos a jakost; vliv Synergínu	367
Kukuřice	
– čistírenské kaly; aplikace; Cd; Ni; přístupnost rostlinám; různé typy půd	555
– kukuřice na zrno; výnos; zpracování půdy; předplodina; jižní Morava; vliv zpracování půdy	113
Květenství	
– pohanka setá; odrůdy; genotyp; agrotechnika; vliv	225
Květní pupeny	
– rododendron; schopnost propagace; <i>in vitro</i>	281
Květy	
– pohanka setá; odrůdy; počet květů; genotyp; agrotechnika; vliv	225
Kyselina abscisová	
– dormance; posklizňové dozrávání; obilky; sladovnický ječmen; odrůdy	261
– zimovzdornost; mrazuvzdornost; ječmen; odrůdy	193
Kyselina askorbová	
– antioxidanty; brambory; hlízy; lidská výživa	231
Kyselinový stres	
– pufrující aktivita; kambizem; podzol; nádobový vegetační pokus	133

- Kvadiolový index**
 – brambory; hlízy; odrůda; mechanické poškození; citlivost k poškození; různé oblasti ČR 509
- Laskavec (*Amaranthus* sp.)**
 – semeno; bílkovinné frakce; albuminy; globuliny; proteiny; glycoliny 331
- Leguminózy**
 – semeno; obalová monovstava vody; BET model; rovnovážný obsah vody 379
- Lesknice kanárská (*Phalaris canariensis* L.)**
 – odrůdy; zhodnocení výnosů; zelená hmota; seno; semeno; kvalitní biomasy 471
- Letální teplota**
 – zimovzdornost; mrazuvzdornost; jčmen; odrůdy 193
- Lignin**
 – travní porost; hnojení N; obnova porostu; zrněný obsah N 177
- Linuron**
 – herbicidy; předsevňové ošetření půdy; širok; pádní mykoflora; reakce 417
- Lisť**
 – ozima pšenice; obsah chlorofylu a N; různé genotypy a hnojení 237
- Mangan**
 – stopové kovy; interakce; fotosyntetické pigmenty; semeněčky; hořčice bílá 337
- Marginalní analýza**
 – nívní louky; trvalé travní porosty; druhová pestrost 199
- Mastné kyseliny**
 – semena tabáku; bulharské druhy 429
- Micr**
 – stopové kovy; interakce; fotosyntetické pigmenty; semeněčky; hořčice bílá 337
- Mikrobiální analýza**
 – těžké kovy; pádní parametry; korelace a regrese; sekvenční analýza; SR 289
- Mehlich III**
 – extrakce půdy; metoda ICP-AES 141
- Mechanické poškození**
 – brambory; hlízy; odrůda
 – α-chalconin; α-solanin; poměr obsahu kvadiolový index; citlivost k poškození; různé oblasti ČR 509
- Metoda LALIS (Low Angle Laser Light Scattering)**
 – distribuce velikosti; škrobová zrna; sádovnický jčmen 433
- Mikrobiální aktivita**
 – páda; eluce Ca z půdy; typy K hnojiv; závislost eluce CO₂; zvýšená teplota; rhizosféra; jčlek vytváří 397
- Mikrobiologické metody**
 – zážžek půdy; rizikové stopové prvky; hodnocení zážžek 405
- Mikrobion**
 – cukrovka; výnos bulve; digestce; výnos polarizačního cukru; vliv hnojení 37
- Mikroposrťik**
 – doplňková závlaha; rané brambory; sací tlak pádní vody; Granular Matrix Sensor; účinnost závlahové vody 495
- Mikropopagače**
 – závlahové vody 457
- Mineralizace**
 – *in vitro*; pododětron; květní pupeny 281
- Modely pro integrovanou ochranu**
 – m. organických látek; nitrifikace v půdě 385
- padlí travní; ozima pšenice; odrůdy; odolnost; využití 303**
- Molybden**
 – stopové kovy; interakce; fotosyntetické pigmenty; semeněčky; hořčice bílá 337
- Montorillonit**
 – frakce a subfrakce K; extrakce; elektrolitafiltrace 355
- Mrazuvzdornost**
 – jčmen; odrůdy; letální teplota; obsah vody; osmotický potenciál; kyselina abscisová 193
- Netto energie**
 – abiotické stresy; obilky; ozima pšenice; odrůdy; zavlažované a nezavlažované rostliny; chmel 465
- Nikl**
 – čistírenské kalý; aplikace; špenát; oves; kukurice; přístupnost rostlinám; různé typy půdy 555
- rizobiaz; výskyt; symbioza; hrách; vliv Ni a As 63**
- stopové kovy; interakce; fotosyntetické pigmenty; semeněčky; hořčice bílá 337**
- Nitrifikace v půdě – terminologie a metodologie**
 – autorotní n.; heterotrofní n.; mineralizace; aeracní status; pH; inhibitory 385
- Nívní louky**
 – druhová pestrost; dynamika d. p. 199
- Obalová monovstava vody (MMC)**
 – semeno; leguminózy; BET model; teplota 379
- Obilky**
 – sádovnický jčmen; odrůdy; dormance; posklizňové dozrávání 261
- Obiliny**
 – abiotické stresy 549
- čistírenské kalý 273, 555**
- dormance 261**
- gliadinové markery 245**
- hnojení 237, 297, 451**
- jčmen 81, 193, 261, 297, 423, 433, 443**
- kukurice 113**
- lisť 237**
- mrazuvzdornost 193, 245**
- N_{min} v půdě 443**
- netto energie 549**
- obilky 549**
- odrůdy 153, 159, 193, 213, 237, 245, 255, 303, 549**
- oves 509**
- padlí travní 303**
- pestícká opatření 159, 297**
- posklizňové dozrávání 261**
- potravní sádka jčkosti 159, 213**
- produkční potenciál 423**
- předpřipína 113, 451**
- příjem Cd a Ni 555**
- příjem Cd a Zn 237**
- pšenice 113, 153, 159, 193, 213, 237, 245, 255, 303, 437, 451, 549**
- rás 451**
- SPAD 237**
- škrobová zrna 433**
- výnos 81, 113, 153, 159, 297, 437, 451, 481**
- vysokomolekulární gliuteninové podjednotky 255**
- zaořávká tepného črastu 443**
- zpračování půdy 113, 297, 437**
- zrno 81**
- Obsah vody**
 – zimovzdornost; mrazuvzdornost; jčmen; odrůdy 193
- Odrůdy**
 – brambory
 – české odrůdy; zahraniční odrůdy; hlízy; α-chalconin; 481
- hlízy; redukující cukry; vliv odrůd 23**

– hlízy; stolní hodnota; ekologické pěstování; vliv	487
– mechanické poškození; kyvadlový index; citlivost k poškození; různé oblasti ČR	509
– rané b.; hlízy; dusičnany; vliv odrůd	17
– cukrovka	
– výnos bulev; digesce; výnos polarizačního cukru; vliv odrůd	371
– ječmen	
– sladovnícký j.; obilky; dormance; posklizňové dozrávání	261
– zimovzdornost; mrazuvzdornost; ukazatele	193
– lesknice kanárská	
– odrůdy světového sortimentu; výnosy – zelená hmota, seno, semeno	471
– pícniny	
– zavádání; sušení; rychlost desikace; odrůdové rozdíly	209
– pohanka setá	
– výnos; výnosové prvky; genotyp; agrotechnika	225
– pšenice	
– ozimá pšenice	
– abiotické stresy; netto energie; obilky	549
– evropské krajové a staré odrůdy; výnosová stabilita; reakce na prostředí	153
– listy; SPAD; obsah N; hnojení; vliv	237
– mrazuvzdornost; predikce; gliadinové markery	245
– odolnost odrůd; padlí travní; fungicidy	303
– výnos zrna; potravinářská jakost; vliv odrůdy	159
– zásobní bílkoviny; SE-HPCL analýza; potravinářská jakost; predikce	213
– pšenice špalda; ozimé formy odrůd; vysokomolekulární gluteninové podjednotky; relativní zastoupení	255
Okrasné rostliny	
– transgenozé; <i>Agrobacterium</i> ; chalkosyntáza; antokyany ..	284
Olovo	
– těžké kovy; půdní parametry; korelace a regrese; sekvenční analýza; SR	289
Osevní sled	
– zpracování půdy; kukuřice na zrno; ozimá pšenice; výnosy; jižní Morava	113
Osmotický potenciál	
– zimovzdornost; mrazuvzdornost; ječmen; odrůdy	193
Oves	
– čistírenské kaly; aplikace; Cd; Ni; přístupnost rostlinám; různé typy půd	555
– příjem Cd a Zn; ošetřené čistírenské kaly; vápenc; bentonit; aplikace	273
Oxid uhličitý	
– půda; eluce Ca; parciální tlak CO ₂ ; závislost	37
– zvýšená koncentrace CO ₂ ; rhizosféra; jilek vytrvalý; vliv 397	
Padlí travní	
– <i>Blumeria graminis</i> f. sp. <i>hordei</i> ; rezistence k fungicidům; propiconazol; fenpropimorph; ČR	311
– <i>Blumeria graminis</i> f. sp. <i>tritici</i> ; ozimá pšenice; odrůdy; odolnost; fungicidy; modely pro integrovanou ochranu	303
Pastva	
– kontinuální p.; travní porosty; charakteristiky porostu; jalovice	107
Pedotransferové funkce	
– půdy; pesticidy; adsorpce atrazinu; aplikace GIS o půdě; ČR 69	
Pepsin	
– plevele; semena; životaschopnost semen; <i>in vitro</i>	515
Peroxizomicin A₁	
– vegetativní orgány; <i>Karwinskia humboldtiana</i> ; <i>Karwinskia parvifolia</i> ; stanovení; HPLC	477
Pesticidy	
– pedotransferové funkce; aplikace GIS o půdě; adsorpce atrazinu; ČR	69
– účinné látky; primiphos-methyl; flutriafol; propiconazol; carbendazim; testace pesticidů	343
Pěstitelská opatření	
– ozimá pšenice; výnos zrna; potravinářská jakost; vliv	159
– jarní ječmen; výnos zrna; vliv	297
pH	
– antropogenní půdy; biologická aktivita	55
– čistírenské kaly; půda; Zn; vápnění; bentonit; komposty	97
– nitrifikace v půdě; kontrolní a regulační faktory	385
Pícniny	
– trávy; jeteloviny; zavádání; sušení; rychlost desikace; odrůdy	209
Podzemní vody	
– kvalita; staré zátěže; chlorované a ropné uhlovodíky; těžké kovy; vliv	119
Podzol	
– pufrující aktivita; kyselinový stres; vliv	133
Pohanka setá (<i>Fagopyrum vulgare</i> L.)	
– cytokininy; půdní mikroorganismy; výnos pohanky; reakce mikroorganismů	527
– odrůdy; výnos; květenství; počet květů; počet semen; hmotnost tisíce semen; genotyp; agrotechnika; vliv	225
Polyfenoly	
– antioxidanty; brambory; hlízy; lidská výživa	231
Polychlorované bifenylly (PCB)	
– zemědělské půdy; znečištění	349
Polychlorované dibenzo-p-dioxiny (PCDD)	
– zemědělské půdy; znečištění	349
Posklizňové dozrávání	
– obilky; sladovnícký ječmen; odrůdy; klíčení; povětrnostní podmínky; kyselina abscisová	261
Potenciální zaplevelení	
– systémy hospodaření; ekologické; integrované; obdělávání půdy	319
Potravinářská jakost	
– ozimá pšenice; odrůda	
– pěstitelské opatření; vliv	159
– predikce p. j.; SE-HPLC analýza; zásobní bílkoviny; prolaminy; endosperm; zrno	213
Povětrnostní podmínky	
– cukrovka; výnos bulev; digesce; výnos polarizačního cukru; vliv	371
Produkční potenciál	
– jarní ječmen; změna potenciálu; růstový model CERES-Barley	423
Prolaminy	
– laskavec; semeno; bílkovinné frakce	331
– zásobní bílkoviny; SE-HPLC analýza; potravinářská jakost; predikce; ozimá pšenice; odrůdy	213
Propiconazol	
– padlí travní (<i>Blumeria graminis</i> f. sp. <i>tritici</i> a f. sp. <i>hordei</i>); rezistence k fungicidům; ČR	311
Předplodina	
– ozimá pšenice; růst; výnos zrna; vliv p.	451
– zpracování půdy; kukuřice na zrno; ozimá pšenice; výnos; vliv zpracování půdy; jižní Morava	113
Předset'ové ošetření půdy	
– herbicid linuron; čirok; půdní mykoflóra; reakce	417
Přísev	
– travní porosty; kontinuální pastva; jalovice; charakteristiky porostu	107
Pšenice	
– ozimá pšenice (<i>Triticum aestivum</i> L.)	
– abiotické stresy; odrůdy; netto energie; zrno; vliv stresů ..	549
– evropské krajové a staré odrůdy; produktivita; výnosová stabilita; reakce na prostředí	153

- lisý; SPAD; obsah N; různé genotypy a hnojení; 237
 – odrůdy; odolnost k padli tvařinám; fungicidy; modely pro integrovanou ochranu 303
 – odrůdy; vyzimování; zimovzdornost; predikce; gladiolové makrety; elektroforéza 245
 – výnos zrna
 – potravníatská jákosti; odrůdy; pěstitelská opatření 159
 – předplodina; termín seti; dávka N 451
 – různé zpracování půdy; vliv 437
 – různé zpracování půdy; předplodina; jižní Morava; vliv 113
 – zásobní bílkoviny; prolaminy; SE-HPLC analýza; 213
 – pšenice špalda; ozimé odrůdy; vysokomolekulární gluteninové podjednotky; elektroforéza 255
Půda
 – aktivita půd 55, 133, 543
 – antropogenní půdy 55, 563
 – cluce Ca 37
 – extrakce půd 141
 – fyzikální vlastnosti půdy 113
 – neporusené půdy 55
 – nitrifikace v půdě 385, 443
 – pesticidy v půdách 69, 343
 – předsetevé ošetření 417
 – půdní agregáty 563
 – půdní mikroflóra 55
 – půdní mikroorganismy 405, 527
 – půdní mykoflóra 417
 – půdní organická hmota 37, 533
 – půdní reakce 533
 – půdní typy 133, 289, 297, 555
 – rizikové stopové prvky; zážeh půd; hodnocení; mikrobiologické a biochemické metody 405
 – špenát; přístupnost v půdě; přidávka čistírenských kalů 9
 – resprace půd 55, 87, 543
 – S; N; N hnojiva 29
 – těžké kovy 87, 119, 289, 337
 – vápnění 97, 273
 – zaplavení 319
 – znečištění půd 87, 119, 349, 405
 – zpracování půdy 113, 297, 319, 437
Půdní agregáty
 – anizotropie; zranitelnost struktury; destrukční mechanismy; rekulitované výspyky 563
Půdní mikroflóra
 – antropogenní půdy; rekulitace; C biomassy půdní mikroflóry 55
Půdní mikroorganismy
 – cyklotiminy; reakce mikroorganismů; počet mikroorganismů 527
 – zážeh půd; rizikové stopové prvky; odezvy mikroorganismů 405
Půdní mykoflóra
 – předsetevé ošetření půdy; herbicid linuron; reakce 417
Půdní organická hmota
 – cluce Ca; typy K hnojiv; dávka hnojiva; vliv 37
 – půdy; horské a podhorské oblasti; jihovýchodní Šumava; ČR 533
Půdní reakce
 – půdy; horské a podhorské oblasti; jihovýchodní Šumava; ČR 533
Půdní respirace
 – bazální respirace; potenciální respirace; antropogenní půdy 55
 – horské a podhorské oblasti; Fe; Al; biologická aktivita půdy; jihovýchodní Šumava; ČR 543
 – znečištění půd; těžké kovy; inkubační testy 87
Půdní typ
 – jarní ječmen; výnos; vliv p. l. 297
 – kambizem; podzol; puťující aktivita; kyselinný stes 133
 – vlastnost u *Digitalis* sp.; testy *in vitro* 343
Saponiny
 – digitonin; modelový biologický účinný saponin; specifické 343
Raportní
 – různé půdní typy; čistírenské kalý; aplikace; Cd; Ni; špenát; oves; kukurice; přístupnost rostlinám 555
 – těžké kovy; vazby v půdě; přístupnost r. k.; SR 289
Půdní úrodnost
 – půdy; horské a podhorské oblasti; jihovýchodní Šumava; ČR 533
Redukující cukry
 – brambory; hlízy; podmiňky prostředí; ekologické 23
 – předávání; odrůdy; ročník 23
Regulátory růstu
 – krevní hydrolyzát Synergim; výnos a kvalita chmele; vliv Synergimu 367
Rekulitace půd
 – antropogenní půdy; biologická aktivita; půdní mikroflóra; obsah C_{org}; C biomassy půdní mikroflóry 55
Rezistence
 – imazapyr; sulfonylmočoviny; byteli metlaty 49
Rhizobia
 – nativní r.; výskyt; symbióza; hrách; vliv Ni a As 63
Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli
 – biopreparát; hlízkoformě bakterie; inoculace osiva; drobnoporný bob; kvalita a výnos; účinnost inoculace 361
Rhizosféra
 – jílka vytvářaly; zvýšená koncentrace CO₂; zvýšená teplota; vliv 397
Rhododendron
 – schopnost propagace; *in vitro*; květní pupeny 281
Rizikové prvky
 – rizikové stopové prvky; zážeh půd; hodnocení; mikrobiologické a biochemické metody 405
 – špenát; přístupnost v půdě; přidávka čistírenských kalů 9
Ročník
 – jarní ječmen; výnos 297
 – rane brambory; hlízy; koncentrace nitrátů 17
 – brambory; hlízy 481
 – α-chaconin; α-solanin 509
 – mechanické poškození; citlivost k poškození 23
 – stoiní hodnota hlíz 487
Rovnovážný obsah vody
 – semeno; leguminózy; gravimetrická statická metoda; teplota 379
Růst
 – ozimá pšenice; předplodina; termín seti; dávka N; vliv 451
Růstový model CERES-Barley
 – jarní ječmen; změna produkčního potenciálu; využití r. modelu 423
Saponin
 – digitonin; modelový biologický účinný saponin; specifické 343
Saponiny
 – digitonin; modelový biologický účinný saponin; specifické 343
 – vlastnost u *Digitalis* sp.; testy *in vitro* 343

- SE-HPLC analýza**
 - proteinové bílkoviny; endosperm; zrno; ozima pšenice; odřady; potravinářská jakost; predikce 213
- Skvělní analýza**
 - těžké kovy; půdní parametry; korelace a regrese; SR 289
- Selen**
 - antioxidanty; brambory; hlízy; kvalitativní; vliv Se 231
 - hermanněk; výnos; kvalita; vliv Se 123
- Semenáčka**
 - hořčice bílá; stopové kovy; kombinace kovů; interakce; fotosyntetické pigmenty 337
 - laskavec; bílkovinné frakce; albuminy; globuliny; prolaminy; gluteliny 331
- Semeno**
 - laskavec; bilkovinné frakce; albuminy; globuliny; prolaminy; gluteliny 331
 - leguminózy; obalová monovrstva vody; BET model; rovnovážný obsah vody; výnos semene 379
 - lesknice kanárská; odřady; výnos semene 471
 - ozima žerůvka; hybridy; výnos semene; CR 521
 - pševce; žívnatost; počet semen; bachorová tekutina; pepsin; chleviský hnůj; *in vitro* 515
 - pohanka setá; odřady; počet semen; genotyp; agrotechnika; vliv 225
- Seno**
 - lesknice kanárská; odřady; výnosy 471
 - SGA, 481
 - brambory; odřady; syrové hlízy se slupkou a bez slupky; mechanické poškození hlíz 481
- Sitra**
 - labilní formy; S; půda; inkubační testy; korelace; N hnojiva; vliv hnojiv 29
 - foliární hnojení; cukrovka; reakce; východní Chorvatsko 147
- Skřížový index**
 - výnosové poměry; výnos květů; korelace; hermanněk 93
- Slovenská republika (SR)**
 - půdní typy; těžké kovy Cd, Pb, Cu, Zn; vazby v půdě; přístupnost těžkých kovů 289
 - tepka; tepice; historie pěstování 43
- Slovensko**
 - podírkované travní porosty; botanické složení; výnos; hnojení N; obnova porostu; lignin; estery fenolkarboxylových kyselin; stravitelnost organické hmoty 177
 - neškližené l. p.; tvorba biomasy; způsoby ošetření 269
 - botanické složení; výnos; frekvence kosení; vliv; Slovinsko 325
- Srážky**
 - betanin; cukrovka; vegetace; závislost obsahu betainu 77
- Stanoviště**
 - brambory; hlízy 17
 - koncentrace nitrátů; vliv stanoviště 17
 - mechanické poškození; citlivost k poškození; vliv stanoviště; ČR 509
 - stoiní hodnota; ekologické pěstování; vliv podmínek pěstování 487
- Staré zářežky**
 - podzemní vody; půdy; kvalita; vliv zářeží 119
- Stoiní hodnota**
 - brambory; hlízy; ekologické podmínky pěstování; vliv 487
- Stravitelnost organické hmoty sušiny**
 - travní porost; hnojení N; obnova porostu; vliv 177
- Sulfonilmočoviny**
 - rezistence; byteli metaly 49
- Sušlina**
 - hmotnost sušiny hlízec; drobnozrnny bob; inkulace; N hnojení; vliv 361
- Systemy hospodářství**
 - ekologické; integrované; potenciální zaplevelení; vývoj; zpracování půdy; vliv 319
- Škřobová zrna**
 - jedčmen 433
 - čistrenské kaly; aplikace; Cd; Ni; přístupnost rostlinám; různé typy pūd 555
 - rizikové prvky; přístupnost v půdě; přídavek čistrenských kalů 9
- Spent**
 - čistrenské kaly; aplikace; Cd; Ni; přístupnost rostlinám; různé typy pūd 555
 - rizikové prvky; přístupnost v půdě; přídavek čistrenských kalů 9
- Tabák (*Nicotiana tabacum* L.)**
 - semena l.; buňharské druhy; fosfolipidy; aminokyseliny; mastné kyseliny 429
 - typ burley; dědivost; heteroz; inbřidink; kombinací schopnosti; chemické znaky 219
- Teplota vzduchu**
 - betanin; cukrovka; vegetace; závislost obsahu betainu 77
 - leguminózy; semena; rovnovážný obsah vody; vliv 379
 - teploty 379
 - rhizosféra; hlíček vytrvaly; zvýšená teplota; vliv 397
- Termin seti**
 - ozima pšenice; růst; výnos; vliv 451
- Těžké kovy**
 - Cd; Pb; Cu; Zn; vazby v půdě; přístupnost; sekvenční analýza; SR 289
 - Cu; Mo; Ni; Mn; V; kombinace kovů; fotosyntetické pigmenty; semenáčky; hořčice bílá 337
 - podzemní vody; půdy; kvalita; vliv l. k 119
- Toxicita**
 - digitoin; fungitoxické účinky; testace hub 343
- Transgenoz**
 - aplikace; okrasné rostliny; *Agrobacterium* 284
- Travní porosty**
 - hnojení N; obnova porostu; lignin; estery fenolkarboxylových kyselin; stravitelnost organické hmoty 177
 - neškližené l. p.; tvorba biomasy; způsoby ošetření 269
 - botanické složení; výnos; frekvence kosení; vliv; Slovinsko 325
- Trifolium**
 - přístev; kontinuální pastva; jalovice; charakteristiky 107
 - trvale l. p.; nivní louky; druhová pestrost; druhová diverzita; dynamické modely; marginální analýza 199
- Trávky**
 - zavádění; sušení; rychlost desikace; odřady 209
- Trichoderma harzianum**
 - inkulace; zahradnické substráty; balikonové rostliny; růst; vliv 127
- Uhlík**
 - hlíček vytrvaly; rhizosféra; zvýšená koncentrace CO₂; zvýšená teplota; vliv 397
 - obsah C_{org}; C biomasy půdní mikroflóry; antropogenní půdy 55
- Ureaza**
 - cytolitiny; půdní mikroorganismy; rostliny pohanky; reakce na cytolitiny 527
- Vanad**
 - stopové kovy; interakce; fotosyntetické pigmenty; semenáčky; hořčice bílá 337

SUBJECT INDEX

- Abiotic stresses**
 – net energy; grain; winter wheat; varieties; effect of stresses 549
- Abscisic acid**
 – dormancy; post-harvest maturation; caryopses; malt barley; varieties 261
 – winter-hardiness; freezing tolerance; barley; varieties 193
- Acid stress**
 – buffer activity; Cambisol; Podzol; pot vegetable experiment 133
- Aeration status**
 – changes of aeration status; nitrification activity in soil 385
- Agrobacterium**
 – transgenesis; ornamental plants 284
- Air temperature**
 – betaine; sugar beet; vegetation period; dependence of betaine content 77
 – legumes; seeds; equilibrium moisture content; effect of temperature 379
 – rhizosphere; perennial ryegrass; elevated temperature; effect 397
- Albumins**
 – amaranth; seed; protein fractions 331
- Alpha-chaconine**
 – potatoes; Czech varieties; foreign varieties; raw unpeeled and peeled tubers; mechanical damage of tubers 481
- Alpha-lipoic acid**
 – antioxidants; potato tuber; human nutrition 231
- Alpha-solanine**
 – potatoes; Czech varieties; foreign varieties; raw unpeeled and peeled tubers; mechanical damage of tubers 481
- Aluminium**
 – biological activity of soil; mountain and submontane areas; South-east Šumava; CR 543
 – buffer activity; Cambisol; Podzol; acid stress 133
- Amaranth (*Amaranthus* sp.)**
 – seed; protein fractions; albumins; globulins; prolamins; glutelins 331
- Amino acids**
 – tobacco seeds; Bulgarian species 429
- Anthropogenic soils**
 – biological activity; enzymatic activity; undisturbed soil; recultivated soil; soil respiration 55
 – soil aggregates; vulnerability of soil structure; breakdown mechanisms; reclaimed dumpsites 563
- Antioxidants**
 – polyphenols; ascorbic acid; carotenoids; tocopherols; alpha-lipoic acid; Se; potato tubers 231
- Arbuscular mycorrhizal fungi**
 – inoculation; horticulture substrates; balcony plants; growth; effect 127
- Arsenic**
 – rhizobia; occurrence; symbiosis; pea; effect of Ni and As 63
- Ascorbic acid**
 – antioxidants; potato tuber; human nutrition 231
- Atrazine**
 – pesticides; atrazine adsorption; application of soil GIS; CR 69
- Auxin**
 – dormancy; post-harvest maturation; caryopses; malt barley; varieties 261
- Balcony plants**
 – arbuscular mycorrhizal fungi; *Trichoderma harzianum*; growth; effect 127
- Barley**
 – malting barley (*Hordeum vulgare* L.)
 – caryopses; dormancy; post-harvest maturation; varieties; weather conditions 261
 – starch granules; size distribution; LALLS method 433
 – spring barley
 – content N_{min} in soil; beet tops; ploughing; effect on N_{min} in soil 443
 – production potential; crop model; climate change; sensitivity analysis 423
 – yield; soil type; soil cultivation; fertilization; interactions; growing factors; effect 297
 – two-rowed winter b.; grain filling; yield; correlation 81
 – varieties; winter-hardiness; freezing tolerance; lethal temperature; water content; osmotic potential; abscisic acid 193
- Beet tops**
 – ploughing; N_{min} in soil; spring barley; effect of ploughing on mineral N 443
- Bentonite**
 – b. addition
 – sewage sludge
 – Cd and Zn uptake; oat; effect of application 273
 – incubation; Cd sorption; soil; effect of addition 1
 – Zn sorption; soil; effect of addition 97
- BET (Brunauer-Emmet-Teller) model**
 – seed; legume; monolayer moisture content; temperature ... 379
- Betaine**
 – sugar beet; rainfall; air temperature; vegetation period; dependence of betaine content 77
- Biochemical methods**
 – soil pollution; toxic trace elements; assessment of pollution 405
- Biomass**
 – biomass quality; canary grass; varieties 471
 – production of biomass; unharvested grasslands; management 269
 – soil microbial biomass; soil contamination; heavy metals 87
- Bisabolol**
 – essential oil; chamomile; effect of Se 123
- Bisabolol oxide**
 – essential oil; chamomile; effect of Se 123
- Blood hydrolysate Synergim**
 – hop cone; yield and quality; effect of Synergim 367
- Botanical composition**
 – semi-natural grassland; cutting frequency; effect; Slovenia 325
- Bread-making quality**
 – winter wheat; variety
 – cultural practices; effect 159
 – prediction of b. q.; SE-HPLC analysis; storage proteins; prolamins; endosperm; grain 213
- Breakdown mechanism**
 – anthrosols; soil aggregates; vulnerability of soil structure; reclaimed dumpsites 563
- Buckwheat (*Fagopyrum vulgare* L.)**
 – cytokinines; soil microorganisms; buckwheat yield; response of microorganisms 527
 – varieties; yield; inflorescence; number of flowers; number of seeds; thousand grain weight; genotype; agronomical practices; effect 225

- soil microorganisms; buckwheat plants; response to cytokinines	527	Esterified phenolcarboxyl acids	
Czech Republic (CR)		- grassland; N fertilization; renovation of grassland; changes in content	177
- mountain production type; systems of fertilization; field crops; yields; yield stability	185	Farming systems	
- oilseed rape; turnip rape; history of cultivation	43	- ecological; integrated; weed seed bank; soil cultivation; effect	319
- potatoes; tubers; variety; mechanical damage; susceptibility to damage; different regions; CR	529	Farmyard manure	
- potatoes; varieties; alpha-chaconine; alpha-solanine; National Book of Varieties	481	- weeds; seeds; viability of seeds; maturing of farmyard manure; effect	515
- powdery mildew (<i>Blumeria graminis</i> f. sp. <i>tritici</i> and f. sp. <i>hordei</i>); fungicide resistance; propiconazole; fenpropimorph	311	Fatty acids	
- Soil Informatics; GIS; application; atrazine adsorption	69	- tobacco seeds; Bulgarian species	429
- soils; mountain and submontane areas; South-east Šumava - characteristics of soils; soil fertility; soil reaction	533	Fenpropimorph	
- Fe; Al; biological activity of soils; respiration	543	- powdery mildew (<i>Blumeria graminis</i> f. sp. <i>tritici</i> and f. sp. <i>hordei</i>); fungicide resistance; CR	311
- winter oilseed rape; hybrid; seed yield; oil yield; oil content	521	Fertilization	
Dehydrogenase		- magnesium	
- cytokinines; soil microorganisms; buckwheat plants; response to cytokinines	527	- sugar beet; foliar f.; magnesium sulphate; response; Eastern Croatia	147
Desiccation		- nitrogen	
- speed of desiccation; grasses; leguminous plants; varieties	209	- grassland; lignin; esterified phenolcarboxyl acids; changes of contents; effect of fertilization	177
Dibenzofurans (PCDD/F)		- perennial ryegrass; rhizosphere; microbial and enzymatic activity; effect of fertilization	397
- agricultural lands; contamination	349	- potatoes; early p.; tubers; nitrate concentration; N doses; effect of fertilization	17
Digestion		- small-grained bean; grain yield; protein content; nodules dry weight; efficiency of fertilization	361
- sugar beet; weather conditions; variety; fertilization; sowing spacing; effect	371	- spring barley; dynamics of N _{min} in soil; index of nitrification	443
Digitalis sp.		- winter wheat	
- digitonin; model biologically active saponin; specific quality of <i>Digitalis</i> sp.; bioassay <i>in vitro</i>	343	- growth; grain yield; effect of fertilization	451
Digitonin		- leaves; SPAD; N content; effect of fertilization	237
- model biologically active saponin; specific quality of <i>Digitalis</i> sp.; toxicity; bioassays <i>in vitro</i>	343	- systems of fertilization; commercial fertilizers; organic fertilizers; field crops; yields; mountain production type; CR	185
Dormancy		- variants of fertilization; spring barley; yield; effect	297
- caryopses; malt barley; varieties; weather conditions; abscisic acid; phenolic compounds; cytokinines	261	Fertilizers	
Dry matter		- commercial fertilizers; field crops; yields; mountain production type; CR	185
- nodules dry weight; small-grained bean; inoculation; N fertilization; effect	361	- farmyard manure; weed seeds; viability	515
Dynamic models		- nitrogen fertilizers; labile forms of S and N; soil; effect of fertilizers	29
- floodplain meadows; permanent grasslands; species richness	199	- organic fertilizers; field crops; yields; mountain production type; CR	185
Ecological cultivation		- potassium fertilizers; sulfate p. f.; chloride p. f.; elution of Ca; soil; effect of fertilizers	37
- potatoes; cooking quality of tubers; location; variety; year; effect	487	Floodplain meadows	
- potatoes; tubers; reducing sugars; effect of cultivation	23	- species richness; dynamics of species richness	199
Electrophoresis		Flower buds	
- gliadin markers; winter-hardiness; winter wheat; varieties	245	- <i>Rhodododendron</i> ; <i>in vitro</i> propagation ability	281
- high-molecular-weight glutenin subunits; spelt wheat; varieties	255	Flowers	
Electro-ultrafiltration		- buckwheat; varieties; number of flowers; genotype; agronomical practices; effect	225
- fractions and subfractions of K; extraction; montmorillonite	355	Fodder crops	
Endosperm		- grasses; leguminous plants; wilting; drying; speed of desiccation; varieties	209
- grain; winter wheat; varieties; bread-making quality; prediction; SE-HPLC analysis	213	Forecrop	
Enzymatic activity		- soil cultivation; grain maize; winter wheat; yield; effect of soil cultivation; Southern Moravia	113
- elevated CO ₂ ; elevated temperature; rhizosphere; perennial ryegrass	397	- winter wheat; growth; yield; effect of forecrop	451
Equilibrium moisture content		Freezing tolerance	
- seed; legume; gravimetric static method; temperature	379	- barley; varieties; lethal temperature; water content; osmotic potential; abscisic acid	193
		Fungi	
		- digitonin; toxic effect; bioassays	343

471	Hay -canary grass; varieties; yields
289	Heavy metals -Cd; Pb; Cu; Zn; bonds in soil; availability; sequential analysis; SR
337	-Cu; Mo; Ni; Mn; V; metal combinations; photosynthetic pigments; seedlings; <i>Sinapis alba</i>
119	-groundwaters; soils: quality; effect of h. m.
87	-soil contamination; biological indication; incubation of soil with glucose
107	Hendrix's index -continal grazing; grassland; sward characteristic
49	Incubating -chemical traits; tobacco; burley
219	Incubation test -soil contamination; heavy metals; incubation of soil with glucose
87	-soil; labile forms of S and N; N fertilizers; effect of fertilizers
29	
311	Fungicides - <i>Blumeria graminis</i> ; fungicide resistance; propiconazole; fenpropimorph; CR
311	-fungicide biologically active natural substances; bioassay <i>in vitro</i>
343	-powdery mildew; winter wheat; varieties; resistance; reduced doses
303	
159	Genotype -bread wheat; grain yield; bread-making quality; effect of genotype
225	-buckwheat; yield factors; structure; effect of genotype
237	-winter wheat; leaves; chlorophyll and N content; different genotypes
237	Geographical Information System (GIS) -soils; pesticides; atrazine adsorption; application of soil GIS; CR
69	
501	Germination -germination inhibition; potatoes; carvone; caraway essential oil; storage losses
261	-post-harvest maturation; carvones; malt barley; varieties 261
261	Gibberellins -dormancy; post-harvest maturation; carvones; malt barley; varieties
245	Gladin markers -winter-hardness; prediction; winter wheat; varieties; electrophoresis
331	Globulins -amaranth; seed; protein fractions
331	Glutelins -amaranth; seed; protein fractions
331	Grain -endosperm; prolamin storage protein; SE-HPLC analysis; bread-making quality; prediction; winter wheat; varieties
213	-grain filling; winter barley; yield; correlation
81	-grain yield
361	-small-grained bean; seed inoculation; N fertilization
159	-winter wheat
159	-bread-making quality; varieties; cultural practices
113	-soil cultivation; previous crop; Southern Moravia; effect of soil cultivation
549	-net energy; winter wheat; abiotic stresses; effect
495	Granular Matrix Sensor -soil water suction; measurement; supplementary irrigation; early potatoes
209	Grasses -willing; drying; speed of desiccation; varieties
177	Grassland -N fertilization; renovation of grassland; lignin; esterified phenolicarboxylic acids; organic dry matter digestibility
199	-permanent grassland; floodplain meadows; species richness; species diversity; dynamic models; marginal analysis
325	-Slovenia
107	-overcropping; continual grazing; heter; sward characteristic
269	-unharvested grasslands; production of biomass; management
119	Groundwaters -quality; old environmental loads; chlorinated and petroleum hydrocarbons; heavy metals; effect
451	-winter wheat; forecrop; sowing date; N dose; effect
451	Harvest index -yield components; yield of flower; correlation; chamomile
471	
471	

- Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy (ICP-AES)**
 – soil extraction, Mellich III 141
- Inflorescence**
 – buckwheat, varieties; genotype; agronomical practices; effect 225
- Inhibitors**
 – caraway essential oil; germination inhibition; potatoes 501
 – chemicals; inhibitory effect on nitrification 385
- Inoculation**
 – horticulture substrates; arbuscular mycorrhizal fungi; *Trichoderma harzianum*; balcony plants; growth 127
 – nodule bacteria biopreparation; *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli*; small-grained bean; quality and yield; efficiency of inoculation 361
- Integrated protection models**
 – powdery mildew; winter wheat; varieties; resistance; use 303
 – growing factors; spring barley; yield; effect of factors 297
- Interactions**
 – trace metals; photosynthetic pigments; seedlings; *Sinapis alba* 337
 – invertase 55
 – anthropogenic soils; biological activity 55
- In vitro**
 – digestion; bioassay; fungicidal attributes; natural substances; comparison with pesticides 343
 – *Rhododendron*; flower buds; propagation ability 281
 – weed seeds; viability; rumen fluid; pepsin; farmyard manure 515
- Iron**
 – biological activity of soil; mountain and submontane areas; South-east Sumava; CR 543
- Karwinskia humboldtiana**
 HPLC 477
 – peroxisome A₁; vegetative organs; determination; *Karwinskia parvifolia* HPLC 477
 – peroxisome A₁; vegetative organs; determination; HPLC (*Kochia scoparia* s. l.) 477
 – resistance; imazapyr; sulfonilurease 49
- LALS method (Low Angle Laser Light Scattering)**
 – size distribution; starch granules; malting barley 433
- Leaves**
 – winter wheat; chlorophyll and N content; different genotypes and fertilization 237
 – sequential analysis; SR 289
- Legume**
 – seed; monolayer moisture content; BET model; equilibrium moisture content 379
 – Leguminous plants
 – willing; drying; speed of desiccation; varieties 209
 – winter-hardiness; freezing tolerance; barley; varieties 193
- Lignin**
 – grassland; N fertilization; renovation of grassland; changes in content 177
- Liming**
 – sewage sludge; effect of liming 273
 – Cd and Zn uptake; oat 97
- Linuron**
 – herbicides; pre-planting treatment; sorghum; soil mycoflora; responses 417
- Location**
 – potatoes; tubers
 – cooking quality; ecological cultivation; effect of conditions of cultivation 487
 – mechanical damage; susceptibility to damage; effect of location; CR 509
 – nitrate concentration; effect of location 17
- Magnesium**
 – magnesium sulphate; foliar fertilization; sugar beet; response; Eastern Croatia 147
 – magnesium sulphate; foliar fertilization; sugar beet; response; Eastern Croatia 147
- Magnesium sulphate**
 – foliar fertilization; sugar beet; response; Eastern Croatia 147
- Maize**
 – grain maize; yield; soil cultivation; previous crop; Southern Moravia; effect of soil cultivation 113
 – sewage sludge; application; Cd; Ni; soil availability; soils of different type 555
- Manganese**
 – trace metals; interaction; photosynthetic pigments; seedlings; *Sinapis alba* 337
- Marginal analysis**
 – floodplain meadows; permanent grasslands; species richness 199
- Mechanical damage**
 – potatoes; tubers; variety
 – alpha-chaconine; alpha-solanine; ratio of content; pendulum index; susceptibility to damage; different regions; CR 509
- Mellich III**
 – soil extraction; ICP-AES method 141
- Microbial activity**
 – elevated CO₂; elevated temperature; rhizosphere; perennial ryegrass
 – soil; elution of Ca from soil; types of K fertilizers; dependence of elution 37
- Microbiological methods**
 – soil pollution; toxic trace elements; assessment of pollution 405
- Micropropagation**
 – *in vitro*; *Rhododendron*; flower buds 281
- Microsprinkling**
 – hop irrigation; utilization; hop yield; efficiency of irrigation water 457
 – supplementary irrigation; early potatoes; soil water suction; Granular Matrix Sensor; production efficiency of irrigation water 495
- Mikroblon**
 – sugar beet; root yield; digestion; yield of polarised sugar; effect of fertilization 371
- Mineralization**
 – mineralization of organic substances; nitrification in soil 385
- Molybdenum**
 – trace metals; interaction; photosynthetic pigments; seedlings; *Sinapis alba* 337
- Monolayer moisture content (MMC)**
 – seed; legume; BET model; temperature 379
- Montmorillonite**
 – fractions and substrations of K; extraction; electro-ultrafiltration 355
- Mountain and submontane areas**
 – agrochemical characteristics; soil fertility; soil reaction; soil organic matter; humus; South-east Sumava; CR 533
 – Hendrix's index; South-east Sumava; CR 543
- XIX**

Mountain production type	
– field crops; yields; yield stability; systems of fertilization; CR	185
Net energy	
– abiotic stresses; grains; winter wheat; varieties	549
– irrigated and non-irrigated plants; hop	465
Nickel	
– rhizobia; occurrence; symbiosis; pea; effect of Ni and As	63
– sewage sludge; application; spinach; oat; maize; soil availability; soils of different types	555
– trace metals; interaction; photosynthetic pigments; seedlings; <i>Sinapis alba</i>	337
Nitrates	
– potatoes; tubers; nitrates concentration	17
Nitrification in soil – terminology and methodology	
– autotrophic n.; heterotrophic n.; mineralization; aeration status; pH; inhibitors	385
Nitrogen	
– labile forms of N; soil; incubation test; correlation; N fertilizers; effect of fertilizers	29
– leaves; winter wheat; N content; different genotypes and fertilization	237
– N_{min} in soil; beet tops; ploughing; spring barley; effect of ploughing	443
Oilseed rape (<i>Brassica napus</i> subsp. <i>napus</i>)	
– history of cultivation; CR; SR	43
– winter oilseed rape; seed yield; oil yield; oil content; CR ..	521
Old environmental loads	
– groundwaters; soils; quality; effect of old environmental loads	119
Organic dry matter digestibility	
– grassland; N fertilization; renovation of grassland; effect ..	177
Ornamental plants	
– transgenesis; <i>Agrobacterium</i> ; <i>chs</i> gene; antisense	284
Osmotic potential	
– winter-hardiness; freezing tolerance; barley; varieties	193
Oversowing	
– grassland; continual grazing; heifer; sward characteristic	107
Pasture	
– continual grazing; grassland; sward characteristic; heifer	107
Pea	
– rhizobia; occurrence; symbiosis; effect of Ni and As	63
Pedotransfer function	
– soils; pesticides; atrazine; adsorption; application of soil GIS; CR	69
Pendulum index	
– potatoes; tubers; variety; mechanical damage; susceptibility to damage; different regions; CR	509
Pepsin	
– weeds; seeds; viability of seeds; <i>in vitro</i>	515
Perennial ryegrass (<i>Lolium perenne</i> L.)	
– elevated CO ₂ ; Karwinskia; N fertilization; rhizosphere; C and N compounds; microbial and enzymatic activities; CFU	397
Peroxisomicine A₁	
– vegetative organs; <i>Karwinskia humboldtiana</i> ; <i>Karwinskia</i> <i>parvifolia</i> ; determination; HPLC	477
Pesticides	
– active ingredients; pirimiphos-methyl; flutriafol; propiconazole; carbendazim; test of pesticides	343
– pedotransfer function; application of soil GIS; atrazine adsorption; CR	69
pH	
– anthropogenic soils; biological activity	55
– nitrification in soil; control and regulatory factors	385
– sewage sludge; soil; Zn; lime; bentonite; composts	97
Phenolic compounds	
– dormancy; post-harvest maturation; caryopses; malt barley; varieties	261
Phosphatase	
– anthropogenic soils; biological activity	55
– cytokinines; soil microorganisms; buckwheat plants; response to cytokinines	527
Phospholipids	
– tobacco seeds; Bulgarian species	429
Photosynthetic pigments	
– <i>Sinapis alba</i> ; seedlings; trace metals; metal combinations; interaction	337
Plant growth regulators	
– blood hydrolysate Synergin; yield and quality of hop; effect of Synergin	367
Ploughing	
– beet tops; N_{min} in soil; spring barley; effect on mineral N ..	443
Podzol	
– buffer activity; acid stress; effect	133
Polychlorinated biphenyls (PCB)	
– agricultural lands; contamination	349
Polychlorinated dibenzo-p-dioxines (PCDD)	
– agricultural lands; contamination	349
Polyphenols	
– antioxidants; potato tuber; human nutrition	231
Post-harvest maturation	
– caryopses; malt barley; varieties; germination; weather condition; abscisic acid	261
Potassium	
– fractions and subfractions of K; extraction; montmorillonite; electro-ultrafiltration	355
Potassium humate	
– sugar beet; root yield; digestion; yield of polarised sugar; effect of fertilization	371
Potatoes	
– antioxidants; tubers; human nutrition	231
– Czech and foreign varieties; alpha-solanine; alpha-chaconine; raw unpeeled and peeled tubers; mechanical damage of tubers; year	481
– early potatoes	
– drip irrigation; microsprinkling; soil water suction; Granular Matrix Sensor; production efficiency of irrigation water; irrigation amount	495
– tubers; nitrate concentration; varieties; N doses; locality; years	17
– ecological cultivation; cooking quality; tubers; location; variety; year	487
– mechanical damage; pendulum index; locality; variety; season; susceptibility to damage; different regions; CR	509
– sprouting inhibition; carvone; caraway essential oil; storage losses; way of application	501
– tubers; reducing sugars; conditions of environment; ecological cultivation; varieties; year of cultivation; effect ..	23
Powdery mildew	
– <i>Blumeria graminis</i> f. sp. <i>hordei</i> ; fungicide resistance; propiconazole; fenpropimorph; CR	311
– <i>Blumeria graminis</i> f. sp. <i>tritici</i> ; winter wheat; varieties; resistance; fungicides; integrated protection models	303
Pre-planting soil treatment	
– linuron herbicide; sorghum; soil mycoflora; responses	417
Production potential	
– spring barley; change of production potential; CERES-Barley growth model	423

- Prolamins**
 -amaranth; seed; protein fractions 331
 -storage protein; SE-HPLC analysis; bread-making quality; prediction; winter wheat 213
Propiconazole
 -powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici* and f. sp. *hordei*); fungicide resistance; CR 311
- Proteins**
 -protein content; small-grained bean; seed inoculation; N fertilization; effect 361
 -protein fractions; seed; amaranth 331
 -storage protein; winter wheat; varieties; prediction; bread-making quality; SE-HPLC 213
- Rainfall**
 -betanin; sugar beet; vegetation period; dependence of betaine content 77
 -winter oilseed rape; hybrid; oil yield; oil content; CR 521
- Reducing sugars**
 -potatoes; tubers; conditions of environment; ecological cultivation; varieties; year of cultivation 23
- Resistance**
 -imazapyr; sulfonylureas; kochia 49
 -native r; occurrence; symbiosis; pea; effect of N1 and A5 63
- Rhizobium leguminosarum** bv. *phaseoli*
 -nodule bacteria biopreparation; seed inoculation; small-grained bean; quality and yield; efficiency of inoculation 361
- Rhizosphere**
 -perennial ryegrass; elevated CO₂; elevated temperature; effect 397
 -*in vitro* propagation ability; flower buds 281
- Root**
 -root yield 169
 -sugar beet 169
 -hybrids; genotype; environment; effect; Croatia 371
 -weather condition; variety; fertilization; sowing; spacing; effect 371
- Rumen fluid**
 -weeds; seeds; viability of seeds; *in vitro* 515
- Saponins**
 -digitonin; model biologically active saponin; specific quality of *Digitalis* sp.; bioassay *in vitro* 343
 -amaranth; protein fractions; albumins; globulins; prolamins; glutelins 331
 -buckwheat; varieties; number of seeds; genotype; agricultural practices 225
 -canary grass; varieties; seed yields 471
 -legume; monolayer moisture content; BET model; equilibrium moisture content 379
 -tobacco; Bulgarian species; phospholipid and amino acid composition 429
 -weed; viability of seeds; rumen fluid; pepsin; farmyard manure; *in vitro* 515
- Seed sequence**
 -soil cultivation; grain maize; winter wheat; yield; Southern Moravia 113
- Seedling**
 -*Sinapis alba*; trace metals; metal combinations; interaction; photosynthetic pigments 337
- SE-HPLC analysis**
 -prolamin protein; endosperm; grain; winter wheat; varieties; bread-making quality; prediction 213
- Stelium**
 -antioxidants; potato tubers 231
 -chamomile; yield; quality; effect of Se 123
- Sensitivity analysis**
 -spring barley; change of production potential; meteorological elements; using of sensitivity analysis 423
 -heavy metals; soil parameters; correlation and regression; SR 289
- Sewage sludge**
 -addition of different ameliorative compounds; Zn sorption; effect of addition 97
 -application of s.; Cd; Ni; spinach; oat; maize; soil availability; soils of different types 555
 -benzothic addition; incubation of s.; Cd sorption; soil; effect of liming; bentonite addition; application; Cd and Zn uptake; oat 273
- Toxic elements; spinach; soils treated with s.** 9
- SGA**
 -potatoes; varieties; raw unpeeled and peeled tubers; mechanical damage of tubers 481
- Sinapis alba***
 -seedlings; photosynthetic pigments; trace metals Cu, Ni, Mg, Mn, V; metal combinations; interaction 337
- Slovak Republic (SR)**
 -oilseed rape; turnip rape; history of cultivation 43
 -soil types; heavy metals Cd, Pb, Cu, Zn; bonds in soil; heavy metals availability 289
- Slovenia**
 -semi-natural grassland; botanical composition; yield; effect of cutting frequency 325
- Small-grained bean**
 -seed inoculation; N fertilization; grain yield; protein content; nodules dry weight 361
- Soil**
 -anthropogenic soils 55, 563
 -Ca elution 37
 -heavy metals 87, 119, 289, 337
 -liming 97, 273
 -nitritication in soil 385, 443
 -pesticides in soils 69, 343
 -pre-planting treatment 417
 -S; N; N fertilizers 23
 -soil activity 55, 133, 543
 -soil aggregates 87, 119, 349, 405
 -soil contamination 141
 -soil cultivation 113, 297, 319, 437
 -soil extraction 141
 -soil fertility 533
 -soil microflora 55
 -soil microorganisms 405, 527
 -soil mycoflora 417
 -soil organic matter 37, 533
 -soil physical characteristics 113
 -soil reaction 533
 -soil recultivation 55
 -soil respiration 55, 87, 543
 -soil types 133, 289, 297, 555
 -undisturbed soil 55
 -weed infestation 319
- Soil activity**
 -anthropogenic soils 55
- Soil biological activity**
 -enzymatic activity; phosphatase; invertase; catalase 55
 -Cambisol; Podsol 133
- Soil stress; Ai; pot vegetable experiment** 133

**Změna publikačního jazyka
ve vědeckých časopisech
České akademie zemědělských věd**

Na základě doporučení Vydavatelské rady ČAZV budou od 1. 1. 2001 v časopise **Rostlinná výroba** (Plant Production) publikovány všechny příspěvky **pouze v angličtině**.

**A change of publication language
in Scientific Journals
of the Czech Academy of Agricultural Sciences**

As recommended by Board of Publishers of the Czech Academy of Agricultural Sciences all papers in **Rostlinná výroba** (Plant Production) will be published **solely in English** since 1st January 2001.

POKYNY PRO AUTORY

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

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

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

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

Vlastní úprava rukopisu: formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhozů na řádku, mezi řádky dvojitě mezery. K rukopisu je třeba přiložit disketu s prací pořízenou na PC a s grafickou dokumentací. Tabulky, grafy a fotografie se dodávají zvlášť, nepodlépají se. Na všechny přílohy musí být odkazy v textu.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Literatura by měla sestávat hlavně z lektorovaných periodik. Citace se řadí abecedně podle jména prvních autorů. Odkazy na literaturu v textu uvádějí jméno autora a rok vydání. Do seznamu se zařadí jen práce citované v textu. Na práce v seznamu literatury musí být odkaz v textu.

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

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

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

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

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

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

The paper extent shall not exceed 12 typescript pages, including tables, figures and graphs.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

OBSAH – CONTENTS

Kolář L., Gergel J., Ledvina R., Kužel S., Šindelářová M.:	
Agrochemická charakteristika půd horských a podhorských oblastí jihovýchodní Šumavy	
Agrochemical characteristics of soils in mountain and submontane areas of South-East Šumava	533
Kolář L., Gergel J., Ledvina R., Kužel S., Šindelářová M.:	
Železo, hliník a mikrobiální aktivita půd horských a podhorských oblastí jihovýchodní Šumavy	
Iron, aluminium and microbial activity of soils in mountain and submontane areas of South-East Šumava	543
Hnilička F., Bláha L., Zámečník J., Novák V., Ottová M.:	
Vliv abiotických stresů na akumulaci netto energie v obilkách ozimé pšenice (<i>Triticum aestivum</i> L.)	
Influence of abiotic stresses on the content of net energy in winter wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.) grains	549
Tlustoš P., Pavlíková D., Balík J., Száková J., Hanč A.:	
The availability of sewage sludge derived cadmium and nickel by crops planted on soils of different types	
Přístupnost kadmia a niklu z aplikovaného čistírenského kalu rostlinám pěstovaným na půdách různých typů	555
Valla M., Kozák J., Ondráček V.:	
Vulnerability of aggregates separated from selected anthrosols developed on reclaimed dumpsites	
Zranitelnost agregátů vybraných antrozemí rekultivovaných výsypek	563
Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA – FROM THE SPHERE OF SCIENCE	
Zahradníček J.:	
Prof. RNDr. Josef Václav Koštif, DrSc., in memoriam	562