

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

ODBORNÁ KNIHOVNA
ministerstva zemědělství
České republiky
PRAHA 1 - TESNOV č. 17

ROSTLINNÁ VÝROBA

Plant Production

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

5

VOLUME 44
PRAHA
KVĚTEN 1998
CS ISSN 0370-663X

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

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

Redakční rada – Editorial Board

Předseda – Chairman

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

Členové – Members

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

Vedoucí redaktorka – Editor-in-Chief

RNDr. Eva Stříbrná

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

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

Periodicita: Časopis vychází měsíčně (12x ročně), ročník 44 vychází v roce 1998.

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

Informace o předplatném: Objednávky na předplatné jsou přijímány pouze na celý rok (leden–prosinec) a měly by být zaslány na adresu: Ústav zemědělských a potravinářských informací, vydavatelské oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Cena předplatného pro rok 1998 je 744 Kč.

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

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

Periodicity: The journal is published monthly (12 issues per year), Volume 44 appearing in 1998.

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

Subscription information: Subscription orders can be entered only by calendar year (January–December) and should be sent to: Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Subscription price for 1998 is 177 USD (Europe), 195 USD (overseas).

EVAPOTRANSPIRACE TRVALÝCH TRAVNÍCH POROSTŮ V ROZDÍLNÝCH POKUSNÝCH REŽIMECH

EVAPOTRANSPIRATION OF PERMANENT GRASSLANDS IN DIFFERENT EXPERIMENTAL REGIMES

T. Kvítek

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

ABSTRACT: Agriculture in the Czech Republic after 1989 has been passed through many changes, at the same time also with searching for the optimum situation of an area of extensive and intensive use of the soil fund. Changes in utilization of lands may have a different impact as on all components of hydrological balance (infiltration and seepage of water through soil profile, retention of water in soil, transpiration and evapotranspiration, surface runoff, complement of reserves of underground waters), as on the quality of water of the given localities and regions. In 36 weighable lysimeters at Borkovice actual evapotranspiration (ET) of the grassland in conditions of different water supply of the stand (1991 to 1992), black and green fallow, mulching and regular utilization of the grassland (1993 to 1997) in three soil textures (sandy, loam and peat) was studied. Mixed sward (madow fescue, timothy, Kentucky bluegrass) was sown in lysimeters in 1989. Interval of observation was weekly in the first two years, then a fortnight one. Statistical evaluation of the ET results was performed by multi-factor analysis of variance by the Scheffe test. The experimental plot is situated at the altitude of 416 m above sea level, climatic region is in the district B3 – slightly warm. The normal of precipitation is 588 mm, the normal of temperature is 7.3 °C, in the growing season 378 mm and 13.47 °C (precipitation measured at Soběslav, temperatures at Tábor). According to the Departmentalism of Agricultural Production of the CSSR (1963) the village Borkovice belongs to the agricultural production region IIIc/3 (potato-wheat type). The system of variants Borkovice: The year 1991 to 1992: variant 1 – without water supply (control), variant 2 – 60% of available water capacity (AWC), variant 3 – 80% AWC (all variants – three-cut utilization). The year 1993 to 1994: variants I – without water supply (control) and variants II – 100% AWC with subvariants: 1 – fallow, 2 – self-grassing, 3 – uncut, without fertilization, 4 – one cut, 25 kg N.ha⁻¹ + PK, 5 – two cuts, 50 kg N.ha⁻¹ + PK, 6 – three cuts, 75 kg N.ha⁻¹ + PK. The year 1995 to 1997: variant 1 – fallow, variant 2 – self-grassing, 3 – uncut, unfertilized, variant 4 – one cut, mulching by cut mass, variant 5 – one cut, mass harvested, unfertilized, variant 6 – two cuts, 50 kg N.ha⁻¹, in all variants irrigation to 80% AWC. In investigation of evapotranspiration (ET) of the grassland in weighable lysimeters in the locality Borkovice, statistically significant difference between average ET values of different soils in four (1991, 1994 to 1997) of six studied years (Tabs II and III, Figs 1 to 4) was recorded. The peat soil was significantly different (highest ET values) from sand and loamy soils. With increasing water content in the soil, the ET values were increasing too also in dependence on the retention capacity of soil profile. The effect of different utilization of the grassland (one-, two-cut, self-grassing, fallow, mulching) in conditions of the site, including dominant effect of the year on the ET level, despite a great variability of values, was manifested by their differentiation, the most among fallow variants and other variants. The highest ET values were achieved in the years 1995 to 1997 in the two-cut variant or one-cut variant in 1996 (578.6 mm and 550.4 mm or 501.7 mm) in the peat soil. On an average of the years and soils self-grassing showed after two-cut utilization the highest value of evapotranspiration. Mulching in the years 1995 to 1997 was manifested in the loam soil by the lowest ET values in variants with the stand (352.7 mm and 336.7 mm or 376.3 mm). The results indicate the application of the given interventions in loam soils with more uniform water regime of the site. In view of water management the variant with self-grassing seems to be very negative when succession of weed species and their different water running and root system may induce unfavourable phenomena in hydrological balance.

permanent grasslands; soil utilization; fallow; mulching; moisture regime; evapotranspiration

ABSTRAKT: Na 36 vážitelných lyzimetrech v Borkovicích byla sledována aktuální evapotranspirace (ET) travního porostu v podmínkách rozdílného vláhového režimu (1991 až 1992), černého a zeleného úhoru, mulčování a pravidelného využívání travního porostu (1993 až 1997) na třech půdách (písečná, hlinitá a slatiništní). Interval sledování byl v prvních dvou letech jednotýdenní, dále čtrnáctidenní. Statistické vyhodnocení výsledků ET bylo provedeno vícefaktorovou analýzou rozptylu pomocí Scheffeho testu. Dosažené výsledky ukazují na nutnost stabilní podpory mimoprodukčních funkcí trvalých travních porostů v extenzivních podmínkách ČR takovou formou využívání, aby nemohlo dojít k možným negativním jevům v ochraně složek přírodního prostředí.

trvalé travní porosty; využití půdy; úhor; mulčování; vláhový režim; evapotranspirace

ÚVOD

Zemědělství po roce 1989 prochází mnoha změnami, současně i hledáním optimálního stavu výměry extenzivního i intenzivního využívání půdního fondu. V celkové dotační politice státu jsou preferovány i systémy využívání trvalých travních porostů (mulčování), které nebyly ve větším měřítku ve světě ani u nás experimentálně ověřeny. Tento trend neustálých změn dotační politiky je třeba zastavit a velmi jasně definovat optimální způsoby využívání trvalých travních porostů ve vztahu k mimoprodukčním funkcím zemědělství. Především v extenzivních podmínkách, v horských a podhorských oblastech státu, kde pravděpodobně budou upřednostněny mimoprodukční funkce před zemědělskou výrobou, je třeba se opírat o znalost hydrologického režimu intenzivně i extenzivně využívaných půd a trvalých travních porostů. Změny využívání pozemků mohou mít velmi různý vliv jak na všechny složky hydrologické bilance (infiltrace a průsak vody půdním profilem, retenční vody v půdě, transpirace a evapotranspirace, povrchový odtok, doplňování zásob podzemních vod), tak i na kvalitu vody daných lokalit a oblastí.

MATERIÁL A METODA

Jsou uvedeny výsledky z dlouhodobých experimentálních pokusů s lyzimetry (lyzimetrická stanice Borkovice, okres Tábor) z let 1990 až 1997.

Pokusný pozemek se nachází v nadmořské výšce 416 m, klimatická oblast je v okrsku B 3 – mírně teplá. Normál srážek činí 588 mm, normál teploty je 7,3 °C, ve vegetačním období 378 mm a 13,47 °C (srážky Soběslav, teploty Tábor). Podle Rajonizace zemědělské výroby v ČSSR (1963) náleží Borkovice do zemědělské výrobní oblasti IIIc/3 (bramborářsko-pšeničný typ).

Pokus byl založen v roce 1989. Evapotranspirace se zjišťovala ve vážitelných lyzimetrech, které mají formu válce o průměru 0,53 m a výšce 0,60 m a jsou zapuštěny v terénu do válcovité šachtice. V pokusu bylo zařazeno 36 lyzimetrů, které byly naplněny třemi druhy půd (hlinitá, písčité a slatiništní), s možností udržovat různé úrovně vodního režimu. Na každém druhu půdy byl shodný systém pokusných variant. Lyzimetry byly osety jednotnou travní směsí (kostřava luční, bojínka luční a lipnice luční) a byly hnojeny jednotnou dávkou N a rozdílnými dávkami PK. Slatiništní zemina byla

vápněna CaCO_3 . Fyzikální a chemické vlastnosti půdy udávají Zavadil, Kvítek (1997).

Systém variant Borkovice

1991/1992: varianta 1 – bez zásobování vodou (kontrola), varianta 2 – 60 % VVK, varianta 3 – 80 % VVK (u všech variant třísedné využití)

1993/1994: varianty I – bez zásobování vodou (kontrola), varianty II – 100 % VVK se subvariantami: 1 – úhor, 2 – samozatrávnění, 3 – nesečeno, bez hnojení, 4 – jedna seč, 25 kg N.ha⁻¹ + PK, 5 – dvě seče, 50 kg N.ha⁻¹ + PK, 6 – tři seče, 75 kg N.ha⁻¹ + PK

1995/1997: varianta 1 – úhor, varianta 2 – samozatrávnění, varianta 3 – nesečeno, nehnojeno, varianta 4 – jedna seč, mulč posečenou hmotou, varianta 5 – jedna seč, hmota sklizená, nehnojeno, varianta 6 – dvě seče, 50 kg N.ha⁻¹ (u všech variant závlaha na 80 % VVK)

Intervaly měření a stanovení ET: 1991/1992 jednou za týden, 1993/1997 jednou za dva týdny.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Srážkové úhrny a průměrná denní teplota vzduchu ve vegetačním období (duben až září) měřené na meteorologické stanici v Borkovicích jsou uvedeny v tab. I.

Průměrné hodnoty aktuální evapotranspirace variant půda – závlaha – využití půdy jsou uvedeny v tab. II a na obr. 1 až 4, přehled dosažených hladin významnosti a průkazných rozdílů v tab. III.

Borkovice 1991/1992

Při hodnocení ET jednotlivých závlahových variant bez ohledu na půdní druh bylo v roce 1991 dosaženo průkazného rozdílu mezi kontrolou bez závlahy a závlahou na 80 % VVK (využitelné vodní kapacity). Průkazný rozdíl nebyl mezi kontrolou (402,8 mm) a 60 % VVK (416,0 mm), dále mezi 60 a 80 % VVK (438,1 mm) (tab. III).

V roce 1991 byly na variantách závlahy zaznamenány nejvyšší hodnoty ET na slatiništní půdě (455,1 a 494,9 mm). Průkazné rozdíly byly i mezi jednotlivými závlahovými variantami na slatiništní půdě. U hlinité půdy nebyly průkazné rozdíly a u písčité půdy byl průkazný rozdíl mezi kontrolou a 80 % VVK.

Při hodnocení půdních druhů v roce 1991 nebyly průkazné rozdíly v ET mezi hlinitou půdou (390,8 mm)

I. Srážky a průměrná denní teplota vzduchu ve vegetačním období v Borkovicích – Precipitation and average daily air temperature in the growing season at Borkovice

	Normál ³	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Srážky ¹ (mm)	378,0	364,3	352,4	442,2	335,1	422,2	437,6	369,9
Teplota vzduchu ² (°C)	13,47	12,9	15,1	14,1	14,8	13,9	13,2	13,3

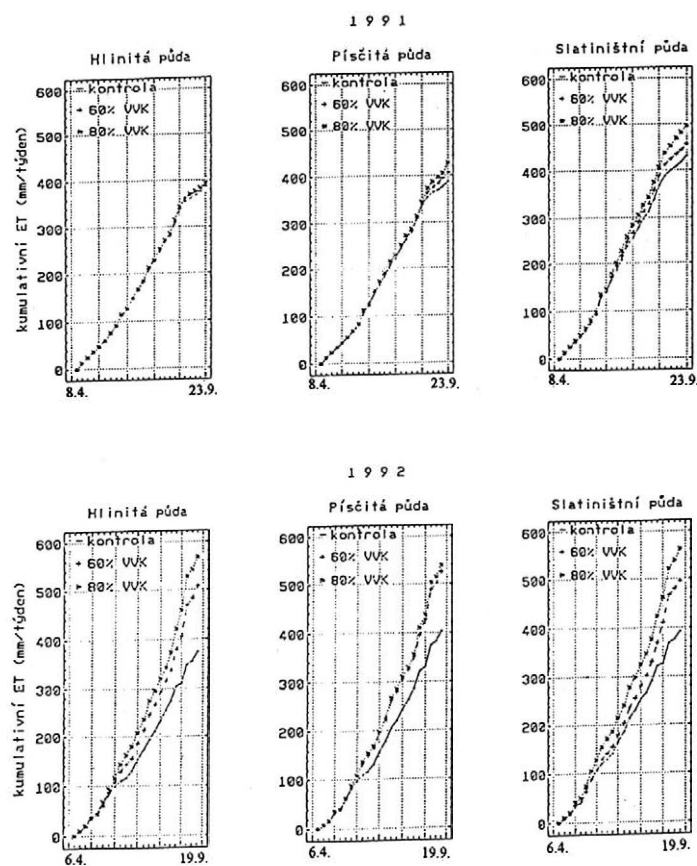
¹precipitation, ²air temperature, ³normal

II. Průměrné hodnoty ET (mm) v letech 1991 až 1997 na stanici Borkovice – Average ET values (mm) in the years 1991 to 1997 at the station Borkovice

Rok ¹	Varianta způsobu využití ²	Půda ³			Průměr ⁷
		hlinitá ⁴	písčítá ⁵	slatiništní ⁶	
1991 8. 4.–23. 9.	kontrola ⁸	392,1	385,7	430,6	402,8
	60 % VVK ⁹	386,7	406,2	455,0	416,0
	80 % VVK	393,8	425,5	494,9	438,1
Průměr roku ¹⁰		390,9	405,8	460,2	419,0
1992 6. 4.–14. 9.	kontrola	374,7	402,0	392,0	389,6
	60 % VVK	507,7	525,2	495,7	509,5
	80 % VVK	567,9	538,3	561,0	555,7
Průměr roku		483,4	488,5	482,9	485,0
1993 13. 4.–20. 9.	kontrola – úhor ¹¹	295,3	228,2	274,8	266,1
	kontrola – samozatrávnění ¹²	428,5	273,0	316,2	339,2
	kontrola – nesečeno ¹³	418,6	335,3	406,3	386,7
	kontrola – 1x sečeno ¹⁴	412,7	451,0	487,3	450,3
	kontrola – 2x sečeno	406,9	348,2	486,8	414,0
	kontrola – 3x sečeno	412,7	406,7	456,8	425,4
	průměr kontrola	395,8	340,4	404,7	380,3
	100 % VVK – úhor	251,0	245,4	240,7	245,7
	100 % VVK – samozatrávnění	417,6	315,4	469,9	401,0
	100 % VVK – nesečeno	437,7	440,2	474,6	450,8
	100 % VVK – 1x sečeno	430,1	436,4	495,7	454,1
	100 % VVK – 2x sečeno	422,8	416,0	543,5	460,8
	100 % VVK – 3x sečeno	419,0	476,4	466,6	454,0
	průměr 100 % VVK	396,4	388,3	448,5	411,1
Průměr roku		396,1	364,4	426,6	395,7
1994 6. 4.–19. 9.	kontrola – úhor	298,3	232,3	259,3	263,3
	kontrola – samozatrávnění	363,1	334,1	390,2	362,5
	kontrola – nesečeno	327,9	329,6	390,7	349,4
	kontrola – 1x sečeno	362,4	375,4	432,6	390,1
	kontrola – 2x sečeno	350,1	345,6	413,6	369,8
	kontrola – 3x sečeno	352,4	363,1	444,7	386,7
	průměr kontrola	342,4	330,0	388,5	353,6
	100 % VVK – úhor	277,5	291,3	256,0	274,9
	100 % VVK – samozatrávnění	355,4	459,6	608,6	474,5
	100 % VVK – nesečeno	418,7	544,2	570,4	511,1
	100 % VVK – 1x sečeno	391,8	548,6	631,6	524,0
	100 % VVK – 2x sečeno	354,7	458,0	590,2	467,6
	100 % VVK – 3x sečeno	350,6	537,9	522,0	470,1
	průměr 100 % VVK	358,1	473,3	529,8	453,7
Průměr roku		350,2	401,6	459,2	403,7
1995 4. 4.–18. 9.	úhor	268,9	335,4	339,5	314,6
	samozatrávnění	368,9	417,0	447,2	411,0
	nesečeno	377,0	480,6	413,8	423,8
	mulč ¹⁵	377,5	352,7	514,1	414,8
	1x sečeno	295,8	379,0	522,2	399,0
	2x sečeno	386,8	399,2	578,6	454,9
Průměr roku		345,8	394,0	469,2	403,0
1996 1. 4.–30. 9.	úhor	283,5	333,9	328,1	315,1
	samozatrávnění	362,1	398,0	450,0	403,4
	nesečeno	311,4	400,2	399,0	370,2
	mulč	326,9	336,7	456,7	373,4
	1x sečeno	314,7	379,6	501,7	398,7
	2x sečeno	342,7	371,3	499,3	404,4
Průměr roku		323,5	369,9	439,1	377,5

Rok ¹	Varianta způsobu využití ²	Půda ³			Průměr ⁷
		hlinitá ⁴	písčítá ⁵	slatiništní ⁶	
1997 1. 4.–30. 9.	úhor	267,0	321,6	382,6	323,8
	samozačtravnění	274,8	437,8	461,9	391,5
	nesečeno	326,3	414,4	471,9	404,2
	mulč	314,8	376,3	521,4	404,2
	1x sečeno	306,7	425,1	469,3	400,4
	2x sečeno	364,0	411,9	550,4	442,1
Průměr roku		308,9	397,9	476,3	394,4
Průměr 1995–1997	úhor	273,1	330,3	350,1	317,8
	samozačtravnění	335,3	417,6	453,0	402,0
	nesečeno	338,2	421,7	428,2	399,4
	mulč	339,7	355,2	497,4	397,4
	1x sečeno	305,7	394,6	497,7	399,3
	2x sečeno	364,5	394,1	542,8	433,8
Průměr půd ¹⁶ 1995–1997		326,1	387,2	461,5	391,6

¹year, ²variant of utilization, ³soil, ⁴loam, ⁵sandy, ⁶peat, ⁷average, ⁸control, ⁹AWC, ¹⁰average of the year, ¹¹fallow, ¹²self-grassing, ¹³uncut, ¹⁴cut, ¹⁵mulching, ¹⁶average of soils



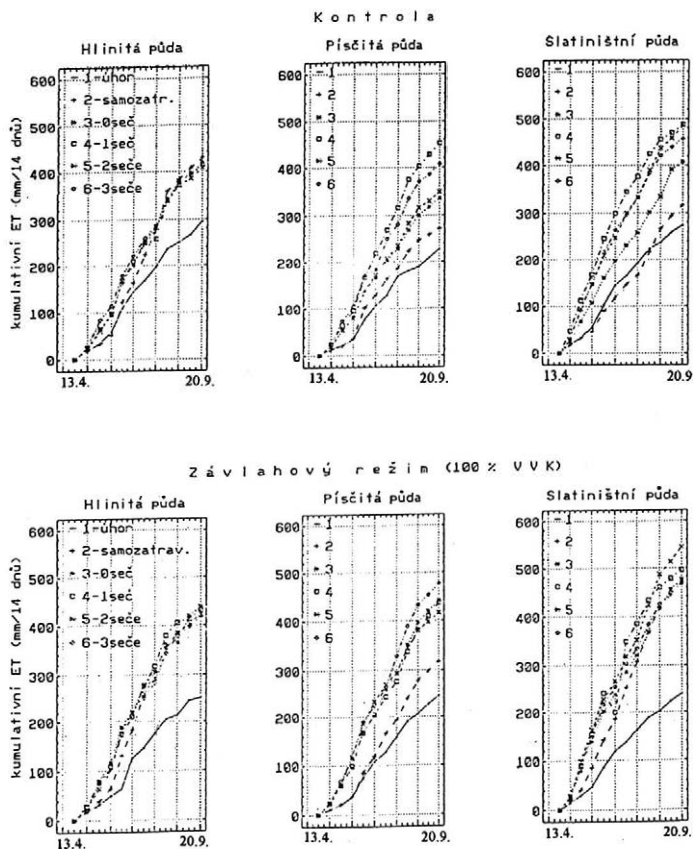
1. Evapotranspirace (ET) travního porostu na třech druzích půd při rozdílném vodním režimu (vyjádřeno v % VVK); Borkovice 1991 a 1992 – Evapotranspiration (ET) of the grassland in three soil textures under different water regime (expressed in % of AWC); Borkovice 1991 and 1992

Vysvětlivky k obr. 1 až 4 – Explanations to Figs 1 to 4: hlinitá půda – loam soil písčítá půda – sandy soil slatiništní půda – peat soil úhor – fallow samozačtravnění – self-grassing nesečeno – uncut seč – cut mulč – mulching kumulativní ET (mm/14 dnů, resp. týden) – cumulative ET (mm/14 days or week, resp.) kontrola – control závlahový režim (100 % VVK) – irrigation regime (100% AWC)

III. Přehled hladin významnosti (HV) a průkazných rozdílů (PR) evapotranspirace – Survey of significance levels (HV) and significant differences (PR) of evapotranspiration

Rok ¹		1991			1992		
Půda ²		písečná ⁴	hlinitá ⁵	slatiništní ⁶	písečná	hlinitá	slatiništní
Způsob využití ³	1	x	x	x	x	x	x
	2	x x	x	x	x	x	x
	3	x	x	x	x	x	x
HV způsobu využití		0,0066	0,6676	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001
HV půd		0,0000			0,9817		
PR půd		x	x	x	x	x	x
Rok		1993			1994		
Půda		písečná	hlinitá	slatiništní	písečná	hlinitá	slatiništní
Způsob využití ³	1	x	x	x	x	x	x
	2	x x	x	x x	x	x	x
	3	x x	x	x x	x	x	x
	4	x	x	x x	x	x	x
	5	x x	x	x	x	x	x
	6	x	x	x x	x	x	x
HV způsobu využití		0,0160	0,0004	0,0222	0,5212	0,1377	0,3043
HV půd		0,1914			0,0354		
PR půd		x	x	x	x	x	x
Rok		1995			1996		
Půda		písečná	hlinitá	slatiništní	písečná	hlinitá	slatiništní
Způsob využití	1	x	x	x	x	x	x
	2	x	x x	x x	x	x	x
	3	x	x	x x	x	x	x
	4	x	x x	x x	x	x	x
	5	x	x x	x x	x	x	x
	6	x	x x	x	x	x	x
HV způsobu využití		0,3006	0,0169	0,0184	0,7094	0,2384	0,2137
HV půd		0,0001			0,0000		
PR půd		x	x	x	x	x	x
Rok		1997			1995–1997		
Půda		písečná	hlinitá	slatiništní	písečná	hlinitá	slatiništní
Způsob využití	1	x	x	x	x	x	x
	2	x	x	x	x	x x	x x
	3	x	x	x	x	x	x x
	4	x	x	x	x	x x	x
	5	x	x	x	x	x x	x
	6	x	x	x	x	x x x	x
HV způsobu využití		0,2981	0,0302	0,3708	0,0367	0,0000	0,0000
HV půd		0,0000			0,0000		
PR půd		x	x	x	x	x	x

¹year, ²soil, ³utilization, ⁴sandy, ⁵loam, ⁶peat



2. Evapotranspirace (ET) travního porostu při jeho odlišném využití, na třech druzích půd při dvou úrovních vodního režimu (kontrola bez závlahy a závlaha na 100 % VVK); Borkovice 1993 – Evapotranspiration (ET) of the grassland in its different utilization, in three soil textures under two levels of water regime (control without irrigation and irrigation in 100% of AWC); Borkovice 1993

a půdou písčitou (405,8 mm). Mezi půdou slatiništní (460,2 mm) a oběma dalšími půdními druhy byl průkazný rozdíl.

V roce 1992 byly průkazné rozdíly v ET mezi všemi závlahovými variantami – kontrola (389,6 mm), 60 % VVK (509,5 mm) a 80 % VVK (555,7 mm) (tab. III). Tyto hodnoty byly ovlivněny úrovní a rozdělením srážek ve vegetačním období.

V roce 1992 nebyly průkazné rozdíly v ET na jednotlivých půdních druzích. Hlinitá půda vykazovala hodnotu ET 483,4 mm, písčitá 488,5 mm a slatiništní 482,9 mm.

V roce 1992 bylo na všech variantách dosaženo nejmenších hodnot ET (374,7 až 402,0 mm). Existuje průkazný rozdíl ET mezi kontrolou a ostatními závlahovými variantami. Vyšších hodnot bylo dosaženo na variantě 60 % VVK (495,7 až 525,2 mm) a nejvyšších hodnot na variantě 80 % VVK (538,3 až 567,9 mm).

Z výsledků je patrné, že čím je větší retenční schopnost půdy (půdní druh), resp. dodaná doplňková závlaha, tím je i větší ET. Tyto údaje jsou v souladu s údaji z literatury (Eulensteyn et al., 1993; Larcher, 1988; Rychnovská et al., 1985). Úroveň hodnot

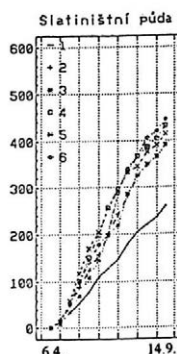
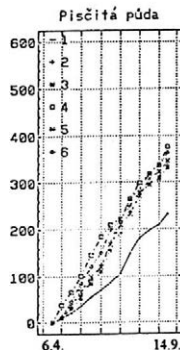
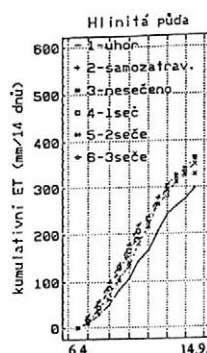
ET je však vždy ve vztahu k vývoji povětrnostních podmínek ročníku, a proto nelze jednoznačně konstatovat, která z variant závlaha – půda měla nejvyšší, resp. nejnižší ET.

Je zřejmé, že doplňková závlaha v oblasti Borkovických blat měla v období příslušných vliv na úroveň ET. Z hlediska neproduktivní ET může být pro vodohospodáře velmi nepříznivá skutečnost, že s rozvojem retenční schopnosti půd na neobhospodařovaných pozemcích (nárůst pórovitosti, obsahu humusu, nasáklivosti) (Kvítek et al., 1994) může docházet ke zvyšování evapotranspirace, snižování obsahu vody v půdě, resp. ke snižování dotace vody do podzemních zásob. Tyto změny potvrzují i výsledky, jež uveřejnili Becker et al. (1996), kteří při intenzivnějším prokořnění půdního profilu zaznamenali snížení množství infiltrovaných vod v lyzimetrech.

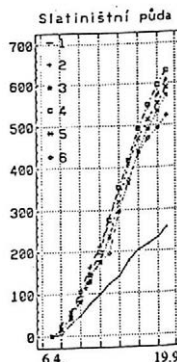
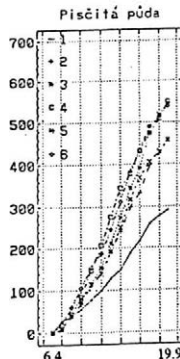
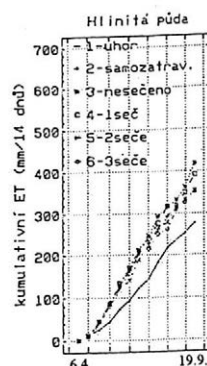
Borkovice 1993/1994

Statistickým hodnocením průměrných hodnot ET půd nebyl v roce 1993 prokázán významný rozdíl mezi jednotlivými druhy půd. Slatiništní půda však i v tomto

Kontrola



Závlahový režim (100 % VVK)



roce dosáhla nejvyšší průměrné hodnoty ET. Druhé nejvyšší průměrné hodnoty ET měla hlinitá půda a písčitá půda dosáhla nejnižších hodnot ET. V roce 1994 byl průkazný rozdíl v ET mezi slatiništní půdou (459,2 mm) a hlinitou půdou (350,2 mm). Mezi písčitou půdou (401,6 mm) a hlinitou půdou nebyl průkazný rozdíl (tab. III).

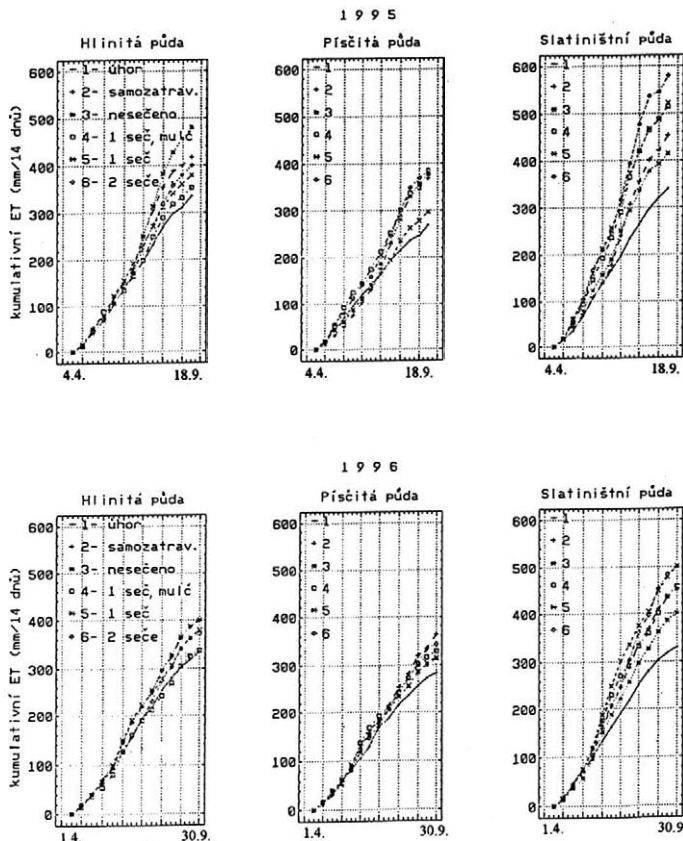
Analýza průměrných hodnot ET mezi variantami využití půdy (bez ohledu na režim závlah) v roce 1993 prokázala statisticky významný rozdíl mezi úhorem a ostatními variantami. Úhor dosáhl v průměru hodnot 228,2 až 295,3 mm. Průkazný rozdíl byl i mezi variantou samozatrávnění a jedno- a třísečnou variantou u písčité půdy. Tento rozdíl naznačuje pomalejší zapojování porostu na písčité půdě. Z hlediska hydrologického byl nepřiznivý rychlý nárůst hodnot ET u hlinité půdy (428,5 mm). Variabilita hodnot mezi ostatními variantami byla značná a nelze pro rok 1993 provést jiné zobecnění. Výsledky roku 1994 naznačují zjištěné skutečnosti roku 1993, ovšem bez průkazného rozdílu hodnot ET v rámci jednotlivých variant využití. Nejnižších hodnot ET bylo opět dosaženo na variantě úhor

(232,3 až 298,3 mm). Celkově lze konstatovat velkou variabilitu hodnot ET, danou různým botanickým složením porostu (porost byl založen v roce 1989), a značné rozdíly mezi úhorem a ostatními variantami.

Borkovice 1995/1997

Výsledky měření ET v letech 1995 až 1997 jsou do určité míry ovlivněny aplikací cizorodých látek na půdu při experimentálních pracích na lyzimetrické stanici. Po jejich aplikaci došlo k poškození porostu, kdy prázdná místa v porostu mohla ovlivnit hodnoty ET, ale vzhledem k nenarušení půdního povrchu evaporace pravděpodobně probíhala odlišně od úhorového využití, kde byl v pravidelných intervalech 14 dní narušován půdní povrch (přerušení půdního vztlání). V roce 1996 došlo k postupnému zapojování porostu.

V roce 1995 byl průkazný rozdíl hodnot ET mezi půdou slatiništní (469,2 mm) a půdou hlinitou (394,0 mm) a písčitou (345,8 mm). Stejný trend byl prokázán i v roce 1996. Půda slatiništní dosáhla v průměru 439,1 mm, hlinitá 369,9 mm a písčitá 323,5 mm ET.



4. Evapotranspirace (ET) travního porostu při jeho odlišném využití, na třech druzích půd při shodné úrovni vodního režimu; Borkovice 1995 a 1996 – Evapotranspiration (ET) of the grassland in its different utilization, in three soil textures under identical level of water regime; Borkovice 1995 and 1996

V roce 1997 byl též průkazný rozdíl mezi jednotlivými půdami. V průměru variant dosáhla půda písčité hodnoty ET 308,9 mm, hlinitá 397,9 mm a slatiništní 476,3 mm. Při celkovém vyhodnocení sledovaných tří let byly mezi jednotlivými půdami průkazné rozdíly, které byly do značné míry ovlivněny srážkami. Při nižším srážkovém úhrnu se projeví rozdíly mezi evapotranspirací jednotlivých půd s travními porosty. V celkovém úhrnu ET však rozdíly mezi jednotlivými roky nebyly průkazné.

V letech 1995 až 1997 bylo dosaženo nejnižších hodnot ET na variantě úhor (268,9 a 283,5 mm, resp. 267,0 mm) u písčité půdy. Nejvyšší hodnoty ET byly zjištěny v letech 1995 a 1997 na variantě dvou-, resp. jednosečné v roce 1996 (578,6 a 550,4 mm, resp. 501,7 mm) u slatiništní půdy. Velmi překvapivá je dynamika nárůstu hodnot ET u varianty samozatravnění (447,2 a 450,0 mm, resp. 461,9 mm) u slatiništní půdy. V průměru let a půd vykázalo samozatravnění po dvousečném využívání nejvyšší hodnotu evapotranspirace. Tyto poznatky jsou v souladu s literaturou (Larcher, 1988). Citovaný autor uvádí, že spotřeba vody

se rychle zvyšuje na jaře, neboť nové výhonky, resp. listy transpirují více než listy z předešlých let.

Hodnoty ET variant nesečeného porostu (480,6 mm v roce 1995, 400,2 mm v roce 1996 a 414,4 mm v roce 1997) u hlinité půdy byly velmi vysoké (pravděpodobně vlivem sečmi nepřerušené vegetace bylinného porostu v porostu). V letech 1995 až 1996 byly tyto hodnoty maximální u porovnávaných variant na hlinité půdě. Mulčování se ve sledovaných letech projevilo na hlinité půdě nejnižšími hodnotami ET u hodnocených variant s porostem (352,7, 336,7 a 376,3 mm). U ostatních půd tyto trendy nenastaly.

ZÁVĚR

Při sledování evapotranspirace (ET) travního porostu na vážitelných lyzimetrech na lokalitě Borkovice byl zaznamenán statisticky významný rozdíl mezi průměrnými hodnotami ET různých půd v pěti (1991, 1994 až 1997) ze sedmi sledovaných let. Výrazně se odlišovala půda slatiništní (nejvyšší hodnoty ET) od půdy písčité a hlinité.

Se zvyšováním obsahu vody v půdě i v závislosti na retenční schopnosti půdního profilu stoupaly též hodnoty ET.

Vliv odlišného využití travního porostu (jedno-, dvousečné, samozatrávnění, úhor, mulčování) v podmínkách stanoviště, včetně dominujícího vlivu ročníku na výši ET, se i přes velkou variabilitu hodnot projevil jejich diferenciací, nejvýrazněji mezi úhorovými a ostatními variantami. Nejvyšších hodnot ET bylo dosaženo v letech 1995 až 1997 na variantě dvou-, resp. jednosečné v roce 1996 (578,6 a 550,4 mm, resp. 501,7 mm) u slatiništní půdy. V průměru let a půd vykazovalo samozatrávnění po dvousečném využívání nejvyšší hodnotu evapotranspirace. Mulčování se v letech 1995 až 1997 na hlinité půdě projevilo nejnižšími hodnotami ET u variant s porostem (352,7, 336,7 a 376,3 mm).

Výsledky naznačují uplatnění uvedených zásad u půd hlinitých s rovnoměrnějším vodním režimem stanoviště. Velmi negativní z pohledu vodohospodářského se ukazuje varianta samozatrávnění, kdy sukcese plevelných druhů a jejich odlišný vodní provoz i kořenový systém mohou způsobovat nepříznivé jevy v hydrologické bilanci.

Výsledky a analýzy pro zpracování tohoto článku byly finančně kryty z prostředků NAZV projektu RE

5501 Mze ČR *Restrukturalizace zemědělské výroby za travněním – systém a ekonomika ve vztahu k ochraně půdy a vody* a z grantu GA ČR č. 103/95/0088 *Hydrologický režim extenzivně využívaných travních porostů a jejich vliv na životní prostředí*.

LITERATURA

- BECKER, K. W. et al.: Der Wasserhaushalt von Kraut- und Strauchvegetation auf Sandboden der Coblitz-Letzenger Heide. *Wass. u. Boden*, 48, 1996 (12): 29–33.
- EULENSTEIN, F. et al.: 10-jährige Mittelwerte (1983–1992) des Wasser-haushaltes der Göttinger lysimeter-Stationen. *Mitt. Dtsch. Bodenk. Gesell.*, 71, 1993: 123–126.
- KVÍTEK, T. et al.: Vliv extenzivního využívání trvalých travních porostů na životní porostů. *Planeta*, 1994 (6): 28–31.
- LARCHER, L.: *Fyziologická ekologie rostlin*. Praha, Academia 1988. 248 s.
- RYCHNOVSKÁ, M. et al.: *Ekologie lučních porostů*. Praha, Academia 1985. 292 s.
- ZAVADIL, J. – KVÍTEK, T.: Vliv způsobů využívání půdy na vyplavování dusičnanů a rizikových prvků. *Rostl. Výr.*, 43, 1997 (8): 371–377.

Došlo 18. 9. 1997

Kontaktní adresa:

Ing. Tomáš Kvítek, CSc., Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Žabovřeská 250, 156 27 Praha 5-Zbraslav, Česká republika, tel.: 02/57 92 16 40, fax: 02/57 92 21 39

COOL-SEASON FORAGE GRASSES

L. E. Moser, D. R. Buxton, M. D. Casler (eds)

Madison, Wisconsin, USA, Amer. Soc. Agron., Crop Sci. Soc. Amer., Soil Sci. Soc. Amer., 1996. 841 s.

Obsáhlá monografie o hospodářsky využívaných travách mírného pásma je 34. publikací v sérii kompendií vydávaných americkou agronomickou společností a akademickým nakladatelstvím.

Trávy jsou čtvrtou největší rostlinnou čeledí čítající kolem 10 tis. druhů, členěných do 650 až 785 rodů. Ale pouze 40 druhů je podstatnou součástí uměle zakládaných luk a pastvin. Z tohoto počtu je kolem 30 označováno za trávy mírného pásma.

Kniha je rozčleněna do 26 kapitol, z nichž prvních 14 je věnováno obecnějším otázkám fyziologie, výživy, chorobám a škůdcům, kvalitě píce, hospodářskému využití (píce, semeno) a šlechtění travních druhů na odolnost vůči biotickým a abiotickým stresům. Další kapitoly již obsáhle pojednávají o jednotlivých druzích či rodech – pořadí důležitosti plně odráží americká měřítka, takže jako první a zcela univerzální druh je uváděna kostřava rákosovitá, po ní pak srha laločnatá, sveřepý,

lesknice, jílky, bojínky, lipnice, píry a ostatní druhy. Poslední kapitola je určena druhům jednoletým.

V těchto speciálních kapitolách je každý druh zpracován velmi podrobně a zahrnuje část systematickou a morfologickou, taxonomii, rozšíření, zemědělský význam a různé druhy využití. Podstatná část je vždy věnována chorobám a škůdcům a vůbec limitujícím faktorům pěstování daného druhu, kvalitě píce a semenářské produkci a šlechtění. Tato poslední subkapitola je zpracována vyčerpávajícím způsobem od historie až k současným odrudám.

Každá kapitola je opatřena účtyhodným seznamem použité literatury, která sice cituje především autory americké, ale je možno zde najít i četné autory evropské, včetně českých.

Kompedium o travách mírného pásma je vynikající publikací, určenou nejen vědecké veřejnosti – šlechtitelům, botanikům a pícninářům, ale všem, kteří obdivují trávy pro jejich mnohostranné využití v zemědělství i jinde.

Ing. Bohumír Cagaš, CSc.

POUŽITÍ SEKVENČNÍ ANALÝZY KE STANOVENÍ VAZEB STOPOVÝCH PRVKŮ V PŮDÁCH

USE OF THE SEQUENTIAL ANALYSIS FOR THE ASSESSMENT OF TRACE ELEMENTS BONDS IN SOILS

J. Němeček¹, E. Podlešáková², M. Pastuszková²

¹*Czech University of Agriculture, Praha, Czech Republic*

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

ABSTRACT: Sequential analysis by Zeilen and Brümmer was used to characterise specific bonds of single trace elements in soils and especially specific bonds in different soil units and their expressive anthropogenic loads and extreme geogenic concentrations. Single trace elements bonds are characterised as follows: Cd by mobile and slightly mobilizable species; Mn additionally to the previous ones by occluded forms; Cu and Pb by organic- and free-Fe-oxides bonds; Mn, Zn, Be, Pb, Cu, Co and especially As and Cr by free-Fe-bonds; As, Cr, Be, Co and Ni by prevailing residuum. Specific features of trace elements speciation in different soils manifest themselves: in the prevailing residuum in soils from the geogenic extremes; in increased amount of Fe-oxides bonds of Zn and Cr in Fluvisols and As and Be in soils with geogenic loads; in the high ratio of organic bonds of Cd, Mn, Co, Zn, Ni and Cu in Chernozems, Fluvisols and Cu and Pb in soils with geogenic extremes. From the ecological standpoint the most important is the fraction of mobile and slightly mobilizable species. The mobile form of Cd is negatively pH-dependent and also high in soils (horizons) with absence of colloids (Arenosols, Luvisols). Negative pH-dependence is also reflected for Mn, Co, Ni and Zn. The slightly mobilizable forms indicate the intensity of anthropogenic loads of Zn especially in Fluvisols. Participation of mobile and potentially mobilizable fractions of As and Cu is low and positively pH-dependent, which is reflected in Chernozems and Fluvisols. Mobile and slightly mobilizable species are lacking for Pb, where the most mobile fraction is the occluded form and for Cr where it is organically bond species. In artificially loaded soils we found out that the incorporation of trace elements into less mobile species reflects the soil vulnerability, the buffering potential of soil to immobilise the trace elements (Arenosols < Luvisols < Cambic Podzols < Chernozems). The features of artificial contamination in the mentioned sequence were found even after five years. This proves that the process of incorporation of mobile forms into less mobile is very slow.

sequential analysis; trace elements; bonds of trace elements in soils; bonds of trace elements in soil units; soil vulnerability

ABSTRAKT: Sekvenční analýza prokázala specifiku vazeb jednotlivých stopových prvků v půdách. Navíc přispěla významně k charakteristice specifických rysů vazeb prvků u hlavních půdních jednotek, resp. významných antropogenních a extrémních geogenních zátěží. Sekvenční analýza po umělém zatížení půdy pomáhá k identifikaci zranitelnosti půdy.

sekvenční analýza; stopové prvky; vazby prvků v půdě; vazby prvků v půdních jednotkách; zranitelnost půdy

ÚVOD

Ekologické chování stopových prvků v půdě je měně určeno jejich celkovým obsahem (včetně pseudotálních obsahů v lučavce královské, 2M HNO₃ apod.), ale především jejich mobilními frakcemi. Poznání vazeb neboli speciace stopových prvků v půdě je tedy klíčem k hodnocení jejich chování v půdě, zejména z hlediska biopřístupnosti a hledání možností, způsobů a rozsahu ovlivňování jejich mobility.

Kvantifikaci vlivu jednotlivých půdních vlastností na mobilitu stopových prvků v oxidačních i redukčních podmínkách byla věnována řada experimentálních prací (Herms, 1982; Brümmer, Herms, 1983).

Jak uvádí Brümmer, Gerth (1986), v mobilizaci a imobilizaci stopových prvků se výrazně uplatňují procesy sorpce – desorpce, tvorby a rozkladu komplexů, v malé míře však v oxidačním prostředí procesy srážení a rozpouštění. K půdním vlastnostem běžně stanovitelným, se kterými koreluje chování stopových prvků, patří pH, jíl a humus, volné oxidy Fe, Al, Mn a redukčně-oxidační potenciál. U zmíněných půdních složek jílu, humusu a volných oxidů by měla být uvažována i jejich kvalita.

Na základě mnoha experimentálních prací se vyvíjely metody stanovení frakcionace stopových prvků v půdě, resp. speciace stopových prvků. Základem dokonalejších způsobů frakcionace a zároveň nejnáro-

nejším postupem je sekvenční analýza. Protože se opírá o teoretické výzkumy vazeb stopových prvků v půdě, spočívá její význam v tom, že umožňuje všestranné hodnocení specifiky vazeb stopových prvků v různých půdních jednotkách a jejich substrátových forem a posouzení možnosti jejich ovlivnění. Sekvenční analýza umožňuje i posouzení relevance zjednodušených postupů stanovení mobilních (extrakty CaCl_2 , NH_4NO_3) a mobilizovatelných forem stopových prvků.

Düess (1987) uvádí srovnání extrakčních činidel, používaných v sekvenčních postupech. Metodu vhodnou pro sedimenty navrhli Tessier et al. (1979). Pro půdy byly vedle jiných navrženy postupy sekvenční analýzy (Düess, 1987; Zeilen, Brümmer, 1989). V naší práci byla použita sekvenční analýza (Zeilen, Brümmer, 1991), která je určena pro půdy s vysokým redukčně-oxidačním potenciálem a bez výrazného podílu karbonátů.

MATERIÁL A METODA

Sekvenční analýzou (Zeilen, Brümmer, 1989) bylo stanoveno sedm frakcí rizikových prvků:

1. mobilní (1M NH_4NO_3)
2. snadno mobilizovatelná (1M NH_4OAc , pH 8,0)
3. okludovaná – na oxidy Mn (0,1M NH_2OH , HCl + 1M NH_4OAc , pH 6,0)
4. vázaná organickými látkami (0,025M NH_4EDTA , pH 4,6)
5. vázaná amorfními oxidy Fe (0,2M NH_4 -oxalátový pufr, pH 3,25)
6. vázaná dobře krystalizovanými oxidy Fe (0,1M kyselina askorbová / 0,2M NH_4 -oxalátový pufr)
7. reziduální frakce – silikáty, těžce zvětravatelné minerály ($\text{HNO}_3 + \text{HF} + \text{HClO}_4$)

Bylo zjištěno frakční složení Cd, Mn, Zn, Ni, Be, As, Pb, Cu, Cr a Fe, Al u hlavních půdních jednotek: regozemě arenické (RG), luvizemě (LM), černozemě (ČM), fluvizemě (FL), kambizemě dystrické (KMd) a eutrofní (KMe) a podzolu kambického (PK). Výběr půd zahrnuje i nejvýraznější antropické (FM) a geogenní zátěže, označené A, G. Bylo studováno i ovlivnění frakčního složení umělou zátěží (solí) Cd, Zn a Ni (3, 400, 200 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) po pětiletém období užití vzorků v nádobových pokusech.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Ve shodě s údaji, které uveřejnili Zeilen, Brümmer (1991), výsledky sekvenční analýzy prokazují, že jednotlivé stopové prvky se navzájem liší specifickými rysy jejich vazeb v půdě. Lze je charakterizovat obecně takto (obr. 1, 2):

- Cd nejvyšším zastoupením mobilní a snadno mobilizovatelné frakce ze všech půd,
- Mn významným zastoupením okludované a u řady půd mobilní frakce,

- Cu a Pb nejvyšším podílem organicky vázané frakce ze všech půd,
- především Cr, ale i As vysokým zastoupením vazeb s volnými oxidy Fe, a to hlavně s amorfními, s výjimkou některých geogenních zátěží (Mokrosko), kde dominuje krystalická forma (krystalická forma převládá nad amorfni u Ni),
- Be, Cr, Ni, Co a As významnou účastí rezidua, tedy nejobtížnější zvětratelných minerálů,
- při absolutní dominanci rezidua u Al se u Fe uplatňují v malé, ale zřetelné míře organické vazby u fluvizemí, výrazný podíl připadá na volné oxidy amorfni s převahou u výrazně kyselých půd a krystalovaně.

V naší studii jsme se však ve větší míře věnovali zvláštnostem vazeb stopových prvků v reprezentativních půdních jednotkách, většinou se slabou, u fluvizemí výraznou antropogenní zátěží, získanou v terénních podmínkách. Pozornost byla věnována i půdám s výraznou geogenní zátěží z čedičů a hadců a z kyselých žul a rul v metalogenních zónách Krušných hor. Sekvenční analýzy často výrazně antropogenně zatížených půd Hamburku a okolí uvádí Düess (1987).

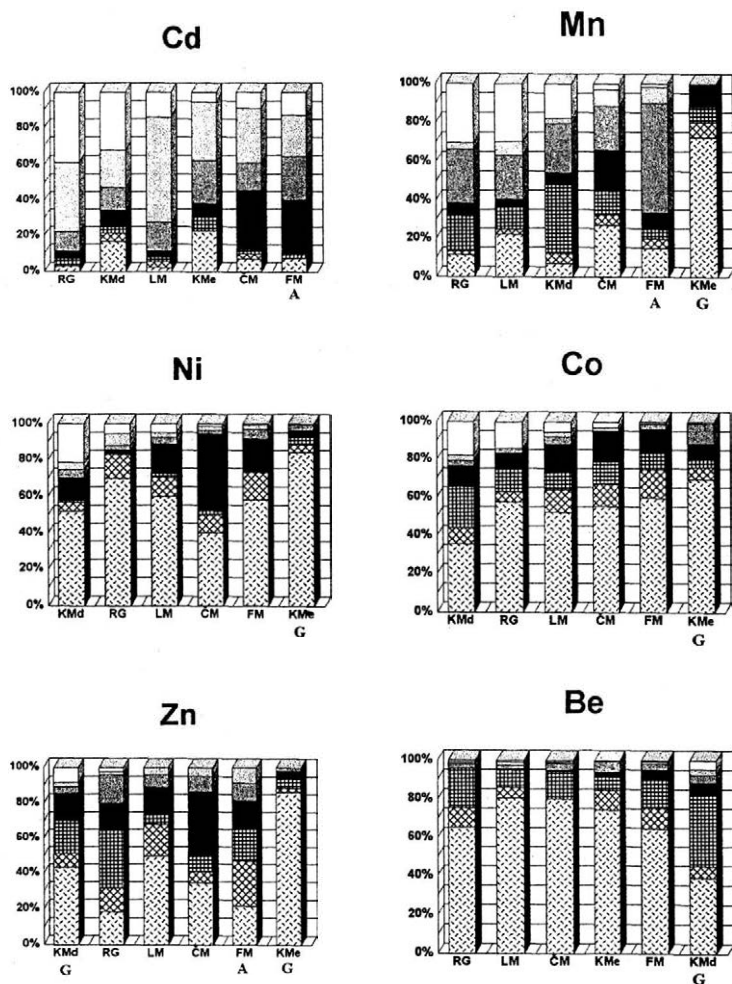
Specifické rysy vazeb stopových prvků půdně-litologických jednotek se projevují u méně mobilních frakcí: – převládáním rezidua u Cr, Mn, Ni, Zn, Co a Cu u kambizemí eutrofních z čedičů a hadců a u Cu z kambizemí v metalogenních zónách kyselých hornin, při absenci mobilních a snadno mobilizovatelných forem; vysoký obsah těchto prvků v uvedených půdách je spojen s nejpevnějšími vazbami v půdě;

- vysokým zastoupením vazeb As a Be s volnými oxidy Fe v kambizemích z kyselých, magmatických a metamorfovaných hornin a Cr a Zn ve fluvizemích.

U potenciálně mobilizovatelných specií prvků se zvláštnosti vazeb uplatňují:

- významným zastoupením organicky vázané frakce v černozemích hlavně u Cu, Ni, Cd, Zn, Mn a Co, ve fluvizemích u Cu, Cd a As, v kambizemích s geogenní zátěží u Cu a Pb;
- nejvyšším podílem okludované frakce ve fluvizemích u Mn a Cd.

Ekologicky nejvýznamnější je podíl mobilních a snadno mobilizovatelných frakcí. Podle jejich sumy je na prvním místě Cd. Zatímco zastoupení nejmobilnější složky, přítomné obecně u všech půd, je nepřímo závislé na pH a absenci koloidů (regozem arenická), suma obou frakcí je významná u půd s nízkým (regozem arenická) či pedogenně sníženým obsahem koloidů (luvizem). Obdobně je tomu u Mn s tím, že podíl snadno mobilizovatelné frakce je poměrně nízký a obě mobilní formy chybí u kambizemí eutrofních. Totéž lze konstatovat o Co a Ni, kde obě nejmobilnější frakce téměř chybí u řady neutrálních půd a u Zn a Be i u slabě kyselých půd. Obě nejmobilnější frakce plně chybí u Cr a Pb. U As a Cu se pak vyskytují pouze u černozemí a fluvizemí.

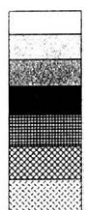


1. Výsledky sekvenční analýzy stopových prvků (Cd, Mn, Ni, Co, Zn, Be) v reprezentativních půdních jednotkách – Results of the sequential analysis of trace elements (Cd, Mn, Ni, Co, Zn, Be) in representative soil units

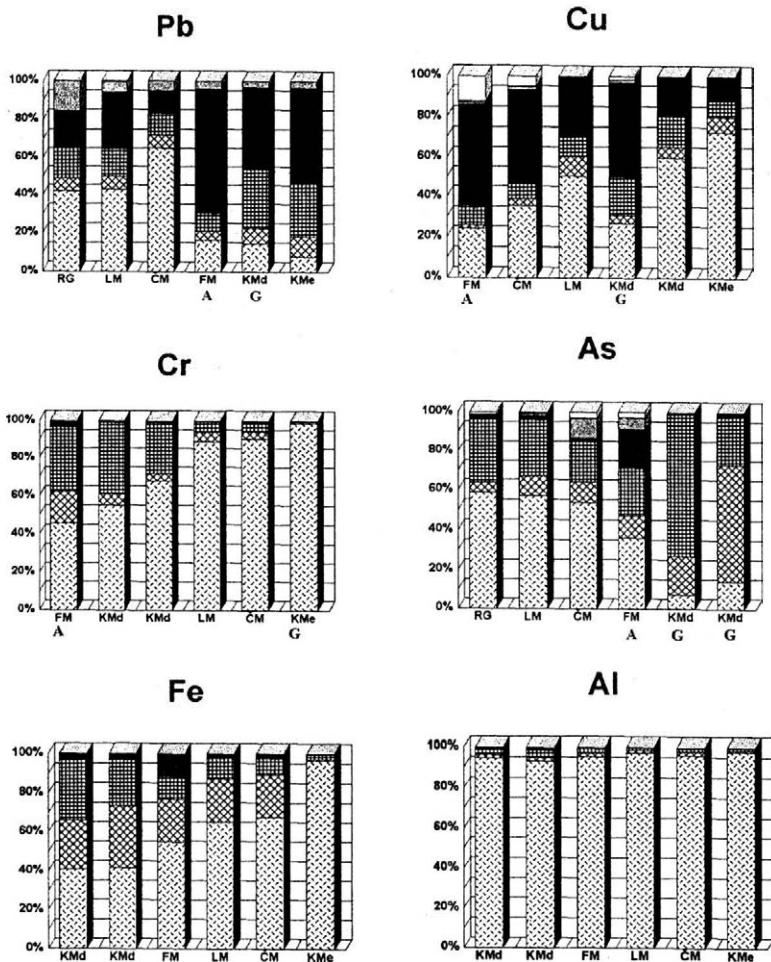
Vysvětlivky k obr. 1 až 3 – Explanations to Figs 1 to 3:

FM = fluvizem – Fluvisol
RG = regozem – Arenosol
LM = luvizem – Luvisol
ČM = černozem – Chernozem
KMd = kambizem dystrická – dystic Cambisol
KMe = kambizem eutrofní – eutrophic Cambisol
PK = kryptopodzol – cambic Podzol
dávka – dose
kontrola – control

druh frakce – fraction forms



mobilní – mobile
 lehce přístupná – easily mobilizable
 vázaná na Mn oxidy – occluded on Mn oxides
 vázaná organickými látkami – organic-bond
 vázaná na nekrytalické oxidy Fe – amorphous Fe-oxides-bond
 vázaná na krytalické oxidy Fe – crystalline Fe-oxides-bond
 reziduálně vázaná – residual bond

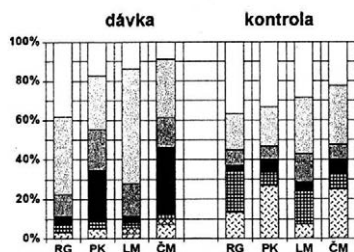


2. Výsledky sekvenční analýzy stopových prvků (Pb, Cu, Cr) a As, Fe, Al v reprezentativních půdních jednotkách – Results of the sequential analysis of trace elements (Pb, Cu, Cr) and As, Fe, Al in representative soil units

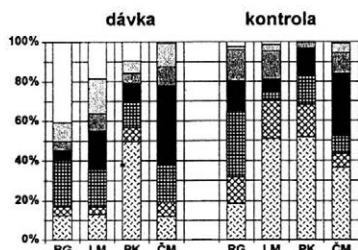
Výzkum chování uměle zatížených půd, které po dobu pěti let byly používány v nádobových pokusech a každoročně byly důkladně promíseny, měl ukázat zabudování vstupů do přírodních vazeb v půdě a konkrétní odezvy různých půdních jednotek na vstupy stopových prvků dodaných v extrémně mobilní formě. Jak ukazuje obr. 3, nejvýrazněji se rozdíly v odezvách na uměle přidané stopové prvky projeví mezi extrémně srovnávaných půd, tj. mezi regozemí arenickou a černozemí. Odrážejí se především v obsahu nejmobilnější frakce všech zkoumaných prvků a v obsahu sumy obou nejmobilnějších frakcí. Zkoumané půdy lze z tohoto hlediska srovnat v řadě regozem > luvizem > kryptopodzol > černozem. V této řadě se opět projevuje kom-

binace vlivu pH a obsahu (kvality) koloidů. Výrazně se uplatňuje až i zabudování do organických vazeb u černozemí pro všechny prvky, u Cd i u kryptopodzolu. U uměle zatížených půd tak zjišťujeme, že k zabudování stopových prvků, dodaných v nejmobilnější formě, došlo v relaci k tzv. zranitelnosti půd. Pod tímto pojmem rozumíme pufrací potenciál určité půdy zabránit určité formě kontaminace (či degradace). Vulnerabilita zemědělské půdy vůči zatížení polutanty znamená schopnost půdy snižovat biopřístupnost, resp. snižovat transport do podzemní vody na dlouhou dobu a proveditelnost regulovat tyto procesy. Uměle zatížení půd se projevuje i po pěti letech. Dokazuje to, že proces zabudování mobilní formy stopových prvků je velmi pomalý.

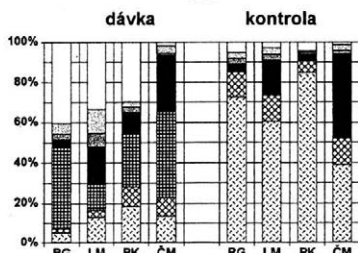
Cd



Zn



Ni



3. Výsledky sekvenční analýzy půd uměle zatížených (soli) ve srovnání s nekontaminovanými půdami (po pěti letech využívání v pokusech) – Results of the sequential analysis of the soils artificially loaded by salts in comparison with the nonpolluted soil (after five years of use in pot experiments)

LITERATURA

- BRÜMMER, G. W. – GERTH, J.: Heavy metal species, mobility and availability in soils. *Z. Pfl.-Ernähr. Bodenkd.*, 149, 1986: 382–398.
- BRÜMMER, G. – HERMS, U.: Influence of soil reaction and organic matter on the solubility of heavy metals in soils. In: ULRICH, B. et al. (eds): Effect of accumulation of air pollutants. 1983: 233–243.
- DÜESS, G.: Untersuchungen zu den Bindungsformen und ökologisch wirksamen Fraktionen ausgewählter toxischer Schwermetalle in ihrer Tiefenverteilung in Hamburger Böden. [Dizertace.] Univ. Hamburg 1987. 266 s.
- HERMS, U.: Untersuchungen zur Schwermetalllöslichkeit in kontaminierten Böden und kompostierten Siedlungsabfällen in Abhängigkeit von Bodenreaktion, Redoxbedingungen und Stoffbestand. [Dizertace.] Univ. Kiel 1982. 245 s.
- TESSIER, A. – CAMPBELL, P. G. C. – BISSON, M.: Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals. *Anal. Chem.*, 51, 1979: 844–851.
- ZEILEN, H. – BRÜMMER, G. W.: Chemische Extraktionen zur Bestimmung von Schwermetallbindungsformen in Böden. *Mitt. Dtsch. Bodenkd. Gesell.*, 59, 1989 (1): 505–510.
- ZEILEN, H. – BRÜMMER, G. W.: Ermittlung der Mobilität und Bindungsformen von Schwermetallen in Böden mittels sequentieller Extraktionen. *Mitt. Dtsch. Bodenkd. Gesell.*, 66, 1991 (1): 439–442.

Došlo 20. 11. 1997

Kontaktní adresa:

Prof. RNDr. Jan Němeček, DrSc., Česká zemědělská univerzita, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika, tel.: 02/24 38 27 52, fax: 02/20 92 03 12

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

Current Contents

na disketách

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

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

Přístup k informacím Current Contents je umožněn dvojím způsobem:

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

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

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

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

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

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna

Dr. Bartošová

Slezská 7

120 56 Praha 2

Tel.: 02/24 25 79 39, l. 520, fax: 02/24 25 39 38

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

MOŽNOSTI REMEDIAČE ZEMĚDĚLSKÝCH PŮD

REMEDIATION NEEDS OF AGRICULTURALLY USED SOILS

E. Podlešáková¹, J. Němeček², R. Vácha¹

¹Research Institute for Soil and Water Conservation, Praha, Czech Republic

²Czech University of Agriculture, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: Whereas prominent attention is being paid to the harsh remediation of severely polluted soils, especially of old loads in urban, industrial and military areas, spatial remediation of agriculturally used soils is still neglected. Criteria are developed for identification of these sites, based on assessments of mobilities of hazardous trace elements in soils, their transfers into plants and reaching critical contents in crops, threatening the food chain and/or the crop production. Experiments with the immobilization of trace elements by liming proved their high efficiency in expressive decreasing of elements mobilities and transfers of elements, the mobility of which is pH-dependent (Tab. I). Significant correlation was found in dystric Cambisols between soil pH and contents of Cd, Zn and Ni in testing plants (spinach > radish) and soil-plant transfers in the following sequence of elements: Zn, Cd, Ni (Tab. II). Experiments were conducted with remediation of soils by dung, compost and muck. The muck shows the most expressive effects on pH and humus quality, especially (Tab. III) in dystric Cambisols (less in Arenosols). The organic amendments display their impacts strongly on mobile species of trace elements, less expressively on potentially mobilizable ones (Figs 1, 2) in the sequence dung < compost < muck (material of sapric Histosols). This fact is reflected also in the content of trace elements Cd, Zn, Ni in carrots (Fig. 4). The effects depend upon the soil units. Whereas in dystric Cambisols the application of all organic ameliorative substances manifests itself in decreasing the trace element mobilities, the effects decline in Arenosols and are nil in Chernozem (Fig. 3). The same statement can be made about the content of Cd in carrots (Fig. 5). The sequential analysis proved (Fig. 6) that positive effects of organic amendments on decreasing trace elements mobility and their transfer into plants are not only due to their neutralising effects but also due to their capability to incorporate them into organic bonds. The most expressive effects were found after application of muck into dystric Cambisols.

harsh, soft remediations of soils; immobilization of trace elements by liming, organic amendments; dung; compost; muck

ABSTRAKT: Zatímco radikálním asanacím intoxikovaných půd, reprezentujících staré zátěže urbánních, průmyslových areálů a vojenských prostorů, je věnována významná pozornost, plošné remediaci zemědělsky využívaných půd jsou v začátcích. Pro identifikaci těchto ploch se vyvíjejí kritéria, spočívající v hodnocení mobility rizikových stopových prvků, jejich transferu do rostlin a v dosahování kritických obsahů ohrožení potravního řetězce nebo rostlinné produkce. Pokusy s imobilizací stopových prvků vápněním v kyselých silně zatížených kambizemích prokázaly svoji efektivnost výrazným snížením mobility prvků a jejich transferu do rostlin u prvků, jejichž mobilita negativně koreluje s pH, zejména Cd, Ni a Zn. Pozitivní efekt při aplikaci organických meliorantů se projevil hlavně u kambizemí dystrických, a to především vliv rašeliny (slatiny). Tento vliv je dán zčásti neutralizačním procesem, zčásti však zabudováním mobilnějších prvků Cd, Mn, Ni, Zn a Co do organických vazeb, jak prokazují sekvenční analýzy.

tvrdé, měkké remediaci půd; imobilizace stopových prvků vápněním, organickými látkami; hnůj; kompost; slatina

ÚVOD

Kritéria a technologie remediací půd se v zahraničí a v ČR prosazovaly nejdříve u silně zatížených půd, které přímo ohrožují lidské zdraví perorálním a inhačním příjmem. Byly motivovány především výskytem v městských, zejména pak průmyslových areálech. Impuls ke kritériálnímu přístupu a asanačním technologiím daly materiály EPA. Mimo USA a Kanadu byly rozvíjeny zejména v Nizozemsku a v Německu. V ČR se tato problematika dostala do popředí zájmu s privatizací průmyslových podniků a asanací vojenských ob-

jektů opuštěných sovětskou armádou. K hodnocení potřeb těchto razantních a velmi nákladných remediací (harsh remediations) byla v ČR zprvu přijata kritéria A, B, C nizozemských směrnic (VROM, 1983, 1988), začleněná do směrnic MŽP a MSNMP (1992), která byla později revidována (MŽP, 1996). Kritéria pozadových hodnot byla do tohoto systému převzata na úrovni hodnot A pro rizikové stopové prvky (1992, 1996) a perzistentních organických polutantů (1996) z návrhu VÚMOP (Němeček et al., 1996; Podlešáková et al., 1996). Nejvyšší akční hodnoty systému C indikují potřebu asanací či izolace stanovišť a potřebu vy-

pracování odhadu rizik. Na těchto stanovištích je možno použít nejširšího souboru remediačních metod přímo na lokalitě nebo při dekontaminaci odtěžených zemin. Většina těchto remediačních metod je velmi nákladná a působí destruktivně na fyzikální a biologické vlastnosti půd.

Technologie remediace zemědělských půd a přístupy k tvorbě kritérií představují problematiku méně rozpracovanou v zahraničí (Gupta et al., 1996) i u nás. Za současného stavu se v ČR opírají o směrnici 13/1994 Sb. zákona na ochranu zemědělského půdního fondu (334/1992 Sb.). Ve směrnici uvedená kritéria, zvaná maximálně přípustné hodnoty rizikových prvků pro zemědělské půdy, tvoří zjednodušený systém (Podlešáková, Němeček, 1990), který byl původně navržen VÚMOP pro šest půdních seskupení, která podle našich současných názorů představují potenciály zranitelnosti půdy. Kritické zátěže půd na této úrovni indikují ohroženost potravního řetězce a rostlinné produkce (fytotoxicity). Při vypracovávání podkladů k revizi stávajících kritérií se vychází z nových poznatků a především pak ze studia mobilít rizikových prvků (RP) a jejich transferu do rostlin, vedoucího k dosažení kritických zátěží rostlin (Podlešáková, Němeček, 1997).

Předložený příspěvek je zaměřený na asanační metody vhodné pro zemědělsky využívané půdy. Přináší výsledky aplikace dvou metod založených na principu imobilizace rizikových prvků:

- vápněním, které by mělo být efektivním opatřením u rizikových prvků, jejichž mobilita je výrazně závislá na pH,
- aplikací organických látek různé kvality, u nichž existuje možnost poutání rizikových prvků na produkty jejich přeměn.

MATERIÁL A METODA

Sledování probíhalo v nádobových pokusech (Mitscherlichovy nádoby na 6 kg zeminy) umístěných ve skleníku. K ověření vlivu acidity na transfer rizikových prvků bylo testováno 15 vzorků půd odebraných z ornice zemědělsky využívaných kambizemí imisně silně zatížených lokalit severočeského regionu s pH v rozmezí 3,5 až 6,5 (7,0). Půdní vzorky byly ponechány jednak v přirozené půdní aciditě (skupiny A) a jednak byly upraveny vápněním (CaCO_3) na hodnotu 6,5 (skupina B). Bylo použito čtyřnásobné opakování. Za testovací plodinu byla zvolena ředkvička a špenát, tj. rostliny s vyšším transferem rizikových prvků. Celkový obsah rizikových prvků byl stanoven v listech špenátu a v kořenech ředkvičky po rozkladu rostlinné hmoty směsí kyselin HNO_3 a HClO_4 . V zemině byly vedle celkových obsahů stanoveny i mobilní (v 0,01M CaCl_2 a 1M NH_4NO_3) a potenciálně mobilní (0,025M Na_2EDTA) formy rizikových prvků. Rizikové prvky byly měřeny na AAS a přístroji Spectra AA 300 značky Varian.

Vliv účinku organických látek (hnoje, kompostu a slatiny) na imobilizaci rizikových prvků byl testován ve třech půdních představitelích:

- regozem arenická (RGa – lokalita Boletice),
- kambizem dystriická (KMD – lokalita Mikulov),
- černozem modální (ČMm – lokalita Slaný).

Dávky organických materiálů byly odvozeny od běžně používané dávky hnoje ($500 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), a to tak, že dávky ostatních organických hmot měly stejný obsah oxidovatelného uhlíku. Vedle kontroly byly organické hmoty aplikovány jako troj- a šestnásobek základní dávky. V příspěvku jsou pro přehlednost prezentovány pouze výsledky s šestnásobnou dávkou organických materiálů. Každá varianta byla třikrát opakována. Ve všech variantách bylo stanoveno:

- pH (v 0,2M KCl),
- obsah C_{ox} (modifikovanou Tjurinovou metodou),
- obsah pevně poutaných huminových kyselin a fulvokyselin (v pyrofosforečnanu sodném) a slabě poutaných huminových kyselin a fulvokyselin (v NaOH),
- barevný kvocient Q_{466} .

Obdobnými metodami jako u předešlého pokusu byly stanoveny mobilní a potenciálně mobilní formy vybraných rizikových prvků. U pokusu s přidávkou organických materiálů byla provedena sekvenční analýza (Zeilen, Brümmer, 1989). Kritické hodnoty zátěží rostlin byly posuzovány podle čs. krmivářské vyhlášky (Vyhláška č. 194/1996 Sb.) a podle údajů z literatury (Vollmer, 1995), které odpovídají normám EU vyjádřeným v sušině. Analýzy provedly laboratoře VÚMOP, Praha.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Základní metodou tzv. měkkých remediací je vápnění. Tato metoda je účinná pro imobilizaci všech stopových prvků, jejichž mobilní formy jsou záporně závislé na pH, a to v pořadí: Mn, Cd > Co, Zn, Ni, Be (Pb). Vliv vápnění na chování Cd, Zn a Ni je dokumentován v tab. I. Vápnění kambizemí, které představují půdy s nejširším rozsahem půdní acidity, výrazně snižuje mobilitu rizikových stopových prvků a v důsledku toho i transfer do rostlin. Snižování se týká především nejmobilnějších forem, v menší míře potenciálně mobilní frakce. Výsledky ukazují, že i v pokusných podmínkách, ve kterých je transfer do plodin vyšší než v polních podmínkách, nebylo po vápnění dosaženo kritických koncentrací biopřístupného Cd (80% snížení mobility) v ředkvičce ($1,8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). Rovněž výrazné snížení pohyblivosti Zn a Ni vápněním je spojeno se snížením transferu s tím, že překročení kritických koncentrací těchto prvků v plodinách ($5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ u Ni a $250 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ u Zn v pšicínách) není tak nebezpečné jako u Cd. Vápnění zabraňuje příjmu poslední uvedené prvků, vedoucímu ke kritickým koncentracím v užitné masě rostlin i u rostlin se zvýšeným potenciálem příjmu, jako je ředkvička. Pouze u daleko výraz-

	Prvek ⁴	Cd			Ni			Zn		
	varianta ⁵	A	B	%	A	B	%	A	B	%
	pH	4,83	6,55		4,83	6,55		4,83	6,55	
Obsah ¹ (mg.kg ⁻¹)	celkem ⁶	0,71	0,67		20,8	20,6		168,8	157,6	
	Na ₂ EDTA	0,32	0,25	22	4,2	3,4	19	21,1	19,1	9
	CaCl ₂	0,14	0,02	86	0,25	0,11	56	2,9	0,3	89
	NH ₄ NO ₃	0,14	0,03	79	0,69	0,02	97	4,7	0,5	89
	špenát ⁷	20,1	13,9	31	1,8	0,9	50	355,6	175,5	51
	ředkvička ⁸	2,1	1,5	29	1,8	1,4	22	71,9	36,6	49
Mobilita ²	Na ₂ EDTA	0,46	0,38	17	0,14	0,13	7	0,13	0,12	8
	CaCl ₂	0,21	0,04	81	0,011	0,005	55	0,018	0,002	89
	NH ₄ NO ₃	0,21	0,05	76	0,021	0,001	95	0,028	0,004	86
Transferový faktor ³	špenát	15,3	20,6		0,02	0,04		0,88	0,96	
	ředkvička	3,1	2,5		0,07	0,07		0,45	0,25	

A = nevápněná varianta – nonlimed variant

B = vápněná varianta – limed variant

¹content, ²mobility, ³transfer factor, ⁴element, ⁵variant, ⁶total, ⁷spinach, ⁸radish

II. Závislost obsahu Cd, Zn a Ni v rostlinách a jejich transferu z půdy do rostliny na pH půdy (exponenciální model) – Dependence of Cd, Zn and Ni content in crops and of its transfer from soil to plant on pH of soil (exponential model)

	Prvek ³	Rostlina ⁴	F-test	Hladina významnosti ⁵	Korelační koeficient ⁶	Statistická chyba ⁷
Obsahy v rostlinách ¹ /pH	Cd	špenát ⁸	14,3391	0,00059	-0,5446	0,5850
		ředkvička ⁹	10,6862	0,00183	-0,3974	0,6672
	Zn	špenát	28,5859	0,00001	-0,6758	0,5924
		ředkvička	53,8710	0,00000	-0,6971	0,4122
	Ni	špenát	4,3851	0,04378	-0,3380	0,9864
		ředkvička	3,8586	0,05437	-0,2518	1,1536
Transfery půda – rostlina ² /pH	Cd	špenát	6,9308	0,01265	-0,4115	0,6875
		ředkvička	6,1186	0,01638	-0,3113	0,7381
	Zn	špenát	19,3691	0,00010	-0,6024	0,5803
		ředkvička	36,3234	0,00000	-0,6239	0,4835
	Ni	špenát	3,5997	0,06631	-0,3094	0,8400
		ředkvička	7,7494	0,00728	-0,3459	0,9633

¹contents in plant, ²transfers soil – plant, ³element, ⁴crop, ⁵significant level, ⁶correlation coefficient, ⁷statistical error, ⁸spinach, ⁹radish

nějších bioakumulátorů, jakým je špenát, byla kritická zátěž překročena u nevápněné varianty i u Zn a po vápnění u Cd. Byla prokázána (tab. II) korelace mezi pH půdy a obsahy Cd, Zn a Ni v rostlinách a jejich transferovými faktory. Výraznější korelace se projevuje u špenátu. Prvky lze seřadit z hlediska těsnosti korelace a její průkaznosti do řady Zn > Cd > Ni.

Úprava půdní reakce patří u prvků, jejichž mobilita výrazně negativně koreluje s pH, k základním imobilizačním opatřením. V literatuře citovaná jiná remediační imobilizační opatření mají vždy úpravu acidity alespoň jako nezbytné doprovodné opatření při aplikaci minerálních organických koloidů, nerozložených organických látek, fosfátů apod. (Ahmed, Rahman et al., 1997; Lin et al., 1997).

Pokusy se zapravením organických látek různé kvality do půdy prokazují jejich diferencovaný vliv na půdní procesy, mobilitu stopových prvků v půdě a na jejich transfer do rostlin. Tyto účinky závisejí na specifických vlastnostech zapravovaných organických materiálů, vazbách stopových prvků v půdě obecně i speciálně v určitých půdních jednotkách a na plodinách. Všechny použité organické látky mají neutralizační účinky, projevující se zvláště v kambizemích dystrických (tab. III). Slatina má rovněž pozitivní vliv na kvalitu humusu v dystrických kambizemích a v regozemích, které se odrážejí v hodnotách barevného koeficientu ($Q_{4/6}$) huminových kyselin. Aktuální mobility všech sledovaných stopových prvků Mn, Cd, Zn, Co, Ni, Be a Pb jsou v půdách výrazněji sníženy zapravenými organickými

III. Vliv přidavku organických látek na půdní vlastnosti – Influence of organic soil amendments on soil properties

		pH	Humus	C/N	C _{HK}	C _{FK}	C _{HK} : C _{FK}	Q _{4/6}	C _{HKP} : C _{HKI}
RG	Ko	6,55	3,13	13,6	0,35	0,26	1,35	6,96	1,09
	H	6,88	3,33	12,8	0,54	0,28	1,93	6,42	1,45
	K	6,95	3,67	13,1	0,41	0,27	1,52	6,47	1,02
	S	6,90	3,53	12,6	0,51	0,34	1,50	5,42	1,54
KM	Ko	4,55	4,62	12,2	0,73	0,82	0,89	6,12	0,78
	H	5,15	4,93	11,2	0,75	0,83	0,91	6,35	0,86
	K	5,18	5,11	11,6	0,67	0,81	0,83	6,67	0,64
	S	5,80	4,86	11,5	0,72	0,83	0,86	5,88	0,86
ČM	Ko	6,95	2,75	13,1	0,36	0,23	1,57	4,33	4,00
	H	7,13	3,38	12,1	0,48	0,28	1,71	4,60	1,40
	K	7,05	3,52	12,4	0,49	0,29	1,69	4,75	2,73
	S	7,05	3,36	12,0	0,66	0,36	1,83	4,70	3,30

RG = regozem – Arenosol

KM = kambizem – Cambisol

ČM = černozem – Chernozem

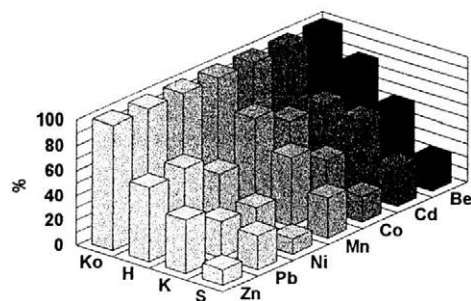
Ko = kontrola – control

H = hnůj – dung

K = kompost – compost

S = slatina – muck

nejvyšší testovaná dávka = šestnásobek základní dávky 500 kg.ha⁻¹ – the highest testing dose = six fold of basal dose 500 kg.ha⁻¹



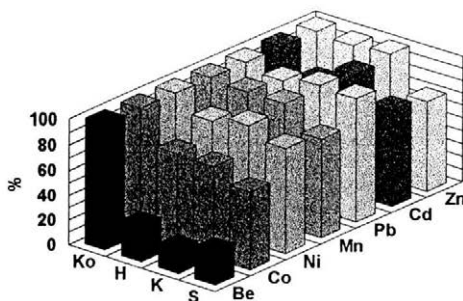
1. Ovlivnění relativní mobility RP v kambizemi aplikací tří organických materiálů (extrakt v 1M NH₄NO₃) – Affecting relative mobility of HTEs in Cambisols by application of three organic amendments (extract in 1M NH₄NO₃)

Ko = kontrola – control

H = hnůj – dung

K = kompost – compost

S = slatina – muck



2. Ovlivnění relativní potenciální mobility RP v kambizemi aplikací tří organických materiálů (extrakt v 0,025M Na₂EDTA) – Affecting relative potential mobility of HTEs in Cambisols by application of three organic amendments (extract in 0.025M Na₂EDTA)

Ko = kontrola – control

H = hnůj – dung

K = kompost – compost

S = slatina – muck

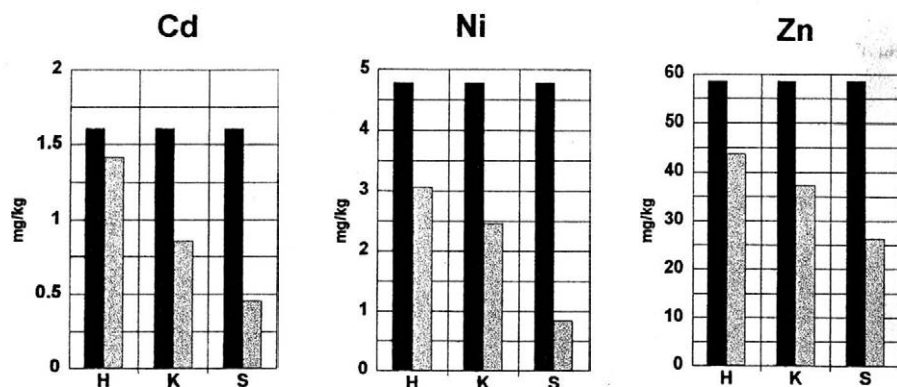
kybími hmotami než jejich potenciálně mobilizovatelné formy v pořadí: hnůj < kompost < slatina. Na obr. 1 a 2 je znázorněn relativní pokles mobilit vlivem testovaných organických hmot. Účinnost organických hmot se liší v závislosti na typu půdy, do které jsou organické látky zapraveny. Nejvýraznější je ovlivnění mobilita prvků (demonstrováno na Cd a Zn, obr. 3) v kambizemích dystrických, a to převážně ve variantách s nejvyššími dávkami slatin. Výrazně nižší účinek byl zjištěn u regozemí, u černozemí se působení organických materiálů neprojevovalo. V souladu se snížením mobilit rizikových

prvků bylo vlivem aplikace organických látek zaznamenáno i snížení obsahu rizikových prvků v rostlinné hmotě. Vliv jednotlivých organických látek na koncentraci Cd, Ni a Zn v mrkvi vykazuje stejnou sekvenci: hnůj < kompost < slatina (obr. 4). Účinnost organických látek na snížení koncentrace rizikových prvků byla rovněž nejvyšší v kambizemi, daleko méně výrazná v regosolu a nulová v černozemi (obr. 5). Vedle Cd, Zn a Ni byly sledovány mobilita a transfery dalších prvků, např. Cu, Pb, Cr a V. Výsledky však v příspěvku neuvádíme vzhledem k minimálním ode-



3. Ovlivnění mobilit Cd a Zn v testovaných půdách testovanými organickými materiály (extrakt v 1M NH_4NO_3) – Affecting Cd and Zn mobilities in tested soils by tested organic amendments (extract in 1M NH_4NO_3)

RG = regozem – Arenosol
 KM = kambizem – Cambisol
 ČM = černozem – Chernozem
 Ko = kontrola – control
 H = hnůj – dung
 K = kompost – compost
 S = slatina – muck



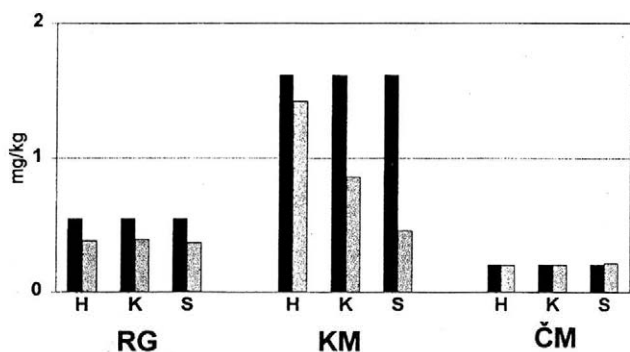
4. Ovlivnění obsahu Cd, Ni a Zn v mrkvi organickými materiály v kambizemi – Affecting of Cd, Ni and Zn content in carrots by organic amendments in Cambisols

■ kontrola – control
 ▨ dávka – rate
 H = hnůj – dung
 K = kompost – compost
 S = slatina – muck

zváť daným nízkou pohyblivostí prvků, a to především Cr a V, a jejich nízkým transferem do rostlin.

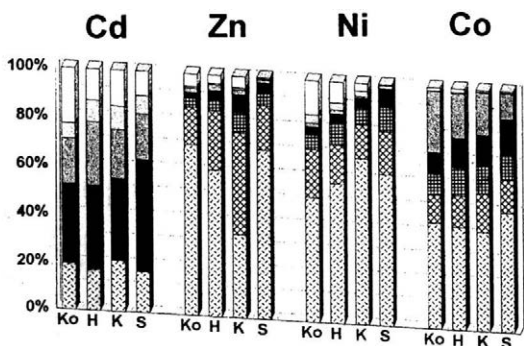
Sekvenční analýza ukázala, že zmíněné ovlivnění mobilit a zejména transferů rizikových prvků není pouze výsledkem změn v půdní aciditě a pufrací schopnosti půd, ale je i důsledkem zapravených dávek a zejména kvality organických meliorantů. Obr. 6 prokazuje, že zejména aplikace slatiny (materiály saprických organozemí) byla schopná ve větších dávkách nejen snížit mo-

bilitu Cd, Co, Zn a Ni, ale i zabudovat rizikové prvky do organických vazeb v dystrických kambizemích. Prvky primárně vázané ve větší míře v organických vazbách, tj. Cu a Pb, nejsou zapravenými organickými re-medianty výrazně ovlivněny. Cr a As s minimem mobilních a mobilizovatelných frakcí nevykazují žádnou odezvu. Sekvenční analýza potvrdila nevýrazný vliv organických látek zapravených do regozemě a především pak do černozemě na vazby rizikových prvků.



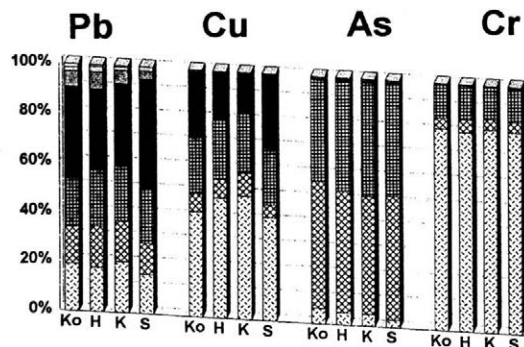
5. Ovlivnění obsahu Cd v mrkvi organickými materiály ve vybraných půdách – Affecting of Cd content in carrots by organic amendments in selected soils

RG = regozem – Arenosol
 KM = kambizem – Cambisol
 ČM = černozem – Chernozem
 ■ kontrola – control
 ▨ dávka – rate
 H = hnůj – dung
 K = kompost – compost
 S = slatina – muck

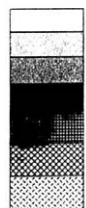


6. Ovlivnění vazeb stopových prvků organickými materiály v kambizemi – Affecting bonds of trace elements by organic amendments in Cambisols

Ko = kontrola – control
 H = hnůj – dung
 K = kompost – compost
 S = slatina – muck



druh frakce – fraction forms



mobilní – mobile
 lehce přístupná – easily mobilizable
 vázaná na Mn oxidy – occluded on Mn oxides
 vázaná organickými látkami – organic-bond
 vázaná na nekrytalické oxidy Fe – amorphous Fe-oxides-bond
 vázaná na krytalické oxidy Fe – crystalline Fe-oxides-bond
 reziduálně vázaná – residual bond

ZÁVĚR

Výsledky nádobových pokusů zaměřené na imobilizaci rizikových prvků v půdách, prokázaly pozitivní účinek vápnění na snížení jejich mobility a transferů do rostlin, a to především prvků, jejichž mobilita je závislá na hodnotě pH. Z testovaných organických materiálů, hnoje, kompostu a slatiny nejvýraznější snížení mobility a transferů rizikových prvků Zn, Cd a Ni vykazuje slatina v kambizemi dystrické. Slatina rovněž prokázala nejvyšší schopnost inkorporovat rizikové prvky Zn, Cd, Co a Ni do organických vazeb.

LITERATURA

AHMED, S. – RAHMAN, S. M.: Influence of phosphate and lime on trace metal uptake by rape and pea. In: Ext. Abstr. 4th Int. Conf. Biogeochemistry of Trace Elements, Berkeley, California, USA, 1997: 449–450.
GUPTA, S. K. – VOLLMER, M. K. – KREBS, R.: The importance of mobile, mobilisable and pseudo-total heavy metal fractions in soil for three-level risk assessment and risk management. Sci. Tot. Envir., 178, 1996: 11–20.
LIN, C. F. – LIN, H. Y. – HUANG, Y. J. – LO, S. S.: Reclamation of heavy-metal-contaminated soil using synthesized zeolite. In: Ext. Abstr. 4th Int. Conf. Biogeochemistry of Trace Elements, Berkeley, California, USA, 1997: 435–436.
NĚMEČEK, J. – PODLEŠÁKOVÁ, E. – PASTUSZKOVÁ, M.: Návrh limitů kontaminace půd perzistentními organickými xenobiotickými látkami pro ČR. Rostl. Vyr., 42, 1996 (2): 49–53.

PODLEŠÁKOVÁ, E. – NĚMEČEK, J.: Přístup k řešení limitních hodnot rizikových prvků v půdách. In: Sbor. Hygiene na půd a jej monitorovanie, Frýdek-Místek, 1990: 127–144.
PODLEŠÁKOVÁ, E. – NĚMEČEK, J.: Criteria for soil contamination by organic and inorganic pollutants in the Czech Republic. 9th Conf. Int. Soil Conserv. Organ. (ISCO), Bonn 1996. 1997.
PODLEŠÁKOVÁ, E. – NĚMEČEK, J. – HÁLOVÁ, G.: Návrh limitů kontaminace půd potenciálně rizikovými stopovými prvky pro ČR. Rostl. Vyr., 42, 1996 (3): 119–125.
VOLLMER, M. K.: Herleitung und Anwendung von Prüf- und Sanierungswerten für schwermetallbelastete Böden in der Schweiz. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrar- und Umwelthygiene (FAC). Schweiz, 1995: 102 s.
ZEILEN, H. – BRÜMMER, G. W.: Chemische Extraktionen zur Bestimmung von Schwermetallbildungsformen in Böden. Mitt. Dtsch. Bodenk. Gesell., 59, 1989 (1): 505–510.
MSNMP a MŽP ČR: Postup vyhodnocení závazků z hlediska ochrany ŽP při zpracování privatizačního projektu. Metodický pokyn. 1992: 17–18.
MZe ČR: Vyhláška MZe, kterou se provádí zákon o krmivech. 194/1996 Sb.
MŽP ČR: Vyhláška MŽP, kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu. 13/1994 Sb.
MŽP ČR: Kritéria znečištění podzemních vod a půdního vzduchu. Podle metodických pokynů MŽP ČR – Kritéria znečištění zemin a podzemní vody. Zprav. MŽP ČR 1996, č. 8.
VROM: Soil protection guideline 1983/1990. The Hague.

Došlo 20. 11. 1997

Kontaktní adresa:

Ing. Eliška Podlešáková, CSc., Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Žabovřeská 250, 156 27 Praha 5-Zbraslav, Česká republika, tel.: 02/57 92 16 40, fax: 02/57 92 21 39

70 let činnosti Ústřední zemědělské a lesnické knihovny

Před 70 lety byla **18. března 1928** v „Domě zemědělské osvěty“ na Vinohradech v Praze **slavnostně otevřena Ústřední zemědělská a lesnická knihovna (ÚZLK)**. Po předchozím dvouletém období systematických příprav byly služby knihovny nabídnuty nejširší československé zemědělské veřejnosti. Statutárně byla knihovna založena Československou akademií zemědělskou (ČAZ) již v roce 1926. V prvních dvou letech její existence však fungovala jen čítárna, a to především pro pracovníky ČAZ. Po celou tuto dobu bylo veškeré úsilí soustředěno na vybudování dostatečného základního knihovního fondu a potřebného provozního knihovního zázemí. Cílem organizátorů bylo co nejdříve otevřít tuto knihovnu jako „**Ústřední slovanskou zemědělskou knihovnu**“, která bude sloužit nejen nejširší veřejnosti, ale současně bude plnit i funkci ústřední zemědělské knihovny pro všechny slovanské státy.

K slavnostnímu otevření knihovny došlo při výročním valném shromáždění ČAZ za účasti mnoha vzácných hostů. Hlavní projev přednesl tehdejší prezident ČAZ dr. Milan Hodža. Velkého lesku dodala tomuto slavnostnímu shromáždění přítomnost vyslanců několika slovanských zemí. Přítomni byli také zástupci četných centrálních státních úřadů, vědeckých institucí, výzkumných úřadů a vysokých škol. Zúčastnili se i významní představitelé československého knihovnictví, např. dr. Z. Tobolka a další. Ministr zemědělství dr. O. Srdínko, který se nemohl slavnosti zúčastnit osobně, poslal valnému shromáždění pozdravný dopis, ve kterém vřelými slovy uvítal „...dnešní otevření Ústřední slovanské zemědělské knihovny, jež ... bude jednou z největších knihoven vůbec“. Tento nový oficiální název knihovny byl pak užíván až do prvních válečných let.

I vývoj v příštích 70 letech dosvědčuje, že knihovna opravdu dostala slovům tehdejšího ministra zemědělství. V současné době se ÚZLK řadí nejen velikostí svých knihovních fondů mezi největší odborné zemědělské knihovny na světě. V knihovně je k dispozici více než milion svazků odborné literatury. ÚZLK poskytuje nejširší škálu výpůjčních, informačních a reprografických služeb. V rámci mezinárodní sítě AGLINET spolupracuje i s partnerskými knihovnami v zahraničí. Slouží jako veřejná knihovna nejen jejím přímým návštěvníkům, ale prostřednictvím meziknihovních služeb i všem ostatním potenciálním uživatelům.

70leté výročí otevření ÚZLK si pracovníci knihovny a její příznivci připomenou na slavnostním shromáždění, které se bude konat 25. května 1998 ve velkém sále budovy ÚZPI v Praze 2, Slezská 7.

K této příležitosti bude vydána komentovaná bibliografie „Historie Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ve světle literárních pramenů“.

Kontakt:

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna
Slezská 7, 120 56 Praha 2 – pošt. schr. 39

Tel.: 02/24 25 50 74 – PhDr. I. Hoch, vedoucí ÚZLK
02/24 25 79 39, l. 415 – půjčovna
02/25 90 96 – referenční služby
02/24 25 66 10 – časopisecké služby

Fax: 02/24 25 39 38, e-mail: ref@uzpi.cz

INUNDACE LABE – ZDROJ XENOBIOTICKÝCH LÁTEK V PŮDĚ

INUNDATION OF THE LABE RIVER – A SOURCE OF XENOBIOTIC SUBSTANCES IN SOIL

J. Zavadil

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

ABSTRACT: The meadow inundated by the Labe river is situated on the right bank of this stream, near the village Valy, the Pardubice district. It has a boundary with it on one side. It is at a distance of 6 km from the site of the discharge of waste waters from the company Synthésia Pardubice-Semtin, which is a dominant polluter of the Labe river by organic xenobiotic substances. The content of xenobiotic substances in soil in this meadow has been compared with their content in soil in two meadows non-inundated by Labe in the Pardubice district. One of them is located in the cadastre of the village Plch and the second one is in the cadastre of the village Dřiteč. In the meadow inundated by Labe seven soil samples were taken, in meadows of the cadastre of the villages Plch and Dřiteč four samples from each were taken. Each sample was taken from the sod horizon, from a depth of 0 to 20 cm, 20 to 30 by the punctures made by the probe bar. The total content of As, Hg, Cd, Pb, Cr, Ni, Cu and Zn (decomposition of the mixtures HNO_3 , HClO_3 and HF) was determined in each taken soil sample from potentially hazardous elements, and except Hg also in the extract 2M HNO_3 , of organic xenobiotic substances PCB (congeners by the nomenclature IUPAC No. 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180 and the total content – Delor 103 + Delor 106), chlorinated pesticides, PAU, chlorinated and nitrated phenols, triazines and in 1996 in the soil inundated by Labe also strippable nonpolar volatile substances, aromatic amines and nitroaromates. The same hazardous elements and organic xenobiotic substances like in soil were determined also in the hay samples. The number of analyzed hay samples from each meadow was identical with the number of soil samples. The soil inundated by Labe contains the higher number of all hazardous elements than the soils non-inundated by this stream (Tab. I). In the soils non-inundated by Labe the content of none of the hazardous elements exceeds the limit of soil contamination, in the soil inundated by Labe this limit is exceeded by the content of Cd, As, Cr, Ni and Zn in 2M HNO_3 extract and the total content of Cd and Zn. Content of Cd, Zn and As in 2M HNO_3 extract and the total content of Cd and Zn in inundated soil exceeds also their maximum permitted content (the limit of soil intoxication). The differences between the content of hazardous elements in the soil inundated and non-inundated by the Labe river are usually statistically very significant or significant. When compared with the soils non-inundated by the Labe river, the soil inundated by this river is also stronger contaminated by some organic xenobiotic substances (Tab. II). Among them are such as: particularly PCB and PAU. Of PAU substances they contain most of benzo(a)anthracene, phenanthrene, fluoroanthene and pyrene. The differences in the content of most of PAU substances in the soil inundated and non-inundated by the Labe river are statistically very significant or significant. Inundated soil contains different volatile hydrocarbons (toluene in the greatest amount) and aniline of aromatic amines. The content of PCB, toluene, DDE and except dibenzo(a,h)anthracene and naphthalene, of all the other measured PAU in this soil is greater than the limit of soil contamination. This limit is exceeded also by the content of PCB and DDE in the soil in meadow in Plch and DDE in the soil in meadow in Dřiteč, that is in soils non-inundated by the Labe river. Unlike hazardous elements the content of none of measured organic xenobiotic substances exceeds the values B of the Netherlands guidelines, i.e. the values of soil intoxication. Despite the fact that the soil in the meadow inundated by the Labe river is strong-contaminated by hazardous elements, the content of no hazardous element in the hay harvested in this meadow in 1995 and 1996 exceeded its highest permitted content in feeds. The same was the situation with the content of PCB and chlorinated pesticides. Of other organic xenobiotic substances for which the highest permitted content in feeds was not settled, in the hay from inundated meadow in 1995 PAU substances were found, particularly phenanthrene ($138.2 \mu\text{g.kg}^{-1}$ dry matter) and fluoroanthene ($79 \mu\text{g.kg}^{-1}$ dry matter). In 1996, however, the content of all measured PAU substances in hay was lower than the limit of determinability ($10 \mu\text{g.kg}^{-1}$ of dry matter). The presence of aniline in the hay from the meadow inundated by the Labe river, in which its content in soil was relatively high, was not confirmed. Contamination of Labe by hazardous elements and organic xenobiotic substances in 1996, i.e. when the common sewage treatment plant of the town Pardubice and Synthésia Pardubice-Semtin, started to work, is evident from Tab. III.

contamination of soils; hazardous elements; organic xenobiotic substances

ABSTRAKT: V práci je uveden obsah potenciálně rizikových prvků (Hg, Cd, As, Pb, Cr, Ni a Zn) a organických xenobiotických látek (PCB, chlorované pesticidy, PAU, chlorované a nitrované fenoly, triaziny, strippovatelné nepolární těkavé látky,

aromatické aminy a nitroaromáty) v půdě inundované vodou Labe pod Pardubicemi a v půdách neinundovaných vodou tohoto toku na Pardubicku. Bylo zjištěno, že inundovaná půda je ve srovnání s půdami neinundovanými mnohem silněji kontaminována všemi měřenými rizikovými prvky a z organických xenobiotických látek PCB a téměř všemi PAU. Obsah Cd, Zn a As dokonce překračuje limit intoxikace půdy. V seně z inundované louky nebyl však obsah žádného rizikového prvku ani žádné organické xenobiotické látky větší než maximálně přípustný v krmivech.

kontaminace půd; rizikové prvky; organické xenobiotické látky

ÚVOD

Labe patří a dosud patří mezi nejsilněji znečištěné toky ČR. Z *Inventarizace emisí prioritních látek z komunálních a průmyslových bodových zdrojů v povodí Labe* (1995), provedené Mezinárodní komisí pro ochranu Labe (MKOL), je zřejmé, že hlavním zdrojem zatížení tohoto toku xenobiotickými látkami jsou průmyslové odpadní vody a z nich odpadní vody z chemického a farmaceutického průmyslu. Průmyslovými odpadními vodami se do Labe dostává obrovské množství různých rizikových prvků a organických xenobiotických látek. Podle již zmíněného materiálu MKOL je to na území ČR ročně 1,94 t Hg, 0,19 t Cd, 3,14 t As, 5,3 t Pb, 11,78 t Cr, 1,53 t Ni, 9,34 t Cu, 49,23 t Zn a 187,4 t adsorbovatelných organických halogenových sloučenin – z toho např. 2,27 t trichlormetanu, 1,91 t tetrachlormetanu, 9,03 t dichlormetanu a 1,37 t tetrachloretenu. Amesovým testem byla ve vodě Labe jednoznačně prokázána permanentní přítomnost látek se silnými mutagenními účinky (Černá, 1992; Zavadil, Bukovjan, 1997). Frakcionací organických xenobiotických látek a vyšetřením jednotlivých frakcí na mutagenitu Amesovým testem bylo zjištěno, že mezi nejsilnější mutageny nacházející se ve vodě Labe patří chlorované a nitrované fenoly, aromatické aminy a nitroaromáty. Tyto látky pocházejí prakticky výhradně z odpadních vod a. s. Synthesia Pardubice-Semtín. V roce 1996 obsahovala odpadní voda v kanálu A tohoto závodu vypouštěná do Labe v průměru např. 1066,7 $\mu\text{g.l}^{-1}$ metyldinitrofenolů, 55,2 $\mu\text{g.l}^{-1}$ anilinu a 630,9 $\mu\text{g.l}^{-1}$ nitrotoluenů (Zavadil, Bukovjan, 1997).

MATERIÁL A METODA

Pozemek inundovaný Labem byl vybrán ve spolupráci se správcem tohoto toku, a. s. Povodí Labe. Nachází se na pravém břehu tohoto toku nedaleko obce Valtý v okrese Pardubice. Jednou stranou s Labem hraničí. Vzdálen je asi 6 km od místa vypouštění odpadních vod z a. s. Synthesia Pardubice-Semtín, která je dominantním znečišťovatelem Labe organickými xenobiotickými látkami. Na pozemku je louka. Obsah xenobiotických látek v půdě na této louce byl jednofaktorem analýzou rozptylu porovnán s jejich obsahem v půdě na dvou loukách neinundovaných Labem na okrese Pardubice. Jedna z nich je v katastru obce Plch a druhá v katastru obce Dřiteč. Na inundované louce je

lehká, hlinitopísčítá fluvizem, na neinundovaných loukách, střední, písčitohlinitá kambizem.

Na louce inundované Labem bylo odebráno sedm vzorků půdy, na loukách v katastru obce Plch, Dřiteč po čtyřech vzorcích. Každý vzorek byl odebrán z drnového horizontu, z hloubky 0 až 20 cm, 20 až 30 vpichy sondovací tyčí. V každém vzorku půdy byl z potenciálně rizikových prvků stanoven celkový obsah As, Hg, Cd, Pb, Cr, Ni, Cu a Zn (rozklad směsí HNO_3 , HClO_4 a HF) a s výjimkou Hg také ve výluhu 2M HNO_3 , z organických xenobiotických látek PCB (kongenery podle nomenklatury IUPAC č. 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180 a celkový obsah – Delor 103 + Delor 106), chlorované pesticidy, PAU, chlorované a nitrované fenoly, triaziny a v roce 1996 v půdě inundované Labem ještě stripovatelné nepolární těkavé látky, aromatické aminy a nitroaromáty. Stejně rizikové prvky a organické xenobiotické látky jako v půdě byly stanoveny i ve vzorcích sena. Počet analyzovaných vzorků sena z každé louky byl stejný jako počet vzorků půdy. Obsah rizikových prvků v půdě a seně stanovila centrální laboratoř VÚMOP Praha, Hg na přístroji AMA 254, ostatní rizikové prvky metodou AAS na přístroji Spectra AA 300 fy Varian. Organické xenobiotické látky v půdě a seně stanovil AQUATEST, Stavební geologie, a. s., PAU metodou vysokoúčinné kapalinové chromatografie (HPLC) s fluorescenční detekcí, ostatní organické látky metodou plynové chromatografie a hmotnostní spektrometrie (GC/MS). Ze sledovaných organických xenobiotických látek jsou v tab. II uvedeny pouze ty látky, jejichž obsah byl v jednom vzorku na některé lokalitě větší než mez stanovitelnosti. Při vyhodnocování výsledků rozborů analýzou rozptylu byly hodnoty menší než mez stanovitelnosti uvažovány jako tato mez.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Půda inundovaná Labem obsahuje větší množství všech rizikových prvků než půdy neinundované tímto tokem (tab. I). V půdách neinundovaných Labem nepřekračuje obsah žádného z rizikových prvků limit kontaminace půdy, který uvádějí Němeček et al. (1996), v půdě inundované Labem ho překračuje obsah Cd, As, Cr, Ni a Zn ve výluhu 2M HNO_3 a celkový obsah Cd a Zn. Obsah Cd, Zn a As ve výluhu 2M HNO_3 a celkový obsah Cd a Zn v inundované půdě překračuje i jejich maximálně přípustný obsah (limit intoxikace půdy) stanovený MŽP ČR (1994). Rozdíly mezi obsahem rizikových prvků v půdě Labem inundo-

I. Porovnání obsahu rizikových prvků v půdě inundované Labem (Valy) a v půdě neinundované tímto tokem (Plch, Dřiteč) analýzou rozptylu – Comparison of the content of hazardous elements in the soil inundated by Labe (Valy) and in the soil non-inundated by this stream (Plch, Dřiteč) by variance analysis

Extraktční činidlo ¹	Rizikový prvek ²	Obsah rizikových prvků v půdě ³ (mg.kg ⁻¹)		
		Valy	Plch	Dřiteč
Směs ³ HNO ₃ + HClO ₃ + HF	Hg	0,39	0,11 **	0,07 *
	Cu	0,77	0,17 **	0,19 **
	As	10,9	6,9 *	4,7 **
	Pb	46,7	22,3 *	20,0 **
	Cr	86,9	61,7 N	40,9 N
	Ni	22,1	20,4 N	12,3 *
	Cu	34,1	14,6 *	15,1 *
	Zn	218,0	67,1 **	69,7 **
2M HNO ₃	Cd	0,59	0,15 *	0,17 *
	As	5,4	0,9 **	2,1 *
	Pb	30,0	15,4 *	12,0 **
	Cr	31,4	2,8 **	5,2 **
	Ni	7,6	5,6 **	1,5 **
	Cu	25,1	7,3 **	5,7 **
	Zn	145,6	20,6 **	20,2 **

** statisticky velmi významné rozdíly ($P < 0,01$) – statistically very significant differences ($P < 0,01$)

* statisticky významné rozdíly ($P = 0,01-0,05$) – statistically significant differences ($P = 0,01-0,05$)

N statisticky nevýznamné rozdíly ($P > 0,05$) – statistically insignificant differences ($P > 0,05$)

☐ překročení limitu kontaminace půdy pro lehké sedimentární substráty – exceeding of the limit of soil contamination for light sedimentary substrates (Němček et al., 1996)

■ překročení maximálního přípustného obsahu v půdě stanoveného vyhláškou MŽP ČR (1994) – exceeding of the maximum permitted content in soil as specified by the Decree of the Ministry of Environment of CR (1994) of the Collection of Laws

¹extractant, ²hazardous element, ³content of hazardous elements in soil, ⁴mixture

vané a neinundované jsou zpravidla statisticky velmi významné nebo významné.

Ve srovnání s půdami neinundovanými Labem je půda inundovaná tímto tokem silněji kontaminována také některými organickými xenobiotickými látkami (tab. II). Z nich jsou zejména PCB a PAU. Z PAU obsahovala nejvíce benzo(a)anthracenu, phenanthrenu, fluoranthenu a pyrenu. Rozdíly v obsahu většiny PAU v půdě Labem inundované a neinundované jsou statisticky velmi významné nebo významné. Inundovaná půda obsahuje různé těžké uhlovodíky (v největším množství toluen) a z aromatických aminů anilin. Obsah PCB, toluenu, DDE a kromě dibenzo(a,h)anthracenu a naftalenu všech ostatních měřených PAU v této půdě je větší než limit kontaminace půdy, který uvádějí Podlešáková et al. (1996). Tento limit překračuje však také obsah PCB a DDE v půdě na louce v Plchu a DDE v půdě na louce v Dřiteči, tedy v půdách neinundovaných Labem. Na rozdíl od rizikových prvků nepřekračuje obsah žádné z měřených organických xenobiotických látek hodnoty B nízozemských směrnic, tj. hodnoty intoxikace půdy (Leidraad Bodemsanering, 1988).

Poznatky o kontaminaci nívní půdy xenobiotickými látkami uvedené v této práci jsou ve velmi dobré shodě s poznatkami, které získali Němček, Podlešáková (1994); Podlešáková et al., (1994)

a Podlešáková et al. (1997). Citovaní autoři rozsáhlým průzkumem rovněž zjistili, že fluvizemě inundační zóny Labe jsou silně kontaminovány rizikovými prvky, hlavně za průmyslovými městy, i organickými xenobiotickými látkami, zejména aromatickými uhlovodíky, PAU a PCB.

Rizikové prvky a organické xenobiotické látky zjištěné v půdě inundované Labem se stále nacházejí a s největší pravděpodobností ještě dlouho budou nacházet ve vodě tohoto toku. Obsah rizikových prvků a vybraných organických xenobiotických látek ve vodě Labe v kontrolním profilu Valy roku 1996 je zřejmý z tab. III. (Louka je od tohoto profilu vzdálena asi 200 m ve směru toku Labe.) Pravděpodobně daleko větším zdrojem těchto látek v inundovaných půdách než voda jsou sedimenty. Ukazuje na to nízký obsah Cd a Zn ve vodě Labe v profilu Valy a jejich velmi vysoký obsah v inundované půdě, překračující hodnoty její intoxikace. Při průzkumu sedimentů Labe, provedeného v rámci řešení Projektu Labe (1993), bylo zjištěno, že jsou významně kontaminovány Be, Ag, As, Cu, Zn, Cd a Pb. Pod velkými městskými aglomeracemi s chemickým průmyslem byly sedimenty výrazně kontaminovány látkami pocházejícími z odpadů tohoto průmyslu.

Přestože půda na louce inundované Labem je silně kontaminována rizikovými prvky, obsah žádného rizi-

II. Porovnání obsahu organických xenobiotických látek v půdě inundované Labem (Valy) a v půdě neinundované tímto tokem (Plch, Dřiteč) analýzou rozptylu – Comparison of the content of organic xenobiotic substances in the soil inundated by Labe (Valy) and in the soil non-inundated by this stream (Plch, Dřiteč) by variance analysis

Skupina látek ¹	Látka ²	Obsah v půdě ³ (mg.kg ⁻¹)				
		Valy	Plch		Dřiteč	
Těkavé uhlovodíky ⁴	benzen	5,7	–		–	
	toluen	52,7	–		–	
	xyleny	3,7	–		–	
	etylbenzen	0,7	–		–	
	1,2-cisdichloreten	1,7	–		–	
	trichloreten	4,7	–		–	
	tetrachloreten	3,3	–		–	
	chlorbenzen	2,7	–		–	
	dichlorbenzeny	9,3	–		–	
	trichlorbenzeny	3,9	–		–	
	styren	11,3	–		–	
PCB	Σ PCB	114,9	57,8	N	< 10,0	N
	kong. IUPAC 28	15,3	4,9	N	< 0,5	N
	kong. IUPAC 52	2,0	1,0	N	< 0,5	N
	kong. IUPAC 101	1,6	1,0	N	< 0,5	*
	kong. IUPAC 118	3,8	2,6	N	< 0,5	*
	kong. IUPAC 138	5,4	3,1	N	< 0,5	*
	kong. IUPAC 153	5,3	3,9	N	< 0,5	*
	kong. IUPAC 180	5,8	4,0	N	< 0,5	N
Chlorované pesticidy ⁵	HCB	1,9	< 1	**	< 1	**
	DDT	3,2	1,7	N	1,7	N
	DDE	10,1	63,8	*	29,3	N
	DDD	1,6	< 1	N	1,4	N
	endrin	1,3	< 1	N	< 1	N
	methoxychlor	3,0	< 1	N	< 1	N
PAU	fluoranthén	663,3	115,1	**	141,7	**
	benzo(b)fluoranthén	270,2	40,3	**	65,0	**
	benzo(k)fluoranthén	131,2	15,6	**	20,9	**
	benzo(a)pyren	290,7	28,0	**	36,4	**
	1,12-benzoperylen	203,7	17,3	**	27,2	**
	indeno(c,d)pyren	100,3	4,3	N	8,3	N
	chrysen	246,5	67,2	*	46,5	**
	dibenzo(a,h)anthracen	6,0	0,8	N	6,0	N
	benzo(a)anthracen	1 201,0	231,8	**	211,8	**
	pyren	541,0	77,6	**	94,8	**
	anthracen	160,8	16,8	*	219,6	N
	phenanthren	678,8	49,6	*	79,9	*
	naftalen	12,4	27,4	N	84,4	**
Fenoly ⁶	2-nitrofenoly	56,7	< 50	N	< 50	N
Aromatické aminy ⁷	anilin	21,0	–		–	

** statisticky velmi významné rozdíly ($P < 0,01$) – statistically very significant differences ($P < 0,01$)

* statisticky významné rozdíly ($P = 0,01-0,05$) – statistically significant differences ($P = 0,01-0,05$)

N statisticky nevýznamné rozdíly ($P > 0,05$) – statistically insignificant differences ($P > 0,05$)

■ překročení limitu kontaminace půdy – exceeding of the limit of soil contamination (Podle Šáková et al., 1996)

¹group of substances, ²substance, ³content in soil, ⁴volatile hydrocarbons, ⁵chlorinated pesticides, ⁶phenols, ⁷aromatic amines

III. Průměrný obsah rizikových prvků a organických xenobiotických látek ve vodě Labe v profilu Valy (ř. km 117,95) v roce 1996 (Zavadil, Bukovjan, 1997) – Average content of hazardous elements and organic xenobiotic substances in the Labe water in the profile Valy (117.95 km of the river) in 1996 (Zavadil, Bukovjan, 1997)

Skupina látek ¹	Látka ²	Obsah ve vodě ³
Rizikové prvky ⁴ ($\mu\text{g.l}^{-1}$)	Hg	< 1
	Cd	0,20
	As	9,42
	Pb	2,3
	Cr celkem ¹¹	3,1
	Ni	3,3
	Cu	5,9
	Zn	5,7
Těkavé uhlovodíky ⁵ ($\mu\text{g.l}^{-1}$)	benzen	6,9
	toluen	5,9
	xyleny	5,1
	etylbenzen	0,7
	trichloreten	0,2
	tetrachloreten	0,4
	chlorbenzen	11,2
	dichlorbenzeny	3,1
PCB (ng.l^{-1})	Σ PCB	25,4
	kong. IUPAC 28	4,8
	kong. IUPAC 52	1,5
	kong. IUPAC 101	1,1
	kong. IUPAC 118	1,0
	kong. IUPAC 138	< 1
	kong. IUPAC 153	< 1
	kong. IUPAC 180	< 1
Chlorované pesticidy ⁶ (ng.l^{-1})	HCB	< 5
	α -HCH	< 5
	β -HCH	< 5
	γ -HCH	< 5
	DDT	< 5
	DDE	< 5
	DDD	< 5
	aldrin	< 5
	dieldrin	< 5
	endrin	< 5
PAU (ng.l^{-1})	methoxychlor	< 30
	heptachlor	< 5
	fluoranthén	31,4
	benzo(b)fluoranthén	5,5
	benzo(k)fluoranthén	3,8
	benzo(a)pyren	8,5
	1,12-benzoperylen	3,4
	indeno(1,2,3-cd)pyren	1,9
	chrysen	8,7
	dibenzo(a,h)anthracen	0,9

Skupina látek ¹	Látka ²	Obsah ve vodě ³
PAU (ng.l^{-1})	benzo(a)anthracen	35,1
	pyren	16,5
	anthracen	37,7
	phenanthren	33,8
	naftalen	3,9
Fenoly ⁷ ($\mu\text{g.l}^{-1}$)	fenol	2,1
	monochlorfenoly	1,8
	dichlorfenoly	< 1
	trichlorfenoly	< 1
	pentachlorfenol	< 1
	chlormetylfenoly	< 1
	dimetylfenoly	1,0
	(o,m,p)-nitrofenoly	1,1
	dinitrofenoly	1,2
	metyldinitrofenoly	19,2
Triaziny ⁸ ($\mu\text{g.l}^{-1}$)	alkyldinitrofenoly	< 1
	simazin	< 10
	atrazin	< 10
	terbutylazin	< 10
	propazin	< 10
Aromatické aminy ⁹ ($\mu\text{g.l}^{-1}$)	anilin	3,4
	metylaniliny	0,7
	etylaniliny	0,3
	dimetylaniliny	0,4
	dietylaniliny	< 0,1
	chloraniliny	1,2
Nitroaromáty ¹⁰ ($\mu\text{g.l}^{-1}$)	dichloraniliny	0,2
	nitrobenzen	0,4
	nitrotolueny	23,7

Počet analyzovaných vzorků 12 – The number of analyzed samples 12

¹group of substances, ²substance, ³content in water, ⁴hazardous elements, ⁵volatile hydrocarbons, ⁶chlorinated pesticides, ⁷phenols, ⁸triazines, ⁹aromatic amines, ¹⁰nitroaromates, ¹¹total

kového prvku v seně sklizeném na této louce v roce 1995 a 1996 nepřekročil jeho nejvyšší přípustný obsah v krmivech, stanovený MZe ČR (1996). Stejně tomu bylo s obsahem PCB a chlorovaných pesticidů. Z ostatních organických xenobiotických látek, pro které citovaná vyhláška nestanoví nejvyšší přípustný obsah v krmivech, byly v seně z inundované louky v největším množství zjištěny v roce 1995 PAU, zejména phenanthren (138,2 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ sušiny) a fluoranthén (79 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ sušiny). V roce 1996 byl obsah všech měřených PAU v seně menší než mez stanovitelnosti (10 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ sušiny). Na základě toho lze konstatovat, že hlavním zdrojem PAU v seně nebyla s největší pravděpodobností půda. Ke stejnému závěru dospěli Němeček et al. (1997). Na to, že hlavním zdrojem PAU v seně nemůže být půda, ukazují poznatky o jejich adsorpci v půdě a transferu do rostlin (Reilly et al. (1996). Citování autorů uvádějí, že PAU se třemi a více benzenovými

jádra jsou velmi silně adsorbovány půdou a že adsorpce PAU kořenů může být průkazná, avšak translokace PAU se čtyřmi a více benzenovými jádry z kořenů do listů je zanedbatelná. (Z měřených PAU má méně než tři benzenová jádra pouze naftalen.) Přítomnost anilinu v seně z louky inundované Labem, na které byl jeho obsah v půdě poměrně vysoký, nebyla analyticky prokázána.

ZÁVĚR

Fluvizem inundovaná Labem pod Pardubicemi je ve srovnání s půdami neinundovanými tímto tokem mnohem silněji kontaminována všemi měřenými rizikovými prvky (tj. Cd, Hg, As, Cu, Cr, Ni a Zn) a z organických xenobiotických látek PCB a téměř všemi PAU. Obsah Cd, Zn a As dokonce překračuje limit intoxikace půdy. V seně z inundované louky nebyl však obsah žádného rizikového prvku ani žádné organické xenobiotické látky větší než maximálně přípustný v krmivech. Přesto však je třeba v inundačním území Labe pod Pardubicemi podrobně kontrolovat a monitorovat obsah xenobiotických látek v půdách i v potravinách rostlinného a živočišného původu vyprodukovaných v tomto území a ve zde žijící lovné zvěři.

V práci uvedené poznatky o kontaminaci půdy xenobiotickými látkami byly získány v rámci řešení zakázek MZe ČR: *Vliv travního porostu zavlažovaného vodou Labe na zdravotní stav a reprodukci bioindikátorů* (Zavadil, Bukovjan, 1996) a *Vliv cizorodých látek ve vodě Labe na zdravotní stav a reprodukci bioindikátorů* (Zavadil, Bukovjan, 1997).

LITERATURA

ČERNÁ, M.: Mutagenní aktivita labské vody. III. část etapového úkolu 03.01.02 státního úkolu Projekt Labe. Praha, VÚV T. G. M. 1992. 8 s.
NĚMEČEK, J. – PODLEŠÁKOVÁ, E.: Kritéria a stav kontaminace půd rizikovými látkami v České republice. *Agrochémia*, 34, 1994 (3): 71–74.

NĚMEČEK, J. – PODLEŠÁKOVÁ, E. – PASTUZSKOVÁ, M.: Návrh limitů kontaminace půd perzistentními organickými xenobiotickými látkami pro ČR. *Rostl. Výr.*, 42, 1996 (2): 49–53.

NĚMEČEK, J. – PODLEŠÁKOVÁ, E. – PASTUZSKOVÁ, M.: Některé specifické rysy kontaminace půd ČR perzistentními organickými xenobiotickými látkami. *Rostl. Výr.*, 43, 1997 (8): 365–370.

PODLEŠÁKOVÁ, E. – NĚMEČEK, J. – HÁLOVÁ, G.: Zatížení nívních půd Labe rizikovými látkami. *Rostl. Výr.*, 40, 1994 (1): 69–80.

PODLEŠÁKOVÁ, E. – NĚMEČEK, J. – HÁLOVÁ, G.: Návrh limitů kontaminace půd potenciálně rizikovými stopovými prvky pro ČR. *Rostl. Výr.*, 42, 1996 (3): 119–125.

PODLEŠÁKOVÁ, E. – NĚMEČEK, J. – VÁCHA, R.: Zatížení půd v ČR perzistentními organickými xenobiotickými látkami. *Rostl. Výr.*, 43, 1997 (8): 357–364.

REILLEY, K. A. – BANKS, M. K. – SCHWAB, A. P.: Dissipation of polycyclic aromatic hydrocarbons in the rhizosphere. *J. Envir. Qual.*, 25, 1996: 212–219.

ZAVADIL, J. – BUKOVJAN, K.: Vliv travního porostu zavlažovaného vodou Labe na zdravotní stav a reprodukci bioindikátorů. [Závěrečná zpráva.] Praha, VÚMOP; Praha, Vrané nad Vltavou, VODZZ-LEM 1996. 28 s.

ZAVADIL, J. – BUKOVJAN, K.: Vliv cizorodých látek ve vodě Labe na zdravotní stav a reprodukci bioindikátorů. [Závěrečná zpráva.] Praha, VÚMOP; Praha, Vrané nad Vltavou, VODZZ-LEM 1997. 38 s.

Inventarizace významných emisí prioritních látek z komunálních a průmyslových bodových zdrojů v povodí Labe. Magdeburk, MKOL 1995. 22 s.

LEIDRAAD BODEMSANERING. Technisch Inhoudelijk, Deel II, Afl. 4 Nov. 88, Sdu uitgeverij, s-Gravenhage 1988. 27 s.

Znečištění říčních sedimentů a biomasy organismů. Inform. Bul. Hlavního řešitelského a koordinačního pracoviště Projektu Labe. VÚV T. G. M. 1993 (5). 4 s.

MZe ČR: Vyhláška, kterou se provádí zákon o krmivech. 194/1996 Sb.

MŽP ČR: Vyhláška, kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu. 13/1994 Sb.

Došlo 20. 11. 1997

Kontakní adresa:

Ing. Josef Zavadil, CSc., Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Žabovřeská 250, 156 27 Praha 5-Zbraslav, Česká republika, tel.: 20/57 92 16 40, fax: 02/57 92 21 39

POUŽITÍ MODELŮ HYDROLOGICKÉ BILANCE PŘI REVITALIZACI MALÝCH POVODÍ

IMPLEMENTATION OF WATER BALANCE MODELS WHEN REVITALIZING SMALL CATCHMENTS

P. Kovář, R. Veselý

Czech University of Agriculture, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: Paper shows a necessity of a complex view on the revitalization of small rivers and their catchments. Revitalizing measures should be proposed with respect both to ecological and hydrological aspects, which means to achieve not only a higher ecological stability of a system but also to guarantee sustainable and acceptable hydrological (rainfall – runoff) conditions on a catchment and in its river bed. It has been shown the effect of land use on the main components of water balance in the Srbský catchment (district Domažlice). As the tool in analysis and in subsequent simulation of changes in land use the hydrological model WBCM (Water Balance Conceptual Model) has been applied. This model can simulate a water balance quite well when runoff data or data on ground water tables fluctuation are available. Unfortunately, in this study the outlet of Srbský catchment is ungauged (as usually many small catchments are not measured), thus three basic model parameters were adjusted according to the existing soil data and due to topographical and other data. Model WBCM (version 4) has been further implemented in a simulation of hypothetical scenarios representing changes in grassland (including pastures) with an aim to quantify the extent of influence of surface runoff and of subsurface recharge. This simulation has given an evidence that the change of 10% can significantly affect the subsurface water recharge (by infiltration) to 17% (plus, minus). This influence has been computed in average year. In dry year it is still more significant. The trends in changes of surface runoff are even more considerable.

small rivers; revitalization; water balance; scenario simulation; surface runoff; subsurface water recharge

ABSTRAKT: Příspěvek zdůrazňuje nutnost komplexního pohledu na problematiku revitalizací malých vodních toků a jejich povodí. Revitalizační opatření by měla být navrhována z aspektu ekologicko-hydrologického, tj. s cílem zvýšení ekologické stability systému, ale současně se zajištěním přijatelných hydrologických (srážko-odtokových) poměrů v povodí i v korytě toku. Je prezentován kvantitativní vliv kultur v povodí Srbského potoka v okrese Domažlice na hlavní složky hydrologické bilance. Nástrojem této analýzy a návazné simulace změn v zastoupení těchto kultur je model hydrologické bilance WBCM. Tento deterministický hydrologický model je schopen simulovat bilanci poměrně přesně, jsou-li k dispozici kontrolní měření průtoků, případně kolísání hladin podzemních vod. V našem případě však uzávěrový profil povodí není vybaven limnigrafickým měřením (jako u velké většiny malých vodních toků), takže tři základní parametry modelu byly nastaveny podle zjištěných hydropedologických, topografických a dalších údajů. Model WBCM-4 dále simuloval hypotetické scénářové situace se změnou ploch trvalých travních porostů (TTP) s cílem kvantifikovat stupeň ovlivnění složek povrchového odtoku a dotace podzemních vod. Simulace potvrdila hypotézu, že změny ploch TTP o 10 % mohou ovlivnit výši dotace podzemních vod do infiltrace o cca 17 % (plus nebo minus) v průměrném roce, daleko významněji pak v roce suchém. Trendy změn povrchového odtoku jsou pak ještě výraznější.

malé vodní toky; revitalizace; hydrologická bilance; scénářové simulace; povrchový odtok; dotace podzemních vod

ÚVOD

Soulad mezi funkcemi ochrany krajiny a její produktivní schopností by měl být zásadním kritériem při projektování a provádění komplexních pozemkových úprav včetně návrhů revitalizačních opatření na povodí malých vodních toků. Významným příspěvkem k realizaci tohoto záměru je Program revitalizace říčních systémů ČR (dle Usnesení vlády ČR č. 373/1992). Nejde však zdaleka jen o revitalizaci dřívějších nevhod-

ných úprav v korytě toku, ale především o celkové zhodnocení územního systému povodí po stránce ekologické, hydrologické a vodo hospodářské, které by měly být navzájem v souladu.

Účelem revitalizace je odstranit nebo zmírnit negativní důsledky dřívějších nevhodných regulačních úprav vodních toků v otevřené krajině, resp. obnovit jejich ekologickou funkci, při zachování účelových funkcí vodního toku, pro které byl upraven. Toho však nelze dosáhnout bez opatření, sloužících ke zlepšení

vodních a půdoochranných poměrů v celém povodí, protože jde o navzájem propojený systém. Zejména drobné vodní toky, delimitované zatím stále platným zákonem č. 138/1973 Sb., jsou jako recipienty povrchového odtoku nejvýznamnější složkou hydrologického a ekologického systému se vzájemným interaktivním působením. Hlavní dopady funkcí tohoto hydroekosystému jsou:

- hydrologický (vznik a propagace povrchového odtoku, transport vody, splavenin a látek)
- ekologický (interakce zón, diverzita druhů, trofická a druhová skladba vytvářející specifické biotopy)
- krajinotvorný (struktura krajiny, břehové porosty, potoční koridory, samočisticí schopnost)
- klimatický (regulátor teplot, ovlivnění mikroklimatu, ovlivnění hydrologické bilance)
- rekreační (rybářství, myslivost, turistika)

Všechny tyto funkce by měly být v jistém souladu, málokdy však lze dosáhnout optimálního stavu, pro konkrétní toky je kombinace jejich spolupůsobení různá. Záleží na fyziografických a klimatických charakteristikách povodí, na charakteru toku i na stupni antropogenního ovlivnění okolního prostředí toku.

Především je třeba minimalizovat povrchový odtok v samém počátku jeho vytváření, tj. na zdrojových plochách povodí. Odtok z těchto ploch (např. cesty, nepropustné půdy) svádět do oblastí retence a akumulace. K tomu slouží optimální struktura lesů, luk a pastvin s účelnou cestní sítí a s rozumným omezením ploch orné půdy. Ve svažitém území je třeba dodržovat zásady opatření proti erozi. Protierozní opatření, malé vodní nádrže, záchytné a retardační objekty v korytě toku jsou základními předpoklady existence vyrovnaných srážko-odtokových poměrů povodí. Rovněž záchytné prostory luk a lesů (suché poldery), kam může být záplavová voda téměř neškodně svedena v menších objemech, ale ve více říčních profilech, jsou osvědčené metody řízení povodňových stavů.

Tato opatření v povodích jsou nezbytná jako součást úprav provedených v korytě toku, kde diverzifikovaná trasa s vinutím v obloucích, podélný profil střídající peřejnaté a tůňové úseky a příčné revitalizační objekty zvyšují odpory proudu (makrodrsnost), a tím zmenšují průtočnou kapacitu profilu. Proto je rovněž nezbytné, aby v rámci revitalizačních studií povodí byla vyžadována analýza dat srážko-odtokového procesu ve smyslu jak extrémních odtokových situací, tak i bilancí, které ovlivňují i počáteční podmínky těchto situací. U malých povodí, kde často nejsou zaznamenána měřená data průtoků, jsou již dnes k dispozici matematické hydrologické modely, které mohou být účinným nástrojem pro simulaci povodňových scénářů i scénářů hydrologické bilance povodí. Pojem scénář zde zahrnuje hypotetický stav povodí, reprezentující stávající stav nebo stav po nějakém antropogenním zásahu (např. změna kultur, vymýcení lesa, urbanizace částí území apod.). Účelem pokusu bylo v rámci revitalizační studie kvantifikovat hlavní složky této bilance s úvahou změn kultur, zastoupených na povodí Srbského potoka.

MATERIÁL A METODA

Experimentálním územím je povodí Srbského potoka (číslo hydrologického pořadí 1-10-02-069, okres Domažlice) o ploše 34,7 km² k profilu ústí do Radbuzy. Území je součástí regionu Plzeňská pahorkatina, nejnižší místo (uzávěrový profil) má kótu 352,7 m n. m., nejvyšší kóta rozvodnice je 604 m n. m. (obr. 1). Geologicky patří území do výběžku Merklinské karbonské pánve s převážným zastoupením fylitů, fylitických břidlic a terciérních sladkovodních sedimentů, na povodí jsou bohaté zdroje pitné vody čerpané z podzemních vod. Nejčastěji se vyskytují hnědé půdy, podél potoka hnědé půdy kyselé, oglejené, případně ilimerizované. Co se týká půdních druhů, vyskytuje se v povodí široké rozmezí od lehkých půd písčito-hlinitých (lesní tráť) po těžké půdy jílovité. Klasifikace hydrologických skupin půd (A, B, C, D) byla zpracována podle BPEJ formou GIS (tab. I, obr. 2). Přehled o zastoupení kultur na povodí poskytuje tab. II. Tab. III uvádí fyziografické (tj. fyzicko-geografické) charakteristiky povodí Srbského potoka.

I. Hydrologické skupiny půd – Hydrological soil groups

Skupina půd ¹	Rozloha ² (km ²)	Procentuální podíl ³
A	14,94	43,1
B	8,65	24,9
C	8,21	23,7
D	2,88	8,3

¹soil groups, ²area, ³percentage

II. Zastoupení kultur – Land use

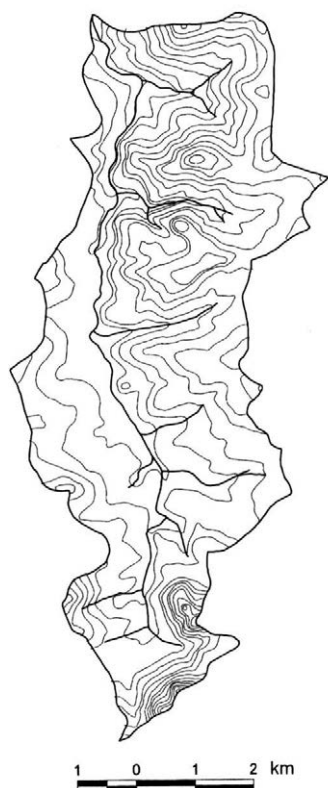
Kultura ¹	Rozloha ² (km ²)	Procentuální podíl ³
Lesy ⁴	13,72	39,6
Role ⁵	13,06	37,7
Louky ⁶	6,66	19,2
Zástavba ⁷	1,24	3,5

¹land use, ²area, ³percentage, ⁴forests, ⁵arable land, ⁶meadows, ⁷urbanized

III. Fyziografické charakteristiky – Physiographical characteristics

Charakteristika ¹	Číselný údaj ²
Plocha povodí ³ (F)	34,67 km ²
Délka toku ⁴ (L)	3,63 km
Průměrný sklon toku ⁵ (J)	1,66 ‰
Průměrný sklon svahu ⁶ (Herbst), (J)	4,56 ‰
Koeficient tvaru povodí ⁷ (F/L ²)	0,23
Lesnatost ⁸	39,6 ‰
Plocha vodních nádrží ⁹	cca 6,7 ha
Čistota toku (třída) ¹⁰	III

¹characteristics, ²value, ³catchment area, ⁴stream length, ⁵average slope of stream, ⁶average catchment slope, ⁷coefficient of catchment shape, ⁸forest coverage, ⁹area of water basins, ¹⁰stream purity (grade)



1. Povodí Srbského potoka – Catchment of Srbský potok
mapový podklad vytvořený GIS (ARC/INFO) z mapy 1 : 50 000 –
plan sheet created by GIS (ARC/INFO) from the map 1 : 50 000
plocha povodí – catchment area
délka údolnice – thalweg length
sklon údolnice – thalweg slope
zastoupení kultur (les, louky, orná půda, zástavba) – land use (forest,
meadows, arable land, urbanized)

Charakteristika klimatických poměrů

Teploty vzduchu (stanice Domažlice, č. 46):

průměrná roční teplota 7,6 °C (13,7 °C ve vege-
tačním období IV–IX)

maximální měsíční teplota (VII) 17,4 °C, minimální
měsíční teplota (I) –1,8 °C

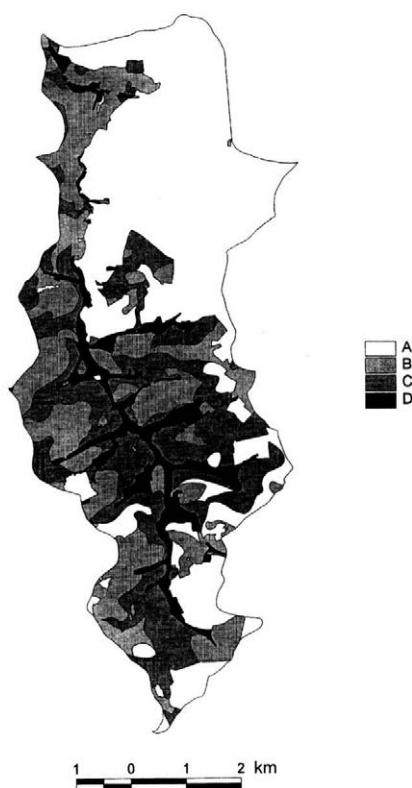
Srážkové a sněhové charakteristiky (stanice Holýšov-
Výtoň, č. 246):

celkový průměrný roční úhrn 583 mm (383 mm za
vegetační období IV–IX)

maximální měsíční úhrn (VII) 80 mm, minimální
měsíční úhrn (II) 27 mm

Extrémy:

- nejvyšší roční srážkový úhrn (1939) 800 mm
- nejnižší roční srážkový úhrn (1908) 402 mm



2. Srbský potok (hydrologické skupiny půd) – Srbský potok (hy-
drological soil groups)

- nejvyšší měsíční srážkový úhrn (VII/1901) 189 mm
- nejvyšší denní srážkový úhrn 84,5 mm

Odtokové poměry Srbského potoka byly vyhodno-
ceny ČHMÚ (04/1997) takto:

- průměrný dlouhodobý roční průtok 107 l.s⁻¹
- m-denní průtoky (l.s⁻¹)

M	30	60	90	120	150	180	210
Q	244	168	129	105	87	73	61
M	240	270	300	330	355	364	třída
Q	51	42	33	25	16	9	III

Průměrný průtok bude překročen pravděpodobně po
dobu 127 dnů v roce;

- N-leté průtoky (m³.s⁻¹)

N	1	2	5	10	20	50	100	třída
Q	4,37	6,83	11,0	14,7	19,0	25,5	31,2	III

Aktuální stav území:

Úpravy Srbského potoka probíhaly v několika eta-
pách, nejprve v letech 1935 až 1937 a dále v letech
1960 až 1986 včetně rekonstrukcí. Tyto úpravy byly

realizovány především s ohledem na možnosti zaústění přilehlých odvodňovaných pozemků, koryto bylo napřimeno, zahlobbeno s použitím nevhodných opevňovacích prvků (betonové tvárnice KLAS) a bez vegetačního doprodu. Hlavním účelem úprav bylo odvodnění celkem 554,6 ha pozemků, tj. 15 % plochy povodí (28 % plochy zemědělské půdy). Při terénním průzkumu byl zjištěn současný stav koryta potoka, odvodňovaných pozemků včetně odvodňovací sítě, stav čistoty vody a erozní zatížení (tři lokality s erozní ztrátou půdy vlivem nevhodného užívání). Ekologická stabilita území byla vyhodnocena stupněm 2 až 3 (z maximálně dosažitelného stupně 5), místy výjimečně i vyšší, některé lokality (zatrubněné přítoky) však dosahují i stupně 0.

Cílem bylo zjištění složek hydrologické bilance za stávajícího stavu povodí a současného stavu kultur i stavu potoka pro charakteristická vegetační období, vybraná ze srážkových řad 1960 až 1996 (pro vegetační období). Dále byly provedeny výpočty bilancí s úpravou parametrů podle zlepšujících a zhoršujících scénářů. Nástrojem bilančních řešení byl model WBCM (verze 4).

MODEL WBCM

Model WBCM (Water Balance Conceptual Model) (Kovář, 1994) je deterministický, patří do kategorie modelů nelineárních s pravděpodobnostně rozdělenými proměnnými i parametry po ploše modelovaného povodí tak, aby mohla být zachována jejich plošná variabilita. Každý kapacitní element modelu reprezentuje přirozenou zásobu vody v jednotlivých vertikálních subsystémech hydrologického profilu. Verze WBCM-4, použitá v předložené studii, byla koncipována pro simulaci denních bilančních hodnot ve vegetačním období. Model uvažuje všechny podstatné interakce mezi jednotlivými zónami (tj. vegetační zónou, nenasycenou a nasycenou zónou). Struktura modelu respektuje fyzikální principy, podle nichž dochází k interaktivním hydrologickým procesům.

Řešené procesy:

- potenciální evapotranspirace
- intercepce
- tvorba povrchového odtoku a jeho transformace
- dynamika aktivní zóny
- dynamika nenasycené zóny a skutečná evapotranspirace
- dynamika nasycené zóny, základní odtok, celkový odtok

Jednotlivé parametry modelu WBCM-4 mají tento fyzikální význam:

AREA	plocha povodí (km ²)
FC	parametr charakterizující průměrnou hodnotu PoVK nenasycené zóny (-)
POR	parametr charakterizující průměrnou hodnotu pórovitosti nenasycené zóny
DROT	průměrná tloušťka kořenové zóny (mm)

WIC	horní limit kapacity intercepce (mm)
SMAx	parametr reprezentující maximální kapacitu nenasycené zóny (mm)
ALPHA	parametr nelinearity syčení nenasycené zóny (-)
CN	číslo odtokové křivky (-)
P1, P2, P7	parametry ovlivňující dynamiku nenasycené zóny (-)
BK	parametr transformace základního odtoku (den)

Pro řešení denních hodnot potenciální evapotranspirace PE(J) byla algoritmována adaptovaná metoda Penmana, dále Priestley-Taylorova metoda a postup podle Hamona. Aplikací výběr každé z těchto metod závisí na dostupnosti vstupních meteorologických dat. Denní hodnoty nasycených vodních par (při dané teplotě) a Bowenův poměr je řešen analyticky Goff-Gratchovými rovnicemi.

Modelová jednotka, řešící intercepční proces, je založena na předpokladu simulování intercepční schopnosti vegetačního krytu povodí parametrem, jenž vyjadřuje průměrnou intercepci povodí. Předpokládá se též lineární rozdělení lokálních intercepací kolem této průměrné hodnoty po ploše povodí. Vstupem do této jednotky je dešť, výstupem propad deště, výška intercepce a část výparu vody zachycené vegetací. Parametr potenciální (tj. maximálně dosažitelné) intercepce WIC je lineárně rozdělen po povodí (od nulové hodnoty až do dvojnásobku WIC).

Proces tvorby povrchového odtoku je řešen upravenou U. S. Soil Conservation Service metodou (U. S. SCS, 1986). Potřebné parametry, zahrnující vliv fyziografických charakteristik, a odtokové vlastnosti reliéfu aktivní zóny jsou hodnoceny číslem odtokové křivky CN (mohou být též získávány automatickou optimalizací).

Řešení dynamiky nenasycené zóny (tj. její syčení a čerpání) závisí především na výšce propadu deště, deficitu půdní vlhkosti této zóny, potenciální evapotranspiraci a parametrech, vyjadřujících její nehomogenitu (P1, P2, P7). Vstupem do této zóny je infiltrační podíl (po odečtení přímého odtoku), výstupem přítok do nasycené zóny, část skutečné evapotranspirace z této zóny a přírůstek její vlhkosti.

Nasycená zóna WBCM-4 je řešena pouze rámcově tak, aby poskytovala mechanismus vytváření základního odtoku bez bilancování zásob podzemní vody (při absenci pozorovaných dat). Vstupem do ní je hluboká infiltrace (perkolace), která je výstupem z nenasycené zóny. Maximální akumulace nasycené oblasti je vyjádřena parametrem GW. Proces transformace základního odtoku je koncipován lineárně s uplatněním parametru BK. Celkový odtok je získán superpozicí přímého a základního odtoku.

Optimalizovatelné parametry SMAx, ALPHA a BK, v případě, že jsou k dispozici pozorovaná data, se nastavují podle pozorovaných dat denních (nebo dekadních) odtoků.

Objemovou shodu složek bilance zabezpečuje sledování kontinuity dle bilanční rovnice:

$$SRAIN = AE + STF + (\Delta WP + \Delta WZ)$$

$$SRAIN = AE + STF + \Delta W$$

kde: SRAIN – výška srážek (mm)

STF – výška celkového odtoku (mm)

AE – skutečný (aktuální) územní výpar (mm)

ΔWP – změna vlhkosti nenasyčené zóny (mm)

ΔWZ – změna objemu nasycené zóny (mm)

ΔW – dotace podpovrchových vod

VÝSLEDKY

Pro úspěšnou implementaci model vyžaduje: formální údaje povodí, logické proměnné, počáteční podmínky simulovaného období (tj. vlhkosti aktivní zóny a vlhkosti nenasyčené zóny), denní meteorologická data (v případě povodí Srbského potoka pouze srážky a výpar z volné vodní hladiny) a kontrolní proměnné.

Základními podklady k modelovým bilančním výpočtům na povodí Srbského potoka byly:

- denní úhrny srážek ze stanice Holýšov (Výtoň)
- denní úhrny výparu z volné vodní hladiny ve stanici Cheb
- hydrologické parametry povodí zastoupení lokálních hodnot CN_1 a jejich (průměrná hodnota $CN = 72,5$) další hydrologické a hydrologické parametry: průměrná pórovitost 0,45 (–), průměrná polní vodní kapacita 0,35 (–), tloušťka aktivní zóny 0,4 m, průměrná tloušťka nenasyčené zóny 1,2 m, průměrný denní základní odtok 0,3 mm, maximální denní in-

tercepce 1,5 mm, geografické a klimatické údaje (zeměpisná poloha, nadmořská výška); hodnoty průměrné pórovitosti a polní vodní kapacity byly převzaty z dřívějších hydrogeologických měření (podklady k projektu odvodnění)

- parametry modelu byly nastaveny podle hydrologických poměrů povodí na základě analýz, získaných na experimentálních povodí; protože nebylo k dispozici pozorování průtoků v uzavřeném profilu povodí ani záznamy o kolísání hladin podzemní vody, byly jednotlivé parametry nastaveny: $S_{MAX} = 400$ mm, $\alpha = 1,0$ (–), $BK = 10$ dnů; parametry P byly určeny podle zkušeností s daty pozorovaných povodí $P_1 = 0,1$, $P_2 = 0,2$, $P_7 = 0,7$
- počáteční podmínky vlhkosti na začátku vegetačního období 1/05 byly určeny podle předchozích denních srážek v březnu a dubnu; protože se však v jednotlivých hodnocených letech příliš od sebe nelišily, byla počáteční vlhkost nenasyčené zóny uvažována vždy jako 2/3 vlhkosti maximální [$WUL(0) = 300,0$ mm]

Pro získání názorového spektra bilancí vody v povodí byla vybrána vegetační období charakteristických let podle srážkových úhrnů: **1969 – suchý rok, 1971 – průměrný rok, 1975 – mokřý rok**. Tab. IV uvádí přehledné výsledky bilancovaných let.

Z jednotlivých bilančních položek jsou zvláště důležité položky **povrchového odtoku a dotace podpovrchových vod**, tj. výsledná změna zásob nenasyčené i nasycené zóny ΔW :

- suchý rok 1969: $\Delta W = -117,5 + 32,0 = -85,5$ mm
- průměrný rok 1971: $\Delta W = -111,2 + 35,1 = -76,1$ mm
- mokřý rok 1975: $\Delta W = -51,6 + 183,4 = +131,8$ mm

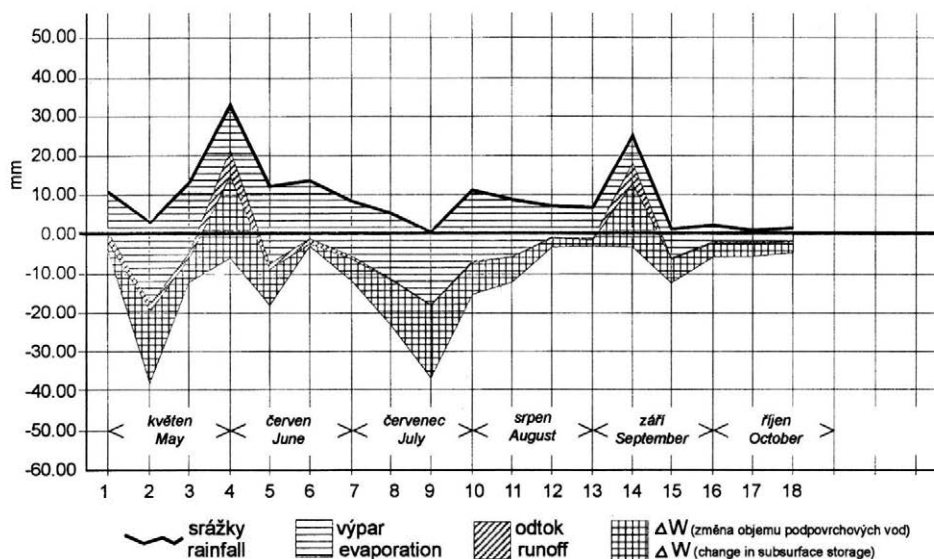
IV. Hydrologická bilance v charakteristických letech (Srbský potok) – Water balance in the characteristic years (Srbský potok)

Rok ¹	Suchý ²	Průměrný ³	Mokřý ⁴
Bilanční položka ⁵ (1. 5.–31. 10.)*	1969 (mm)	1971 (mm)	1975 (mm)
Srážkový úhrn ⁶ SRAIN	158,9	225,8	506,0
Celkový odtok ⁷ STF	20,8	45,0	114,1
– z toho povrchový odtok ⁸ SOF	10,1	16,8	26,2
Potenciální evapotranspirace ⁹ SPE	305,9	343,9	272,6
Aktuální evapotranspirace ¹⁰ AE	223,6	256,9	260,5
Infiltrace do půdy ¹¹	107,1	147,0	419,6
Změna půdní vlhkosti (nenasyčená zóna) ¹² ΔWP	-117,5	-11,2	-51,6
Hluboková infiltrace do podzemních vod ¹³	41,8	61,5	297,4
Změna zásob podzemních vod (nasycená zóna) ¹⁴ ΔWZ	32,0	35,1	183,4
Bilanční chyba ¹⁵ (mm)	0,24	1,25	0,30
Bilanční chyba (%)	0,15	0,55	-0,06

* Vegetační období se běžně bilancuje od 1. 4., dubnová výparoměrná data v roce 1969 chyběla, proto byla všechna tři období kvůli vzájemnému srovnání uvažována až od 1. 5.

Vegetation period is usually balanced from 1st April, April evaporimeter data in 1969 was missing, therefore all three periods were considered as late as from 1st May due to mutual comparison

¹year, ²dry, ³average, ⁴wet, ⁵balance item, ⁶sum of precipitation, ⁷total runoff, ⁸of it surface runoff, ⁹potential evapotranspiration, ¹⁰actual evapotranspiration, ¹¹infiltration into soil, ¹²change of soil moisture (unsaturated zone), ¹³depth infiltration into groundwaters, ¹⁴change of reserves of groundwaters (saturated zone), ¹⁵balance error



3. Hlavní složky hydrologické bilance; povodí Srbského potoka (suchý rok 1969, model WBCM-4) – Main components of water balance; catchment of Sribický potok (dry year 1969, model WBCM-4)

osa x: dekáda – x axis: decade

Pokud se týká povrchového odtoku v bilančním smyslu, není v povodí Srbského potoka nijak enormní, a to ani v mokřem roce. Vláhové deficity půdy v suchých a průměrných letech jsou vyrovnávány zimními srážkami, nicméně jejich vznik je signálem k omezení ploch rolí a extenzi trvalých travních porostů (TTP), které jsou lépe vododržné. Pro ilustraci je přiložen rozdílový graf (obr. 3) uvádějící průběh bilance suchého roku 1969.

DISKUSE

Tvorbu a propagaci povrchového odtoku a na druhé straně dotaci podzemních vod ovlivňují zejména tyto faktory:

- intenzita a doba trvání srážek
- fyziografické faktory povodí
- skladba kultur a způsob hospodaření na povodí
- délka trati (včetně vinutí), její sklon, hydraulická drsnost, tvar příčného profilu a další hydraulické parametry

Z těchto čtyř hlavních skupin faktorů zůstávají neměnné parametry dešťů (zejména přívalem, které bilančním modelem nedovedeme dobře postihnout). Tyto parametry jsou konstantní a nedají se podstatně ovlivnit. Co se týká vinutí trasy, tj. jejího prodloužení a zmenšení sklonu nivelety dna, má jistě retardující účinek na propagaci povodňové vlny korytem. Na druhé straně zvětšená hydraulická drsnost koryta zvyšuje

velikost rychlostního součinitele C (Chézyho rovnice pro neustálený pohyb), což v podstatě vyrovnává efekt prodloužení trasy za předpokladu stejného průtočného profilu v bilančním smyslu ($\Delta t = 1$ den), což není podstatné. Evidentně nejmarkantnější tedy ovlivňuje hydrologickou bilanci **skladba kultur a způsob hospodaření na povodí**. Z toho vyplývají zjednodušené podmínky pro volbu **scénářových situací**. Byly zkoumány dvě základní situace:

1. scénář: **nepříznivý**, plocha lesa i zástavby konstantní, úbytek luk a pastvin ve prospěch orné půdy (rolí) o 10 %

Lesy:	0,396.66 = 26,14
Louky a pastviny:	0,092.58 = 5,34
Role:	$0,142.78 + 0,255.85 + 0,08.89 = 39,87$
Zástavba:	0,035.98 = 3,43
Vážený průměr:	74,78
Zaokrouhlo:	CN = 75,0

2. scénář: **příznivý**, plocha lesa i zástavby konstantní, úbytek rolí ve prospěch TTP (luk a pastvin) o 10 %

Lesy:	0,396.66 = 26,14
Louky a pastviny:	0,292.58 = 16,94
Role:	$0,042.78 + 0,155.85 + 0,08.89 = 23,57$
Zástavba:	0,035.98 = 3,43
Vážený průměr:	70,08
Zaokrouhlo:	CN = 70,00

Pro simulaci hydrologické bilance byly tedy použity scénáře, lišící se od stávajícího stavu změnou plochy

V. Hydrologická bilance scénářových situací – Water balance of the scenario situations

Bilanční položka ¹ (1. 5.–31. 10. 1971)	Současný stav ² (mm)	1. scénář ³ (mm)	2. scénář (mm)
Srážkový úhrn ⁴ SRAIN	225,8	225,8	225,8
Celkový odtok ⁵ STF	45,0	52,6	20,1
– z toho povrchový odtok ⁶ SOF	16,8	39,5	9,6
Aktuální evapotranspirace ⁷ AE	256,9	254,5	256,1
Dotace podpovrchových vod ⁸ ΔW (nenasyčená a nasycená zóna ⁹)	–76,1	–89,2	–63,2

¹balance item, ²present situation, ³scenario, ⁴sum of precipitation, ⁵total runoff, ⁶of it surface runoff, ⁷actual evapotranspiration, ⁸supply of subsurface waters, ⁹unsaturated and saturated zone

VI. Porovnání antropogenních změn v hydrologické bilanci povodí Srbského potoka v průměrném roce (1971) – Comparison of man-made changes in water balance of the catchment of Srbský potok in the average year (1971)

Bilanční položka ¹ (1. 5.–31. 10. 1971)	Současný stav ²	1. scénář ³	2. scénář
Povrchový odtok ⁴ (mm)	16,8	39,5	9,6
Povrchový odtok (%)	100,0	+135,1	–57,1
Dotace podpovrchových vod ⁵ (mm)	–76,1	–82,2	–63,2
Dotace podpovrchových vod (%)	100,0	–17,2	+17,0

Určení úhrnu povrchového odtoku je relativně zatíženo větší chybou než dotace podpovrchových vod. Tyto dotace jsou nesporně kladně ovlivňovány pěstovanou plodinou. Scénářová změna v této dotaci 10 až 20% je reálná.

Determination of surface runoff is relatively loaded by greater error than supplies from subsurface water. These supplies are certainly positively affected by cultivated crop. The change in scenario in this supply 10 to 20% is real.

¹balance item, ²present situation, ³scenario, ⁴surface runoff, ⁵supply of subsurface soils

luk a pastvin o 10 % (+ nebo –). Numerické výsledky simulace obou scénářových situací jsou uvedeny v tab. V. Byl simulován **průměrný rok 1971** pouze s popsanou změnou kultur, která se projeví zejména ve změnách odtoku a dotací podpovrchových vod.

1. scénář: CN = 75,0, WUL(0) = 290 mm

2. scénář: CN = 70,0, WUL(0) = 310 mm

dosažených výsledků pro malou možnost kontroly výsledků modelu podle pozorovaných údajů, nicméně **trendy změn povrchového odtoku a dotace podpovrchových vod** (půdních i podzemních) **jsou evidentní**, jak ukazuje tab. VI.

LITERATURA

KOVÁŘ, P.: Využití hydrologických modelů pro určování maximálních průtoků na malých povodích. [Doktorská dizertace.] Praha, ČZU 1994.

KOVÁŘ, P. a kol.: Aplikace hydrologických modelů v povodí Rokytenky. In: Transportní procesy v pramenných oblastech. [Závěrečná zpráva.] Praha 1996.

PONCE, V. M. – HAWKINS, R. H.: Runoff Curve Number: Has it reached maturity? J. Hydrol. Engng, 1996 (1): 11–19.
U. S. SCS: Urban hydrology for small watersheds. Techn. Release, USDA, 55, 1986.

Došlo 6. 11. 1997

ZÁVĚR

Modely WBCM jsou schopny simulovat hydrologickou bilanci malých povodí poměrně přesně, jestliže je k dispozici kontrolní pozorování denních (nebo dekadních) odtoků v uzávěrovém profilu povodí. Potvrzují to i zkušenosti implementací podobných modelů v zahraničí (např. Ponce, Hawkins, 1996). I když pozorovaná odtoková data absentovala, byly parametry bilančního modelu Srbského potoka nastaveny podle existujících údajů hydrologických, hydrogeologických a klimatických. Netrváme na absolutní správnosti

Kontaktní adresa:

Prof. Ing. Pavel K o v á ř, DrSc., Česká zemědělská univerzita, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika, tel.: 02/24 38 21 48, fax: 02/20 92 22 52

FRESHWATER CONTAMINATION

ZNEČIŠTĚNÍ VOD

B. Webb (ed.)

Int. Assoc. Hydrol. Sci., 1997, č. 243, 385 s.

Ve dnech 23. dubna až 3. května 1997 se v marockém Rabatu konalo sympozium *Mezinárodní asociace hydrologických věd*. Sborník z tohoto vědeckého setkání obsahuje 41 příspěvků rozčleněných do osmi oddílů. První oddíl se zabývá znečištěním vody, druhý sleduje sedimenty znečištěné organicky i těžkými kovy a jejich pohybem. Třetí oddíl popisuje znečištění nejrůznějšími látkami v důsledku urbanizace a zemědělských aktivit. Čtvrtý a pátý oddíl jsou zaměřeny na živiny v povrchových a podzemních vodách, hnojiva a salinitu. Šestý oddíl je věnován znečištění jezer a vodních rezervoárů. Sedmý oddíl obsahuje modelování pohybu živin v podzemních i povrchových vodách a diskutuje význam meliorací. Poslední část pojednává o možnostech ovlivňování kvality vod, regulaci živočišných odpadů a zavádění ochranných zón na říčních nádržích. Pro nás jsou podstatné tyto vybrané příspěvky:

C. Soulsby a kol. referovali o reverzibilitě acidifikovaných povrchových vod ve Skotsku a zabývali se též životem hmyzu v kyselých vodách.

W. Symader a kol. uvedli příklad organického znečištění říčních sedimentů dna. Ověřovali faktory ovlivňující ukládání některých látek, jako jsou např. PCB a těžké kovy, ve vysoce pohyblivých sedimentech. Ukládání těžkých kovů diskutovali též Z. Idlafkih a kol. z Francie, jež doplnili M. Schorer z Německa a D. E. Walling a kol. z Velké Británie.

A. M. Bremner a kol. z Velké Británie studovali koloběh těžkých kovů při odvodňování a znečištění průmyslovými depozity, J. Pociask a kol. pak pohyb radionuklidů z těžby uhlí v Polsku a J. Machin a A. Navas znečištění vod nitráty ve Španělsku.

N. E. Peters a kol. se zabývali koncentrací živin v povrchových vodách v USA, I. Foster a kol. plank-

tonní biomasou z řeky Avon. A. I. Healthwaite a kol. z Velké Británie řešili úbytek fosforu na pastvinách a jeho dopady na kvalitu vody. Zajímavý byl i stručný souhrn výsledků 20letého sledování plošného zemědělského znečištění v USA, který podal R. S. Kanwar.

A. Castillo a kol. se věnovali vývoji znečištění podzemních vod hnojivy na jihu Španělska. Významný referát přednesli J. Deák z Maďarska a N. P. Akmetiova a E. E. Lapina o kontaminaci podzemních vod v oblasti řeky Volhy.

S. Trudgill a kol. z Velké Británie diskutovali doporučení na povrchové meliorace, resp. na odvodnění podzemních nádrží, jako je např. Slapton Ley.

J. Steenvoorden a kol. se zabývali simulací pohybu živin v povrchových i podzemních vodách v Nizozemsku A. Pinheiro a B. Caussade modelováním rozptylu zemědělského znečištění, S. Kondratiev a O. Mendel pak obecnějším matematickým vyjádřením.

K. Heal a kol. sledovali podzemní vodní nádrže v Británii z pohledu hydrochemie manganu. A. Lo Porto a kol. podali návrhy na zjištění koncentrace odpadů živočišné výroby. V. M. Samojlenko a J. S. Tavrov referovali o ochraně zdrojů na Ukrajině.

Pozoruhodné byly i některé přednášky z exotických zemí, např. o následcích urbanizace na kvalitu spodních vod v Keni, o degradaci podzemních vod v Jordánsku, o důsledcích fekálního znečištění vodního prostředí v Maroku. A. L. Mimi a kol. přednesli prezijní referát o kontaminaci vodních zdrojů v El Hammam v Tunisu.

Sborník představuje obohacení dosavadního přístupu k této problematice u nás a jistě ho uvítá řada našich odborníků.

Mgr. Pavel Mikula

OMEZENÍ MOBILITY KADMIA V PŮDNÍM ROZTOKU SELEKTIVNÍM SORBENTEM

LIMITATION OF CADMIUM MOBILITY IN SOIL SOLUTION WITH A SELECTIVE SORBENT

L. Kolář¹, R. Ledvina¹, R. Tichý²

¹ South Bohemian University, Faculty of Agriculture, České Budějovice, Czech Republic

² Institute of Landscape Ecology, Academy of Sciences of the Czech Republic, České Budějovice, Czech Republic

ABSTRACT: Humic acids were extracted from the Sokolov brown coal by alkali-pyrophosphate extract and precipitated by HCl. They were transferred from the hydrogen cycle in the Zn^{2+} -cycle and processed with ammonium sulfide (Kolář, 1996). This results in a selective ionex for cadmium, zinc and mercury. Its colloid solution, suitable for application on the surface of the contaminated soil in the dose $2.15 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, at the dose of $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ionex dry matter, has been prepared by dispergation of the mix of the same volume portions $0.1 \text{ M Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ and 0.2 M NaOH as a 7% solution. This way, two samples of soil were processed (A = arable horizon of clay-loam brown earth, B = arable horizon of sand-loam cambisol), after their contamination with Cd to the value $20.5 \text{ mg Cd} \cdot \text{kg}^{-1}$ (A) and $19.3 \text{ mg Cd} \cdot \text{kg}^{-1}$ (B). Desorption of Cd from the samples was done gradually with deionized water and 1 M KCl . Cd was estimated in the extracts and in the soil after extraction. In the second part of the work, the same soil samples were put in the Mitscherlich pots and sown with white mustard (*Sinapis alba* L.). The soil extract was obtained by extraction with ethanol and further distillation, and its Cd content was compared with the results of the tests with soils without preparation with the selective ionex sol. In the third part of the work, the thermodynamic evaluation of the ion-exchange experiments with mentioned soil samples, partly with ionex, partly without it, was done. The results proved that the acid soil solution (sample B) destroys the ionex very quickly, and thus the ionex is not suitable for the acid soils. We proved a high chemisorption of Cd at the A sample, that means a high ionex activity. Unfortunately, even here the activity of the ionex goes down slowly, as a result of its contact-catalytic oxidation, and the Cd releases again.

soil; cadmium; sorption; selective sorbent

ABSTRAKT: Z hnědého sokolovského uhlí byly extrahovány alkalicko-pyrophosfátovým výluhem huminové kyseliny a sraženy HCl. Z vodíkového cyklu byly převedeny do Zn^{2+} -cyklu a zpracovány sulfidem amonným (Kolář, 1996). Vzniká selektivní ionex pro kadmium, zinek a rtuť. Jeho koloidní roztok, vhodný k aplikaci na povrch kontaminované půdy v dávce $2,15 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ při dávce sušiny ionexu $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, se připraví dispergací ve směsi stejných objemových dílů $0,1 \text{ M Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ a $0,2 \text{ M NaOH}$ jako 7% roztok. Tímto způsobem byly ošetřeny vzorky dvou zemín (A = ornice jílovitohlinité hnědozemě, B = ornice písčitohlinité hnědé půdy) předem kontaminovaných Cd na hodnotu $20,5 \text{ mg Cd} \cdot \text{kg}^{-1}$ (A) a $19,3 \text{ mg Cd} \cdot \text{kg}^{-1}$ (B). Desorpce Cd ze vzorků byla provedena postupně deionizovanou vodou a 1 M KCl . Cd bylo stanoveno v extraktech a v zemínách po extrakci. V druhé části práce byly tytéž vzorky zemín uloženy do Mitscherlichových nádob a osety hořčicí bílou. Půdní roztok byl získán extrakcí etanolem a následující destilací a obsah Cd v něm byl srovnáván s výsledky pokusů se zemínami bez ošetření solem zkoumaného selektivního ionexu. Ve třetí části práce proběhlo termodynamické hodnocení iontovýměnných experimentů s uvedenými vzorky zemín s ošetřením a bez ošetření ionexem. Výsledky ukázaly, že kyselá půdní prostředí (vzorek B) ionex velmi rychle zničí, a že se tedy do kyselých půd nehodí. U vzorku A jsme dokázali vysokou chemisorpci Cd, tedy vysokou účinnost ionexu, i zde jeho účinnost však pozvolna klesá, protože ionex v půdě kontaktně-katalyticky oxiduje a Cd opět uvolňuje.

půda; kadmium; sorpce; selektivní sorbent

ÚVOD

Byl připraven sorbent z huminových kyselin hnědého sokolovského uhlí tím způsobem, že z alkalickopyrophosfátového výluhu byly huminové kyseliny sra-

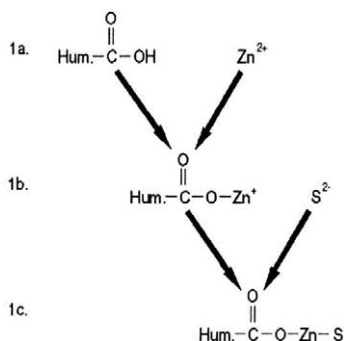
ženy kyselinou solnou, z H^+ -cyklu byly převedeny do Zn^{2+} -cyklu a zpracovány sulfidem amonným (Kolář et al., 1995; Ledvina, Kolář, 1996; Cígler et al., 1997). Tento ionex funguje jako selektivní sorbent pro skupinu kovů analytické třídy 2b (Cd, Zn, Hg),

a protože Cd má k zakotvené S^{2-} větší afinitu než Zn, je selektivní sorbent prakticky specifický pro Cd.

Mobilitu Cd ve vztahu k S^{2-} a její oxidaci ve vztahu k pH, redox-potenciálu a další otázku řeší Stigliani (1988), komplexní studii o huminových látkách a jejich funkci podal Frimmel, Christmann (1988). Kontaminaci půd Cd v současné době studují Alloway, Jackson (1991), dekontaminaci půd Rulkens et al. (1992), sorpci Cd v půdě přehledně shrnuje Christensen (1984, 1985, 1987). Pozornost vzbuzuje fytořediální odstranění Cd z půdy (Baker et al., 1991; Carillo, Cajuste, 1992; Davies, 1992; Berthelsen, 1994; Tichý, 1994, 1996). Zprávy o selektivním sorbentu Cd na bázi huminových kyselin s inkorporovanou sulfidickou S byly podány již dříve (Kolář et al., 1995; Cígler et al., 1996; Kolář, 1996; Ledvina, Kolář 1996; Cígler et al., 1997).

MATERIÁL A METODA

Bylo sledováno mnoho zdrojů huminových kyselin (Kolář et al., 1995; Ledvina, Kolář, 1996), technologicky i ekonomicky je nejvhodnější hnědé uhlí. Po vysušení bylo extrahováno roztokem 0,1 M NaOH a 0,1 M $Na_4P_2O_7$ v obj. poměru 1 : 1 v množství 5 hm. jednotek extraktantu na 1 hm. jednotku uhlí při teplotě 20 °C po dobu 6 dnů za občasného míchání. Po centrifugaci (4 000 ot. min^{-1} , 20 min) byl centrifugát okyselen 2 M HCl na pH = 3 a ohřát na 90 °C. Po koagulaci byly huminové kyseliny po ochlazení na 20 °C centrifugovány (6 000 ot. min^{-1} , 20 min), rozmíchány ve studené, slabě okyselené demineralizované vodě a pročištěny dialýzou. Schéma následné úpravy materiálu je uvedeno na obr. 1. Huminové kyseliny byly převedeny do Zn^{2+} -cyklu 10% roztokem $ZnSO_4$ třepáním po dobu 2 h (obr. 1a). Po promytí a filtraci byly humáty zinečnaté zpracovány 20% $(NH_4)_2S$ po dobu 1 h (obr. 1b). Výsledný produkt (obr. 1c) byl izolován centrifugací.



1. Reakční schéma vzniku sorbentu – Reaction diagram of the sorbent formation

Obsahuje 13,6 % sušiny. Preparát byl dispergován ve směsi 1 obj. dílu 0,1 M $Na_4P_2O_7$ a 1 obj. dílu 0,2 M NaOH. Rozpustnost sorbentu v tomto směsném roztoku na koloidní sol je minimálně 7%. Pro praktickou aplikaci je nutná dávka sorbentu 0,1 g.kg⁻¹ půdy, a pro hloubku půdního profilu na počátku 10 cm (difúzi postupuje hlouběji) je tedy třeba 150 kg sušiny sorbentu na 1 ha. Těto hmotnosti odpovídá 2 150 l.ha⁻¹ roztoku.

Tímto způsobem ošetřená ornice předem kontaminovaná Cd ve formě roztoku 0,01 M $CdSO_4$ na obsah 20,5 mg Cd.kg⁻¹ vzorku A a 19,3 mg Cd.kg⁻¹ vzorku B ze dvou stanovišť polních pokusů ÚRV Praha-Ruzyně (Praha-Ruzyně, hnědozem, jílovitohlinitá – vzorek A a Lukavec u Pacova, hnědá půda, písčitohlinitá – vzorek B) byla po odběru vzorků vysušena, homogenizována a prosátím 2mm sítím připravena k sorpční-desorpčním experimentům, které byly srovnávány s výsledky na půdních vzorcích bez aplikace roztoku sorbentu.

Desorpce Cd z půdy byla provedena deionizovanou vodou (1 h třepání, 6 dnů ustavování sorpční rovnováhy – poměr půdy a kapaliny G : L = 1 : 4), která měla uvolnit mechanicky vázanou formu Cd v půdě. Po centrifugaci jako druhé desorpční agens byl použit roztok 1 M KCl, který měl uvolnit iontovýměnné Cd, přičemž extrakce 1 M KCl byla prováděna opakovaně, třikrát za sebou. Za chemisorbované Cd je považován zbytek, který se neuvolnil v sérii desorpcí. Výsledky reprezentují data z šesti nezávislých měření (tab. 1). Vzhledem k tomu, že po centrifugaci nebyla vždy odstraněna ka-

1. Desorpce Cd z půdních vzorků A, B ošetřených sorbentem S a neošetřených v % desorbovaného Cd – Cd desorption from A, B samples processed and not processed with the S sorbent in % of desorbed Cd

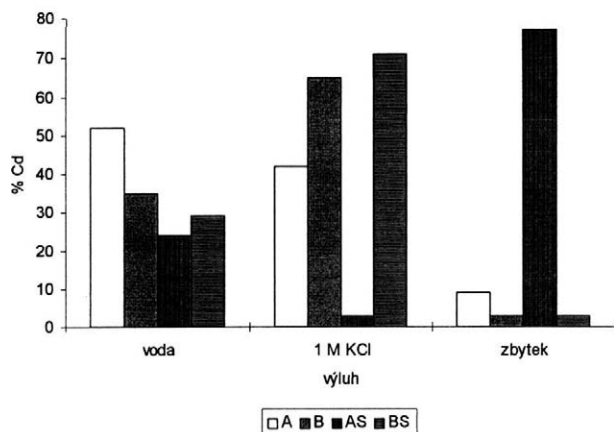
Extraktant ¹	A	B	AS	BS
H ₂ O	52	35	24	29
KCl	42	65	3	71
Zbytek ²	9	3	77	3

¹extractant, ²residuum

palná fáze v celém objemu, promítal se částečně obsah Cd v daném extraktu také do koncentrace v extraktu následujícím. Díky tomu součet uvolněného Cd do extraktů a Cd v nedesorbovatelném zbytku někdy přesáhl celkové dodané množství do systému, což se projevilo v obr. 2 jako výsledky extrakce vyšší než 100 %.

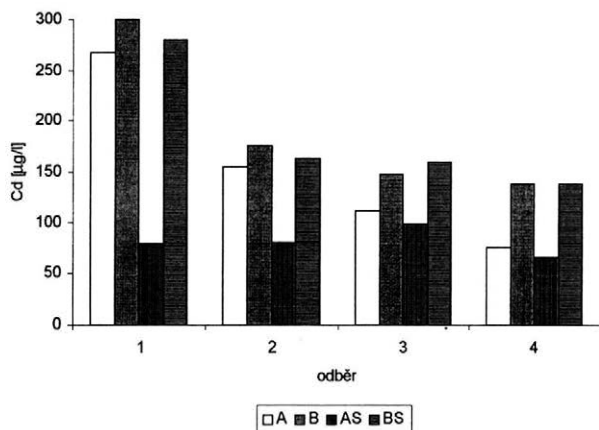
V druhé části pokusů byly vzorky zemin uloženy do Mitscherlichových nádob a bez hnojení osety hořčicí bílou. Během vegetace byly čtyřikrát odebrány vzorky zeminy a extrakt etanolem s následující destilací šetrně získán půdní roztok. V něm bylo stanoveno Cd. Výsledky reprezentují data ze čtyř nezávislých opakování.

V třetí části práce byly se vzorky půd provedeny iontovýměnné experimenty s termodynamickým vyhodnocením. Vzorky byly uvedeny do H^+ -cyklu usta-



2. Průměrné hodnoty desorpce Cd z půdních vzorků A, B ošetřených a neošetřených sorbentem S – Average values of Cd desorption from A, B samples processed and not processed with the S sorbent

voda – water
výluh – extract
zbytek – residuum



3. Obsah Cd v půdním roztoku ze vzorků A, B ošetřených a neošetřených sorbentem S během vegetace [μg/l] – Cd content in the soil solution of A, B samples processed and not processed with the S sorbent during vegetation [μg/l]

odběr – uptake

vením rovnováhy v 0,001 M HCl (14 dnů). Byly zjišťovány koeficienty selektivity K_p^N pro výměnu



při teplotách 15, 60 a 80 °C a ze zjištěných hodnot byla vypočítána změna volné energie ΔF , změna entalpie ΔH a změna entropie ΔS sorpčně-iontovýměnného procesu. Práce byla provedena s roztoky chloridů vyměňujícího a vyměňovaného iontu při průměrné (50 % HCl + 50 % CdCl_2) iontové síle $I = 0,15$ a $I = 0,05$. Na 10 g zeminy bylo použito 200 ml výchozích směsných roztoků. Doba ustavení rovnováhy 3 dny po 8h třepání.

Koeficient selektivity K_p^N vyjadřuje sorbovatelnost iontu N k iontu P (Š t a m b e r g, R á d l, 1962). Vyjadřuje tedy rovnovážný stav při iontové výměně a pro ionty různé valence je dán Nikolského rovnici

$$\frac{g_N}{\sqrt{g_P}} = K_p^N \cdot \frac{C_N}{\sqrt{C_P}}$$

kde: g_N, g_P – množství poutaných kationtů [mgekv.100 g⁻¹ zeminy]

C_N, C_P – koncentrace iontů v rovnovážném roztoku [mgekv.l⁻¹]

N – jednovalentní iont

P – dvouvalentní iont

Prakticky se K_p^N stanoví graficky ze závislosti poměru koncentrací rovnovážných roztoků C_N/C_P na ose x a hodnot $1/g_P$ na ose y jako směrnice přímky, která odpovídá K_p^N/g . Na ose y vytné přímka úšek $1/g$, a protože $g = (g_N + g_P)$, lze graficky zjistit iontovýměnnou kapacitu 100 g zeminy pro sledovanou dvojici kationtů i koeficient selektivity K_p^N .

Koeficient selektivity je možno zjistit také z čtvercového rovnovážného diagramu, který vyjadřuje závislost iontového zlomku vyměňujícího nebo vyměňovaného iontu v zemině na iontovém zlomku téhož iontu v rovnovážném roztoku (B a u m a n n, E i c h h o r n, 1947).

Lze konstatovat, že čím je K_p^N vyšší, tím snáze dojde k výměně iontů, tím je tedy menší selektivita zemi-

- CARILLO, R. G. – CAJUSTE, L. J.: Heavy metals in soils and alfalfa (*Medicago sativa* L.) irrigated with three sources of wastewater. *J. Envir. Sci. Hlth, A* 27, 1992 (7): 1771–1783.
- CÍGLER, P. – KUŽEL, S. – KOLÁŘ, L.: Selektivní sorbent pro ireverzibilní sorpci kadmia. In: Sbor. Konf. AF ZU, Agronomická fakulta a vývoj poľnohospodárstva na Slovensku, Nitra, 1996: 145–147.
- CÍGLER, P. – KUŽEL, S. – KOLÁŘ, L. – LEDVINA, R.: Sorbent s inkorporovanou sulfidickou sírou pro imobilizaci kadmia v roztoku. *Rostl. Výr.*, 43, 1997 (1): 7–12.
- DAVIES, B. E.: Inter-relationship between soil properties and the uptake of cadmium, copper, lead and zinc from contaminated soils by radish (*Raphanus sativus* L.). *Wat. Air Soil Pollut.*, 63, 1992: 331–342.
- FRIMMEL, F. H. – CHRISTMANN, R. F.: Humic substances and their role in the environment. John Wiley and Sons 1988: 113–132.
- GRIESSBACH, R.: Teorija i praktika jonovovo obmena. Moskva, Izd. Inostr. Lit. 1963: 502.
- CHRISTENSEN, T. M.: Cadmium soil sorption at low concentrations. I. Effect of time, cadmium load, pH and calcium. *Wat. Air Soil Pollut.*, 21, 1984: 105–114.
- CHRISTENSEN, T. M.: Cadmium soil sorption at low concentrations. IV. *Wat. Air Soil Pollut.*, 25, 1985: 256–274.
- CHRISTENSEN, T. M.: Cadmium soil sorption at low concentrations. V. *Wat. Air Soil Pollut.*, 34, 1987: 293–303.
- KOLÁŘ, L.: Selektivní sorbent kadmia z půdního roztoku na bázi solů huminových kyselin s inkorporovanou sulfidickou sírou. [Závěrečná zpráva.] Praha 1996.
- KOLÁŘ, L. – KUŽEL, S. – RYBKOVÁ, H.: Omezení mobility kadmia v půdním roztoku solem huminových kyselin s inkorporovanou sulfidickou sírou. In: Sbor. Konf. ZF JU, Zemědělství v marginálních podmínkách, České Budějovice, 1, 1995: 107–114.
- LEDVINA, R. – KOLÁŘ, L.: Adsorpční, chemisorpční a desorpční konstanty Freundlichových isotherm při sorpci kadmia z rašeliny izolovanými huminovými kyselinami s inkorporovanou sulfidickou sírou. In: Sbor. Konf. ZF JU, České Budějovice, 1996: 43–48.
- RULKENS, W. H. et al.: Bodemreniging via extractie en klassificatie. *Proc. Technol.*, 9, 1992: 43–55.
- STIGLIANI, W. M.: Changes in valued „Capacities“ of soil and sediments as indicators of nonlinear and time-delayed environmental effect. *Envir. Monit. and Asses.*, 10, 1988: 245–307.
- ŠTAMBERG, J. – RÁDL, V.: Ionexy. Praha, SNTL 1962. 169 s.
- TICHÝ, R.: Possibilities of thiobacilli with respect to bio-leaching processes. *Bioresour. Technol.*, 48, 1994: 221–227.
- TICHÝ, R.: Increased availability to plants of sewage sludge-borne cadmium. *Wat. Air Soil Pollut.*, 43, 1996: 272–278.

Došlo 20. 11. 1997

Kontaktní adresa:

Prof. Ing. Ladislav Kolář, DrSc., Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, Studentská 13, 370 05 České Budějovice, Česká republika, tel.: 038/464 09, fax: 038/403 01

14. KONFERENCE ISTRO

Ve dnech 27. července až 1. srpna 1997 se v polských Pulawách konala 14. konference ISTRO (International Soil and Tillage Research Organization). Tato celosvětová organizace, sdružující odborníky z rozsáhlého výzkumu, souvisejícího s půdou a jejím zpracováním, byla založena 27. září 1973. Ve svém programu má ISTRO tyto hlavní priority:

- zprostředkování kontaktů mezi vědci, zabývajícími se problematikou využívání půdy v zemědělství, tzn. zejména technologiemi zpracování půdy a pojezdů strojů po poli a vlivy těchto faktorů na půdní vlastnosti a půdní prostředí, resp. produkci polních plodin
- podpora výzkumu v oblasti zpracování půdy a příbuzných výzkumných odvětví
- podpora aplikace výsledků výzkumu do praxe

Velmi významná je rovněž preference účasti vědeckých pracovníků ze zemí východní Evropy a bývalého Sovětského svazu na práci organizace. K tomu účelu byl na 12. konferenci v roce 1991 v Nigérii ustaven zvláštní výbor, jenž má za cíl zprostředkovat odborníkům z těchto zemí možnost podílet se na řešení závažných problémů světového zemědělství. Konkrétní aktivity tohoto výboru se projeví i na 14. konferenci, kdy např. ISTRO finančně podpořilo účast pěti zástupců z Litvy.

Počet členů ISTRO se neustále zvyšuje. Od roku 1994, kdy se v Dánsku konala 13. konference, se členská základna rozšířila o více než sto členů, a to hlavně v důsledku iniciativy národních poboček ISTRO ze zemí východní Evropy a Ruska.

Hlavními organizátory 14. konference ISTRO byly Institut půdních věd a pěstování polních plodin (IUNG) v Pulawách, dále Zemědělská univerzita a Institut agrofyziky Polské akademie věd v Lublinu. Na konferenci bylo přítomno 192 účastníků. Jednání probíhalo ve Školícím a kongresovém centru IUNG v Pulawách pod názvem *Agroekologické a ekonomické aspekty zpracování půdy*. Časově byl program rozvržen do čtyř dnů. První tři dny byly vyhrazeny prezentacím příspěvků účastníků konference a čtvrtý den byl věnován exkurzím. Celkem bylo prezentováno 140 sdělení, z toho 33 v ústním podání a 107 ve formě posterů. Podle své-

ho zaměření byly příspěvky přednášeny v šesti po sobě následujících sekcích.

Konferenci zahájil úřadující prezident prof. Henryk Domżał. Následovalo jednání v první sekci na téma teoretické principy modelování vlivů zpracování půdy, v druhé sekci se jednalo o reakci polních plodin na systémy zpracování, třetí sekce byla věnována půdoochranným technologiím, ve čtvrté sekci byly analyzovány sociálně ekonomické dopady různých způsobů zpracování půdy, v páté sekci se hovořilo o kultivaci půdy v trvalých kulturách a v poslední sekci byly referáty zaměřeny na vztahy různých technologií zpracování půdy k jejím kvalitativním parametrům.

Z jednání ve všech sekcích byl zřejmý vesměs příznivý vliv redukovaného a zejména ochranného zpracování půdy na stabilizaci a následně zlepšování půdní kvality, zejména co se týká zvyšování obsahu organických látek a šetření půdní vláhou, které je přínosem hlavně pro aridní oblasti, dále na snižování ztrát vodní a větrnou erozi, na redukci utužení podorníci a celkově na zlepšování fyzikálních, chemických a biologických vlastností půdy, což všechno přispívá ke zlepšování produkčních podmínek pěstovaných plodin. Z ekonomického pohledu je nutné i přes vyšší pořizovací náklady při přechodu na půdoochranné technologie vidět nižší provozní náklady a prudký vzestup produktivity práce. Tyto argumenty vedou k rychlému zavádění půdoochranných technologií do praxe.

Na závěr této prezentační části se konalo plenární shromáždění organizace, na kterém slavnostně ukončili své tříleté působení ve vedení ISTRO stávající členové výboru a do funkce byl uveden výbor nový, do jehož čela byl na příští tři roky zvolen J. E. Morrison z USA.

Poslední den konference byl příjemným zpestřením programu, protože byl věnován exkurzím. Nezapomenutelným zážitkem byla návštěva středověkého města Kazimierz. Dalším navštíveným místem bylo Poradenské centrum pro zemědělství Konskowola, Pokusná stanice IUNG v Grabówě a velmi dobře vybavený nový komplex laboratoří v Institutu v Pulawách.

Další 15. konference ISTRO se bude konat v roce 2000 v texaském Fort Worthu v USA.

Ing. Miloslav Javůrek, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, Pokusná stanice, Sadová 1234, 286 01 Čáslav, Česká republika, tel./fax: 0322/31 31 17, e-mail: javuvuv@gpard.cz

PODÍL ODTOKU Z DRENÁŽÍ NA VELIKOSTI POVODŇOVÉHO PRŮTOKU

THE SHARE OF RUNOFF FROM DRAINAGES IN THE SIZE OF FLOOD DISCHARGE

J. Fídl¹, M. Soukup²

¹*Czech University of Agriculture, Praha, Czech Republic*

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

ABSTRACT: The aim of the study was to estimate the values of maximum runoff unit-yields q_{dmax} (l/s/ha) with the periodicity of occurrence 1% and maximum flood values of surface runoff unit-yields q_{1997} in some catchments. Because there are no direct measurements of drainage runoffs during floods, processed lines of exceeding of drainage runoffs of the nearest stations in eastern Bohemia from the 60s and 70s with similar precipitation data and slope conditions like in the upper parts of flood-affected catchment were used. For the share of drainage runoffs in maximum flood surface runoff unit-yields in percentage (Tab. IV) the values of runoffs in heavy-textured soils which form the studied catchments were used. The values for medium-heavy soils allow more complex view. The values of drainage runoffs were reduced in the ratio of drained areas and whole areas of catchments (line 1) and were further reduced for medium-textured soils for the case of glutting of the charge courses of downcome (line 2). These values were compared with the culmination values of surface runoff unit-yields in selected catchments from flood-affected regions in 1997 and from the flood on the brook Bradava in 1925. The values of shares in Tab. IV were not reduced for the time shift of culmination of drainage runoff against culmination of surface runoff. It is evident that in medium-heavy loam soils the share of drainage runoffs may be great, after reduction on glutting of drains, however, the share falls below 7%. In heavy-textured soils, of which the given catchments are built, it is maximum 2.9% but for Ostravice and Bradava the share of drainage runoff in culmination discharge in streams is lower than 1%. Drainage runoffs are not the most decisive component, with a great probability, in formation of flood discharges.

drainage runoff unit-yield; maximum surface runoff unit-yield; drainage; flood discharge; share of drainage and surface runoffs

ABSTRAKT: Po letních povodních v roce 1997 bylo třeba posoudit, zda a do jaké míry se odvodnění půdy podílely na vzniku povodňových vln. Pro porovnání odtoků z drenážních systémů byly vybrány tři lokality, kde byly v minulosti měřeny drenážní odtoky a byly k dispozici hodnoty pravděpodobnosti opakování za 100 let. Byly porovnány maximální naměřené specifické povrchové odtoky za povodní s obdobnými hodnotami drenážních odtoků. Pro podmínky těžkých půd, které převládají v horních částech povodí zasažených povodněmi, je tento podíl nejvýše několikaprocentní (4,5 %), ve většině případů je však menší než 1 %. Do porovnání nemohla být vzata úvaha o časové neshodě kulminací a další redukční faktory, jako je nefunkčnost části odvodňovacích ploch, vliv velikosti povodí a odvodňovaných ploch apod.

specifický drenážní odtok; maximální specifický povrchový odtok; odvodnění; povodňový průtok; podíl drenážního a povrchového odtoku

ÚVOD

Povodně v červenci roku 1997 nutí k úvahám o příčinách jejich katastrofického průběhu. Jednou z nich i podle oficiálních prohlášení měly být meliorace.

Termínem meliorace se většinou chyběně označuje odvodnění. Podíl na povodních tedy mají mít odtoky z odvodňovacích systémů, tzv. drenážní odtoky.

Drenážní odtoky, na rozdíl od odtoků povrchových, nebyly považovány za hydrologickou veličinu. Povrchové odtoky byly soustavně měřeny a hodnoceny, neboť poskytovaly údaje pro propustky a mosty na nově budovaných železnicích a silnicích, po povodních na

sklonku minulého století pak také pro úpravy toků při ochraně sídel a polí.

Drenážní odtok se u nás stal předmětem zájmu po roce 1960 v souvislosti s tehdejší pokračující koncentrací půdní držby, která vyvolala realizaci odvodnění. Bylo třeba pro nově vytvářené velkoplošné hony vytvořit vyrovnávající vlahový režim, aby mohly být jednotně obdělávány.

Nadměrné velikosti honů byly však příčinou urychlení vodní eroze a ekologických škod po zcelení pozemků, které nebylo často projektováno a realizováno v souladu s charakterem naší krajiny a s přírodními zákony. Záměnou za tyto okolnosti bylo později kritizováno odvodňování.

Po roce 1960 vznikají zásluhou tehdejšího VÚM v Praze a zemědělských vysokých škol nové výzkumné plochy pro řešení nových podnětů v odvodnění, přičemž byly soustavně měřeny i drenážní odtoky.

Údaje o drenážních odtocích byly zprvu založeny na spekulativních postupech. Po prvních orientačních měřeních ve Slezsku a Prusku v roce 1847 byla stanovena hodnota specifického drenážního odtoku 0,33 až 0,47 l/s/ha, která byla v roce 1884 změněna na 0,7 až 0,85 l/s/ha a konečně v roce 1899 opravena na 0,65 l/s/ha. Tato hodnota byla určena spekulativně z podmínky odtoku návrhové srážky drenážním systémem za určitý čas. Další autoři různě obměňovali podmínky, avšak hodnota 0,65 l/s/ha byla přijata prakticky v celé Evropě. U nás byla s korekcemi na roční srážkové normály používána do roku 1987.

Jednorázová šetření o velikosti drenážních odtoků byla občasné publikována ve Zprávách technické kanceláře ministerstva zemědělství v 30. letech. Po roce 1945 realizoval krátkodobé měření Uličný (1951) v Moštěnicích u Přerova. Krpata (1967) upozornil na potřebu ověření používaných hodnot a na problematiku odtoků na těžkých půdách. Jůva, Tlapák (1971) volili ve své práci postup odvození specifického drenážního odtoku q_d ze srážky požadované periodicity a periodicitu zavedli jako nový pojem v této oblasti. Škinkis (1974) vyšel z tzv. Berlínského studie a doložil její vliv na ostatní evropské státy. Uvedl též podrobný přehled problematiky v Lotyšsku. Fidler (1970) posuzoval drenážní odtok jako hydrologickou veličinu. Radčenko (1973) řešil velikost drenážního odtoku při neustáleném drenážním proudění na základě modelového výzkumu. Drenážními odtoky na těžkých půdách se zabývala Svobodová (1972). Švihla et al. (1992) shrnuli podrobný rozbor výsledků výzkumu na stanici VÚMOP Praha v Ovesné Lhotě a ze stanice Cerhovice. Uveřejnili též výsledky aplikace matematických modelů. Od první poloviny 80. let byly drenážní odtoky sledovány prakticky jen na uvedených dvou stanicích VÚMOP v Praze.

Oblast maximálních povrchových odtoků je soustavně studována. Pro náš účel poslouží hodnoty maximálních specifických povrchových odtoků, které uvádějí Soukup, Kulhavý (1997).

MATERIÁL A METODA

Podklady o drenážních odtocích pocházejí z prací publikovaných na bývalé katedře meliorací, nyní kated-

ře biotechnických úprav krajiny ČZU v Praze z výzkumu realizovaného v 60. a 70. letech. Vyústily do zpracování podkladů pro ČSN 75 4200.

Pro zpracování uvedených podkladů byly použity různé dlouhé řady měření z celkem 17 stanic tehdejšího VÚM Praha a tehdejší katedry meliorací VŠZ Praha. Pro rozšíření řad naměřených údajů byl použit model Maasland Kraijenhoffa pro generování drenážních odtokových množství z 20letých denních srážkových údajů pro 24 meteorologických stanic. Vztahy pro redukci ovzdušných srážek na srážky efektivní a odvození tzv. koeficientu intenzity publikoval Fidler (1970, 1976). Z citovaných prací byly použity sumární čáry četnosti tří stanic ve východních Čechách s obdobnými srážkovými a terénními podmínkami jako v územích zasažených povodněmi:

- Žďárky, okres Náchod, (roční srážkový normál 742 mm, středně těžká půda, sklon povrchu 3,1 %)
- Val Dubina u Dobrušky (707 mm, středně těžká půda, 4,5 %)
- Smrčí u Železného Brodu (760 mm, středně těžká půda, 5,5 %)

Z čar překročení pro denní odtoky, denní maxima a roční maxima drenážních odtoků (příklad pro stanici Žďárky uvádí obr. 1) byly odvozeny jejich hodnoty s 1% periodicitou, tedy se 100letým opakováním. V tab. I jsou uvedeny denní specifické drenážní odtoky ze středně těžkých a těžkých půd. Hodnoty drenážních odtoků pro těžké půdy v tab. I byly odvozeny redukcí (Fidler, 1976).

V Ovesné Lhotě (Soukup, Kulhavý, 1997) byl naměřen skutečný maximální specifický povrchový odtok jen 1,4167 l/s/ha, ve Žďárkách 4,45 l/s/ha (Fidler, 1970).

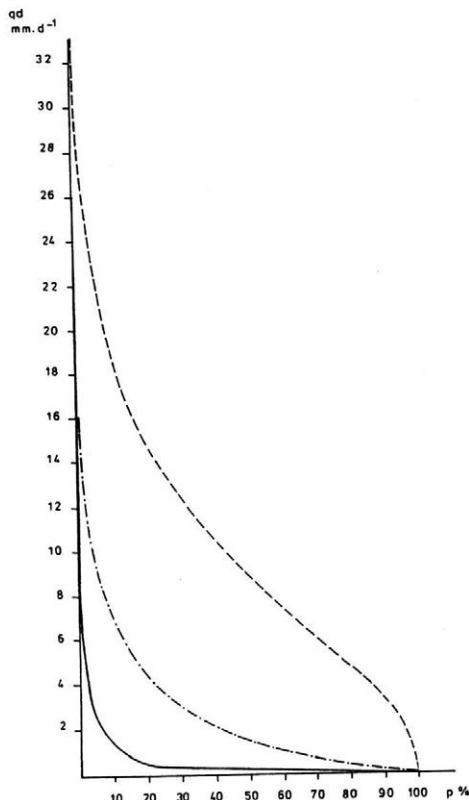
Pro povodňové vlny jsou rozhodující maximální roční odtoky. Tyto hodnoty je však nutno korigovat maximálními průtočnými kapacitami svodných trubkových drenů ve výustních traticích, které odtoky z čar překročení snižují. Byly proto určeny průtočné kapacity podle ČSN 75 4200 pro sklon hydrostatické hladiny 5 % a 10 % (jako horní hranice pro aplikaci příčné drenáže) a 20 % pro extrémní případ zahlcení gravitačních pórů v půdním profilu, kdy hladina podzemní vody v cca 5 m od výusti dosáhne povrchu půdy (tab. II).

Realizované drenážní systémy v oblasti povodní a také uvedených stanic měření drenážního odtoku byly kapacitně navrhovány pro roční srážkový normál 700 až 800 mm na návrhový specifický drenážní odtok $q_n = 1$ l/s/ha.

I. Specifické drenážní odtoky s periodicitou 1 % (l/s/ha) – Drainage runoff unit-yields with the periodicity of 1% (l/s/ha)

	Druh odtoku ²	Denní ⁴		Maximální denní ⁵		Maximální roční ⁶	
	půdy ³	středně těžké ⁷	těžké ⁸	středně těžké	těžké	středně těžké	těžké
Lokalita ¹	Žďárky	1,64	0,18	2,55	0,27	4,40	0,48
	Val Dubina	2,31	0,25	4,01	0,44	6,65	0,73
	Smrčí	1,04	0,11	1,39	0,15	2,20	0,23

¹locality, ²type of runoff, ³soils, ⁴daily, ⁵maximum daily, ⁶maximum annual, ⁷medium-heavy, ⁸heavy-textured



1. Sumární čáry četnosti denních, maximálních denních a maximálních ročních specifických drenážních odtoků stanice Žďárky – Summary lines of frequency of daily, maximum daily and maximum annual drainage runoff unit-yields of the Station Žďárky

— průměrné denní odtoky – average daily runoffs
 - - - denní maxima – daily maximum values
 - · - roční maxima – annual maximum values

Vezmeme-li za základ největší hodnotu z ročních maxim pro střední půdy z tab. I, tj. $q_{dmax} = 6,65$ l/s/ha pro stanici Val Dubina, vyčerpá se kapacita uváděných profilů drenů pouze odvodnění plochy odvozené z po-

měru průtočné kapacity a q_{dmax} , bude tedy 6,65krát menší. Znamená to však, že zbytek odvodňované plochy (realizované pro $q_n = 1$ l/s/ha) bude bez vlivu odvodňovacího systému. Tyto redukované plochy jsou v tab. II v řádcích označených Odv.ha pro q_{dmax} .

Je zřejmé, že tato redukce plochy, ovlivňovaná drenážním systémem při zahlcení výústních tratí svodných drenů, je značná. Snižuje výrazně možný vliv drenážního odtoku na vytváření povodňové vlny, zatímco ze zbytku odvodňované plochy vzniká v té době povrchový odtok jako na ploše neodvodňované. Navíc kulminace drenážního odtoku jako součásti hypodermického odtoku se za kulminaci povrchového odtoku časově zpožďuje.

VÝSLEDKY

Při porovnání horních částí povodí toků, kde vznikly červencové povodně, s běžnými mapami půdních druhů zjistíme, že jde vesměs o plochy s těžkými půdami, jen s malými ostrůvky půd středně těžkých. Vezmeme-li maximální roční specifický drenážní odtok pro těžké půdy z tab. I, tj. 0,73 l/s/ha opět pro stanici Val Dubina, nevyčerpá tato hodnota návrhový specifický odtok 1 l/s/ha a k zahlcení výústních tratí svodných drenů nemůže dojít.

Z povrchových odtoků jsou pro náš účel rozhodující hodnoty povodňových specifických součinitelů povrchového odtoku. Hrádek (1997) uvádí výsledky podrobně zpracované povodně na potoce Bradava u Spáleného Poříčí, kdy při srážce 120 mm, trvajících cca 1 h, dne 11. srpna 1925 byl s vysokou přesností zaznamenán specifický odtok $q_{1925} = 4000$ l/s/km², tj. 40 l/s/ha.

Soukup, Kulhavý (1997) uvádějí hodnoty specifických povrchových odtoků z oblasti červencových povodní v roce 1997 na severní Moravě. Jsou zaneseny v tab. III ve sloupci q_{1997} a pro porovnání jsou uvedeny pozorované předchozí maximální specifické odtoky ve sloupci q_p a doplněny hodnotami pro stoletou povodeň (q_{100}). Konečně ve sloupci q_{max} jsou vypočtené maximální specifické povrchové odtoky podle Technického průvodce (Dub et al., 1969) pro dané profily. Z tab. III je zřejmé překročení q_{100} a q_p hodnotami q_{1997} z letošního roku a málo přesné hodnoty vypočtené podle Technického průvodce.

II. Průtočné kapacity svodných drenů a odvodňované plochy pro různé sklony pro mezní specifické odtoky na hlinitých půdách – Discharge capacities of gutting drains and drained areas for various slopes for limit runoff unit-yields in loam soils

Profil drenů ¹ (cm)	6,5	8	10	12	16	18
Průtok ² (l/s/ha) (5 %)	4,38	7,75	14,83	24,27	28,31	50,56
Odv.ha pro q_{dmax}	0,65	1,17	2,23	3,65	4,26	7,60
Průtok (l/s/ha) (10 %)	6,19	10,96	20,98	34,33	40,05	71,51
Odv.ha pro q_{dmax}	0,93	1,65	3,15	5,16	6,02	10,75
Průtok (l/s/ha) (20 %)	8,76	15,50	29,98	48,54	56,63	101,12
Odv.ha pro q_{dmax}	1,32	2,33	4,36	7,30	8,52	15,21

¹profile of drain, ²discharge

III. Extrémní specifické povrchové odtoky povodí na severní Moravě (l/s/ha) – Extreme surface runoff unit-yields of the catchment in North Moravia (l/s/ha)

	q_{100}	q_p	q_{1997}	q_{max}
Odra Bohumín	3,42	3,22	4,35	5,00
Opava Děhylov	2,69	2,21	2,75	8,40
Ostravice Ostrava	13,63	11,98	15,16	4,31

DISKUSE

Při posuzování podílu drenážních odtoků jako složky povodňových vln povrchového odtoku je třeba vzít v úvahu, že nikdy není celé povodí sledovaného toku odvodněno, naopak odvodněná plocha tvoří jen relativně malý podíl z plochy povodí. Pro oblasti zasažené povodněmi v letošním roce je to maximálně asi 17 % z horních částí zasažených povodí (posuzováno z celkových potřeb odvodnění zjištěných podle komplexního průzkumu půd). Skutečné zastoupení ploch s fungujícími odvodňovacími systémy bude menší. Uvážíme-li další redukci odvodňované plochy z pohledu vyčerpání kapacit výústních tratí svodných drenů (tab. II), snižuje se aktuálně odvodňovaná plocha při povodni velmi podstatně. Známa je i skutečnost, že maximální specifické povrchové odtoky klesají s rostoucí plochou povodí. Zatímco uváděná povodí mají plochy měřené ve stovkách km², odvodňované plochy jsou maximálně ve stovkách ha.

Důležitým faktorem je převládající druh půdy v povodí. Sledované oblasti jsou tvořeny těžkými půdami. Při posuzování podílu odtoků z drenážních systémů na letošních povodních je třeba tedy brát v úvahu hodnoty drenážních odtoků z těžkých půd. Je zajímavé, že také povodí Bradavy u Spáleného Poříčí ve srovnání s povodní z roku 1925 je tvořeno těžkými půdami. Bude proto druh půdy též významným faktorem povodní.

A konečně další faktor, který může zvýšit drenážní odtok oproti neodvodněné půdě, spočívá v tom, že od-

vodňovány byly pozemky zamokřené. Zamokření se prokázvalo jednak hydromorfismem půd, jednak šlo často o zamokření vnějšími vodami, které vyvěraly v různých formách a které odvodňovací systémy podchycují, jako je tomu u stanice Val Dubina. Povrchové odtoky z vodou nasycených půd jsou vysoké, naopak odvodněné půdy zvyšují složku infiltrace srážkové vody do půdy.

V tab. IV jsou uvedeny podíly možných drenážních odtoků na povodňových odtocích. Porovnání vypočtená z hodnot specifických odtoků jsou nutně spekulativní, protože přímá měření drenážních odtoků za povodní na zasažených plochách nejsou k dispozici. Hodnoty drenážních odtoků pro uvedené stanice s pravděpodobností výskytu 1 % poskytují však hodnověrnou možnost porovnání s povodňovými povrchovými odtoky.

V řádku (1) tab. IV jsou hodnoty drenážních odtoků redukovány v poměru 17 % odvodněné plochy z ploch povodí v zasažených oblastech severní Moravy i východních Čech, v řádku (2) jsou hodnoty pro středně těžké půdy dále redukovány pro případ zahlcení výústních tratí svodných drenů z tab. II pro 20% sklon tlakové čáry výústní trati drenů. U půd těžkých, které jsou pro sledované porovnání rozhodující, by k zahlcení nemělo docházet.

Směrodatné jsou hodnoty podílů pro těžké půdy. Podíly pro středně těžké půdy, které byly uvedeny pro úplnost, i když neodpovídají druhově půdám zasažených povodí, mohou pomoci vytvořit představu o možných podílech odtoků na takových půdách. I zde po redukci na zahlcení výústních tratí svodných drenů jde o nízké hodnoty. Nebylo však možné posoudit časová zpoždění kulminací drenážních odtoků za kulminacemi povrchových odtoků ani vliv ostatních uváděných faktorů, které by znamenaly další redukci podílů drenážních odtoků na povodních.

Uvedené procentuální podíly drenážních odtoků mohou být bezpečným podkladem pro vytvoření názoru o vlivu odvodnění na tvorbu povodní na středních a těžkých půdách.

IV. Možné podíly drenážních odtoků na povodňových odtocích povrchových (%) – Possible shares of drainage runoffs on surface flood runoffs (%)

	Stanice ²	Ždárky		Val Dubina		Smrčí	
	půdy ³	středně těžké ⁴	těžké ⁵	středně těžké	těžké	středně těžké	těžké
Povodí ¹	Odra Bohumín (1)	17,2	1,9	25,4	2,8	8,6	0,9
	Odra Bohumín (2)	2,6		3,8		1,3	
	Opava Děhylov (1)	27,2	2,9	40,2	4,5	13,6	1,4
	Opava Děhylov (2)	4,1		6,1		2,1	
	Ostravice Ostrava (1)	4,9	0,5	7,3	0,8	2,5	0,3
	Ostravice Ostrava (2)	0,7		1,1		0,4	
	Bradava Spálené Poříčí (1)	1,8	0,2	2,7	0,3	0,9	0,1
	Bradava Spálené Poříčí (2)	0,3		0,4		0,1	

¹catchment, ²station, ³soils, ⁴medium-heavy, ⁵heavy-textured

ZÁVĚR

Po posouzení podílu drenážních odtoků na povodňových odtocích v oblastech postižených povodněmi v roce 1997 lze uvést, že zřejmě neměly podstatný vliv na velikost povodňových průtoků. Bez započítání vlivu zpožděné kulminace u drenážních odtoků oproti odtokům povrchovým a dalších snižujících faktorů mohl činit pro půdní podmínky postižených oblastí tento podíl maximálně 4,5 % pro profil Děhylov na Opavě, jinak ostatní posuzované profily měly tento podíl většinou menší než 1 %. Pokud by byla posuzována povodň se středně těžkými půdami, mohly by být podíly drenážních odtoků na povodních vyšší. Při pravděpodobném zahlcení výústních tratí svodných drénů se bez uvážení časového zpoždění kulminací u odvodnění půdy a dalších faktorů sníží podíl drenážního odtoku na povodňové vlně na méně než 7 % v nejnepriznivějším případě.

LITERATURA

- DUB, O. – NĚMEC, J. et al.: Hydrologie. Technický průvodce. Praha, SNTL 1969.
- FIDLER, J.: Hydrologie drenážních odtoků. [Závěrečná zpráva.] Praha, VŠZ 1970. 49 s.
- FIDLER, J.: Příspěvek k řešení intenzity odvodnění. [Doktorská dizertace.] Praha, VŠZ 1976. 189 s.
- HRÁDEK, F.: Příklad povodně na toku Bradava, obec Spálené Poříčí. 1997.
- JÚVA, K. – TLAPÁK, V.: Výzkum drenážního odtoku v průběhu, množství a složení. [Závěrečná zpráva.] Brno, VŠZ 1971.
- KRPATA, F.: Příspěvek k otázce odtoku z drenáží. Věd. Práce. Praha, VÚM 1967.
- RADČENKO, I.: Drenážny odtok pri neustálenom prúdení podzemnej vody k drénom. Vodohosp. Čas., 21, 1973 (3–4).
- SOUKUP, M. – KULHAVÝ, Z.: Povodně let 1995, 1996 a 1997. Vesmír, 76, 1997 (9): 516–522.
- SVOBODOVÁ, V.: Drenážní odtoky na těžkých půdách. In: Sbor. Biologické a technické problémy využívání odvodňovacích soustav, Praha, ČAZ 1972.
- ŠKINKIS, C.: Hidrologia drenaža. Moskva, 1974.
- ŠVIHLA, V. et al.: Výzkumný objekt Ovesná Lhota. Monogr. Praha, VÚMOP 1992. 156 s.
- ULIČNÝ, M.: Drenáže a půdní prostředí. Brno, VÚV 1951.
- ČSN 75 4200. Hydromeliorace. 1994.

Došlo 20. 11. 1997

Kontaktní adresa:

Prof. Ing. Jiří Fidler, DrSc., Česká zemědělská univerzita, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika, tel.: 02/24 38 21 26, fax: 02/20 92 04 34

Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA

KONFERENCE O JAKOSTI ROSTLINNÝCH PRODUKTŮ

Významnou akcí ve vědeckém životě zemědělců a potravinářů byla vědecká konference s mezinárodní účastí na téma *Nové pohledy na jakost produktů rostlinného původu*, která se konala ve dnech 22. a 23. října 1997 v Brně. Pořadatelstvími organizacemi byly Výzkumný ústav pícninářský, spol. s r. o., Troubsko a Komise jakosti rostlinných produktů ORV ČAZV ve spolupráci s Výzkumným ústavem rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, Agrární komorou ČR a Územním odborem MZe ČR, Brno.

Na konferenci bylo prezentováno celkem 65 referátů a sdělení:

J. Prugar: Nové pohledy na problematiku jakosti rostlinných produktů, C. Perlín: Perspektivy potravinové a výživové politiky z pohledu kvality, M. Mezulán: Kontrola hnojiv z pohledu RL a jakosti rostlinné produkce, F. Novotný: Hodnocení odrůd z pohledu ÚKZÚZ, P. Matonoha, A. Zechmeister, V. Soška: Současné poznatky o vzniku, prevenci a léčbě aterosklerózy, T. Zidek: Ekologické zemědělství v ČR a ve světě, F. Tichý, K. Hubík: Výběr odrůd a pěstební technologie ozimé pšenice a tritikale se zaměřením na výrobu bioetanolu, M. Onderka, J. Zimolka, J. Prokeš, J. Hrubý: Vliv zadržky chrástu cukrovky na kvalitu jarního ječmene, J. Šroll, J. Pulkrábek: Nové pohledy na jakost cukrovky, K. Hamouz: Vybrané ukazatele jakosti brambor vypěstovaných v tradičních bramborářských oblastech a nižších polohách ČR, J. Moudrý, Z. Štěrba, M. Babůrková: Alternativní maloobjemové obilniny – možnosti pěstování a využití v ČR, A. Michalová: Kvalita alternativních a maloobjemových plodin pro zdravou lidskou výživu, J. Molnárová, H. Frančáková: Vliv různé intenzity hnojení na produkci a kvalitu zrna dvojradového ozimého ječmene, O. Faměra: Kvalitativní hodnocení zrna dvouřadového ozimého ječmene, J. Ehrenbergerová, J. Zimolka, K. Vaculová: Využití zrna bezpluchého ječmene ve vztahu k jeho nutriční hodnotě, J. Hofbauer, J. Hrušková: Nové alternativní olejiny, B. Kocourková, J. Janský, V. Reinöhl: Zkušenosti s pěstováním pupalky (*Oenothera biennis* L.), J. Zájeda: Aktivní větrání zemědělských plodin, J. Kubart: Moderní stroje a jejich řešení pro čištění semene, V. Psota: Homogenita sladu, K. Kopecký: Uchování jakosti skladovaných jablek, L. Sychra, B. Groda, J. Mareček: Vliv nízkoteplotního sušení na jakost brambor, K. Miková, M. Doležal: Vliv skladby krmiva na nutriční hodnotu vajec, J. Nedělník: Fuzariotoxiny a jejich vliv na kvalitu zemědělských produktů, J. Vincenc, V. Adamec: Řepka a rizikové prvky, F. Belan, J. Vincenc: Kontaminace nažek slunečnice kadmii a jejich olejnatost, K. Kokaisl, K. Prokeš: Některé choroby kukurice a jejich vliv na kvalitu produkce, J. Lachman, V. Pivec, M. Orsák: Změny obsahu polyfenolů ve vybraných rostlinných produktech vlivem některých vnějších faktorů, J. Ovesná: Geneticky manipulované rostliny: přínosy, rizika, perspektivy, M. Kleinová: Geneticky modifikované zemědělské plodiny, L. Pudilová, E. Králová: Použití pulzního NMR pro měření obsahu vody a tuku v olejnatých semenech – srovnání s klasickými metodami, J. Štorková: Hodnocení kvality rostlinných produktů NIR, K. Hubík: Systém Glutomatic a tvrdoměr SKCS v hod-

nocení technologické jakosti potravinářské pšenice, A. Šašek, J. Černý, J. Bradová: Predikce pekařské jakosti pšenice pomocí bílkovinných genetických markerů, V. Řezníček, S. Kráčmer, K. Hlaváčková: Kvalita a chemické složení jablek u vybraných rezistentních odrůd, S. Sýkorová, A. Šašek: Katalogy bílkovinných markerů odrůd brambor a kontrola jednotnosti konzumních vzorků, Z. Pošvec: Elektroforetické testování a identifikace odrůd hrachu, A. Šašek, J. Bradová, Z. Stehno: Katalog jarních pšenic světových sortimentů, A. Šašek, J. Černý, M. Vlasák: Verifikace starších krajových odrůd pšenice pomocí gliadinových a gluteninových genů, A. Šašek, J. Černý, J. Bradová: Bílkovinné markery ozimých odrůd pšenice pěstovaných v Rakousku, M. Pelikán, J. Kučerová, J. Prokeš: Možnosti využití tritikale v potravinářském průmyslu, I. Capouchová: Technologická jakost pšenice špaldy a možnosti jejího využití, M. Babůrková: Význam pohanek seté v lidské výživě, M. Štolcová, H. Zukanalová: Kvalitativní hodnocení měsíčku lékařského (*Calendula officinalis* L.) jako olejiny pro průmyslové zpracování, J. Čepl, J. Vacek, J. Bouma: Topinambur – široké možnosti využití, Z. Štěrba, J. Moudrý: Nahý oves jako důležitý zdroj obsahu zdravotně významných β -glukanů, G. Halášová, L. Dodok: Pseudocereálie jako potenciálně surovinu v výrobě škrobu, L. Dodok, G. Halášová: Poznatky z využití láskavce v cereálních technologiích, M. Kováčová, A. Přibela, A. Gejdošová: Význam zeleru jako zdroja antioxidantů, V. Buchtová, L. Dodok, G. Halášová: Zastupení aminokyselin v celiatice strave, J. Štorková, J. Prugar: Vliv různých pěstebních systémů na kvalitu rostlinných produktů, J. Hlušek, J. Zrůst, M. Jůzl: Vliv konvenčního hospodaření na jakost raných brambor, H. Frančáková: Vliv různých systémů hospodaření na kvalitu sladovnického ječmene, J. Hrubý, P. Hledík, B. Badalíková, M. Suškevič: Vliv různé agrotechniky na vybrané ukazatele kvality ozimé pšenice a jarního ječmene, N. Petříčková: Vliv předplodiny na obsah dusíčanového dusíku v zrně jarního ječmene, J. Zimolka, J. Ehrenbergerová, K. Vaculová: Výnosové parametry bezpluchého ječmene při rozdílné úrovni vstupů, Z. Muchová, D. Duchová: Kvalita a užitná hodnota potravinářské pšenice v systému optimalizovaného produkčního procesu, B. Hozová, L. Dodok, V. Buchtová, L. Valík: Predikce trvanlivosti amarantových sušenek ošetřením zrna amarantu ionizujícím zářením, J. Vincenc, R. Sekničková: Mák – kvalitativní znaky a cizorodé látky, M. Suhaj, M. Kováč: Příručka Přírodních toxikantů a antinutričních látek v potravinách, J. Zrůst, V. Fialková: Obsah glykoalkoholů v hlízách brambor s rozdílnou úpravou, J. Urban: Stanovení obsahu škrobu a amylozy v hrachu, L. Hřivná, J. Havelková, V. Psota: Nová kritéria hodnocení sladovnického ječmene a sladu, J. Bradová, S. Sýkorová, A. Šašek: Bílkovinná elektroforetická spektra odrůd ječmene povolených k pěstování v ČR v sezóně 1996/1997, A. Šašek, J. Černý, S. Sýkorová, J. Bradová: Porovnání citlivosti konvenční metody testování homogenity odrůd pšenice a ječmene s metodou signálních prolaminových genů.

Všechny autorizované referáty a sdělení jsou uspořádány ve sborníku konference, který je k dispozici v knihovně ÚZPI, Praha a u autora příspěvků.

Doc. RNDr. Ing. Josef Zahradníček, CSc.

Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA

POZNATKY Z ČINNOSTI VDLUFA – SVAZU NĚMECKÝCH ZEMĚDĚLSKÝCH ZKUŠEBNÍCH A VÝZKUMNÝCH ÚSTAVŮ

V září 1997 se v Lipsku konal 109. kongres VDLUFA (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten), kterého jsme se mezi 600 přítomnými odborníky (převážně z Německa) rovněž zúčastnili. Tato významná vědecká a odborná instituce našich sousedů, která nalezla před více než 40 lety obdobnou organizační podobu v Rakousku (ALVA – Arbeitsgemeinschaft Landwirtschaftlicher Versuchsanstalten in Österreich), může být i pro nás v mnohém příkladná.

V roce 1888 vedoucí zemědělských a výzkumných ústavů a profesori univerzit založili ve Vymaru Svaz německých výzkumných stanic s cílem řešit výrobu potravin, neboť hrozil hlad. Dnes po 109 letech není situace obecně související se zemědělskou vědou o nic méně závažná. Jde nejen o kvalitní produkci potravin, ale i o udržování a vytváření venkovské krajiny, o plošné zachování tržně orientovaného zemědělství, zaměřeného nejen na výrobu, ale i na zdravé životní prostředí a kulturní krajinu ve všech dnes známých ekologických souvislostech. Kongresy VDLUFA jsou každoročně orientovány určitým směrem, posledně konaný měl ústřední téma *Bilance živin a energií v zemědělství*. Z této tematiky vyjímáme:

Zemědělství průmyslových států Evropy dosahuje obecně vysokých výnosů, klade však současně velké nároky na zdroje fosilní energie a může škodlivě ovlivňovat životní prostředí. Zemědělství se podílí na přírodním koloběhu a zhodnocuje v rámci možnosti i odpady z dalších odvětví národního hospodářství. Jednotlivé zemědělské výrobní postupy je však třeba látkově a energeticky analyzovat, aby bylo možné přesněji charakterizovat ty výrobní postupy, které jsou ekonomicky efektivní a současně neopomíjejí životní prostředí. Po více než 10 let se vypočítávají bilance živin z nejrůznějších pohledů. Výsledné veličiny, tzv. bilanční přebytky, mají mnohostranné využití: v rámci rozboru toků látek jsou součástí odhadů emisí ze zemědělství do životního prostředí, představují indikační hodnoty při celkovém hodnocení ekonomiky, používají se k vytyčení a zdůvodnění priorit pro politická opatření, mohou se využívat v poradenství (k posouzení účinnosti výrobních procesů) a mohou sloužit také jako kontrolní nástroj (např. v rámci vyhlášek o hnojení). Konečně se mohou používat k porovnávání regionů, podniků či jednotlivých plodin a k rozborům trendů. Celková zemědělská bilance dusíku (hodnoceno podle mezinárodní dohody o ochraně moří PARCOM) vykazovala v SRN v roce 1995 přísun 2,8 mil. t dusíku (tj. 160 kg N.ha⁻¹ zemědělské půdy), odběr činil 0,9 mil. t (tj. 55 kg.ha⁻¹) a přebytek 1,9 mil. t (tj. 111 kg.ha⁻¹). U fosforu byl sledován přebytek 12 kg P.ha⁻¹ jako rozdíl vnesených 24 kg P.ha⁻¹ a produkci odebraných

12 kg P.ha⁻¹. Pro draslík činil přísun 47 kg K.ha⁻¹ z nichž se 18 kg K.ha⁻¹ odčerpalo produkcí a 29 kg K.ha⁻¹ tvořilo přebytek. V západních (spolkových) zemích byl nejvyšší přebytek zaznamenán v roce 1997, nejvyšší přebytek fosforu a draslíku byly v roce 1980. Od té doby je trend všech živin klesající, bilanční přebytky dusíku se od roku 1987 do roku 1995 snižovaly v průměru o 3,2 % ročně, u fosforu o 5,8 % a u draslíku o 5,5 % (za období 1980 až 1990). Z pohledu přebytků živin hospodaří němečtí zemědělci po roce 1990 (16 spolkových zemí) částečně na nižší úrovni, než tomu bylo začátkem 70. let v západních (spolkových) zemích (Bach, Frede). Na příkladu energetické bilance pěstování ozimé pšenice lze demonstrovat úzké souvislosti mezi využitím živin a energetickou účinností hnojení: v průměru dosahuje poměr vynaložené a získané energie 1 : 10, při zhodnocení výnosu zrna pak 1 : 5,6. Porovnání výnosu zrna s produkcí vepřového masa však dává celkový poměr 1 : 1, samozřejmě s velkým kolísáním podle výrobní technologie (Schilling). Toky látek a energií představují indikátory setrvalosti. Za optimální je pokládán pohyb bilance ve vymezeném rozsahu kolem nuly (určité kolísání k biologickým systémům patří). V tomto optimálním stavu je pak třeba maximalizovat energetickou bilanci, což znamená získávání organické hmoty, a jen ty zemědělské ekosystémy, které tento požadavek splňují, mohou být považovány za setrvalé. V praxi zemědělského podniku jsou kalkulovány toky látek nejdůležitějších živin (N, P, K) na základě podnikové bilance (Hoforbilanz). Saldo označuje množství živin, které v průběhu hospodářského roku v pozorovaném systému zůstávají nebo jsou z něj odnímány. Záporná salda znamenají vykošťování systému a salda kladná jeho zatěžování, obojí by však nemělo překračovat určité meze tolerance. Požadavek na maximální účinnost faktorů je spíše funkcí řízení podniku a předpokládá znalost toků látek a energií. Podrobná pozorování jsou však poznamenána značnými nepřesnostmi, protože v praxi zpravidla nejsou k dispozici přesné údaje (Eckert). Při látkovém a energetickém bilancování systémů živočišné výroby se musí brát v úvahu kromě hodnocení jednotlivých prvků také emise škodlivin (zejména ovlivňujících klima – skleníkové plyny). V chovu zvířat se nejvíce fosilní energie spotřebuje na krmiva. Fosilně podmíněné emise kyslíčnicku uhlíkatého na váhovou jednotku živinného proteinu jsou výrazně nižší při výrobě vajec a mléka, než je tomu u drůbežního, vepřového a hovězího masa. Možnosti snížení těchto emisí leží např. v efektivnějším využívání statkových krmiv, ale také ve vyšší výkonnosti jednotlivých zvířat a v takových systémech chovu, které spojí investiční a podnikové prostředky (Abel). Přebytky dusíkatých bilancí lze snižovat omezením dusíkatého hnojení, úpravou osevních postupů a redukováním stavů dobytka. Na emise skleníkových plynů působí též způsob zpracování půdy, intenzita krmení, ošetřování kejdy a energetické využívání organických zbytků a odpadů. Politická opatření v tomto smyslu (příkazy a zákazy, subvence zaměř-

řené na bilanční kritéria nebo ekologické daně) nemají zásadní význam ani jednoznačně pozitivní dopad. Zavedení energetických daní by např. snížilo intenzitu výroby a zdanění dusíku by zase mělo poměrně malý vliv na ochranu vod a na kontaminaci atmosféry amoniakem, protože chov dobytka je silně regionálně omezen. Vysoké, resp. účinné zdanění dusíku nebo energie se zatím nedá v celkovém evropském vnitřním trhu prosadit (Zeddies). Z přednesených referátů vyplývá, že zemědělství hospodář s mnohem větším ohledem na životní prostředí, než se mnohokrát předpokládalo (Hege aj.)

VDLUFA je tvořen státními, resp. veřejnými a nezávislými institucemi. K základním úkolům patří:

- iniciace a koordinace prací v zemědělském výzkumu
- zajišťování výměny názorů mezi členy k podpoře využívání nejnovějších poznatků
- přebírání, vývoj, ověřování, zavádění a používání jednotných racionálních metod rozborů pro zemědělství, výživu a životní prostředí
- neustálé přezkušování a aktualizace analytických metod a způsobů hodnocení
- výchova a další vzdělávání odborníků pro zemědělské zkušebnictví ve spolupráci s vysokými školami
- poradenství pro praxi, správu, politiku a společnost
- zastupování německého zkušebnictví v mezinárodním rámci, zejména v EU

Řádnými členy jsou zemědělské zkušební a výzkumné ústavy (LUFA) ve spolkových zemích, spolko-

vé výzkumné ústavy a univerzitní i mimouniverzitní výzkumné ústavy. Mimořádnými členy jsou někteří jednotlivci z uvedených institucí, popřípadě zahraniční vědci nebo vedoucí odborníci.

VDLUFA nemá rozhodovací pravomoci, nabízí však diskusní platformu pro odborné skupiny na kongresech, jejichž výsledkem jsou konkrétní i obecná doporučení rezortu.

Od přijetí posledních stanov v roce 1979 probíhá činnost v 11 odborných skupinách:

- I. Půdoznalectví, výživa rostlin a hnojení
- II. Zkoušení půd
- III. Hnojiva
- IV. Osiva
- V. Výživa zvířat
- VI. Krmiva
- VII. Mléko
- VIII. Kvalita rostlin
- IX. Půdní biologie a užitá mikrobiologie
- X. Půdní úrodnost a zemědělská ekologie
- XI. Analytika životního prostředí

ČR v současné době pravděpodobně nemá možnosti kopírovat tento systém, avšak k zamyšlení dáváme naši spoluangažovanost, podle předběžných zjištění by zájem o aktivní spolupráci nesporně byl, navíc někteří představitelé VDLUFA se rekrutují z bývalé NDR, kde existovaly mnohé odborné vazby.

Ing. Miroslav Houbá, CSc.

Ing. Josef Královec, CSc.

RNDr. Jaroslav Staňa

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Hroznová 2, 656 02 Brno, Česká republika

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

POKYNY PRO AUTORY

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

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

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

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

Vlastní úprava rukopisu má odpovídat státní normě ČSN 88 0220 (formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhozů na řádku, mezi řádky dvojité mezery), k rukopisu je vhodné přiložit disketu s prací pořízenou na PC v některém textovém editoru, nejlépe v T602, a s grafickou dokumentací. Tabulky, grafy a fotografie se dodávají zvlášť, nepodlepují se. Na všechny přílohy musí být odkazy v textu.

Pokud autor používá v práci zkratky jakéhokoliv druhu, je nutné, aby byly alespoň jednou vysvětleny (vypsány), aby se předešlo omylům. V názvu práce a v souhrnu je vhodné 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 nedostacích a práce se konfrontuje s výsledky dříve publikovanými (požaduje se citovat jen ty autory, jejichž práce mají k publikované práci bližší vztah). Je přípustné spojení v jednu kapitolu spolu s výsledky.

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

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

CONTENTS

Kvítek T.: Evapotranspiration of permanent grasslands in different experimental regimes	193
Němeček J., Podlešáková E., Pastuszková M.: Use of the sequential analysis for the assessment of trace elements bonds in soils.....	203
Podlešáková E., Němeček J., Vácha R.: Remediation needs of agriculturally used soils.....	209
Zavadil J.: Inundation of the Labe river – a source of xenobiotic substances in soil	217
Kovář P., Veselý R.: Implementation of water balance models when revitalizing small catchments.....	223
Kolář L., Ledvina R., Tichý R.: Limitation of cadmium mobility in soil solution with a selective sorbent	231
Fidler J., Soukup M.: The share of runoff from drainages in the size of flood discharge.....	237

ROSTLINNÁ VÝROBA**OBSAH**

Kvítek T.: Evapotranspirace trvalých travních porostů v rozdílných pokusných režimech	193
Němeček J., Podlešáková E., Pastuszková M.: Použití sekvenční analýzy ke stanovení vazeb stopových prvků v půdách.....	203
Podlešáková E., Němeček J., Vácha R.: Možnosti remediacie zemědělských půd.....	209
Zavadil J.: Inundace Labe – zdroj xenobiotických látek v půdě	217
Kovář P., Veselý R.: Použití modelů hydrologické bilance při revitalizaci malých povodí	223
Kolář L., Ledvina R., Tichý R.: Omezení mobility kadmia v půdním roztoku selektivním sorbentem	231
Fidler J., Soukup M.: Podíl odtoku z drenáží na velikosti povodňového průtoku.....	237
Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA	
Javůrek M.: 14. konference ISTRO	236
Zahradníček J.: Konference o jakosti rostlinných produktů	242
Houba M., Královec J., Staňa J.: Poznatky z činnosti VDLUFA – Svazu německých zemědělských zkušebních a výzkumných ústavů.....	243
RECENZE	
Cagaš B.: L. E. Moser, D. R. Buxton, M. D. Casler: Cool-season forage grasses.....	202
Mikulka P.: B. Webb: Freshwater contamination (Znečištění vod).....	230