



ROSTLINNÁ VÝROBA

ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ — CHEMIZACE



11

ROČNÍK 31 (LVIII)

PRAHA

LISTOPAD 1985

CENA 18 Kčs

ROVYAM 31 (11)

1121-1232

CS ISSN 0370-663X

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

ROSTLINNÁ VÝROBA

Řídí redakční rada

Prof. ing. František Hron, DrSc. (předseda), ing. Jiří Apltaufer, CSc., ing. Jan Baier, DrSc., ing. Ivo Bareš, CSc., dr. ing. Zbyněk Facek, CSc., ing. Jozef Habovštiak, CSc., ing. Josef Hlaváček, CSc., prof. dr. ing. Ladislav Hruška, DrSc., ing. Josef Kopřiva, CSc., ing. František Mráz, CSc., doc. ing. Jaroslav Prugar, DrSc., prof. ing. Václav Rybáček, CSc., ing. Luboš Schmidt, CSc., ing. Josef Slepíčka, CSc., ing. Miron Suškevič, CSc., doc. ing. Ján Švihra, CSc., ing. Juraj Uhliar, CSc., doc. ing. František Vlček, CSc., ing. Jaroslav Voškeruša, CSc., ing. Ludmila Zeniščeva, CSc.

Za vedení časopisu odpovídá prof. ing. František Hron, DrSc.

Redaktorka ing. Marie Michálková

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství,
Praha 1985

■
Vědecký časopis ROSTLINNÁ VÝROBA uveřejňuje studie, rozbor a vědecká pojednání o vyřešených úkolech výzkumu z oboru rostlinné výroby. Vydává Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství. Vychází měsíčně. Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7. Telefon 257541-9. Celoroční předplatné Kčs 216,—.

■
Научный журнал ROSTLINNÁ VÝROBA публикует обзоры, анализы и научные статьи о решенных заданиях по научному исследованию в области растениеводства. Издает Институт научно-технической информации по сельскому хозяйству. Выход в свет ежемесячно. Редакция 120 56 Прага 2, Слезска 7.

■
The scientific journal ROSTLINNÁ VÝROBA publishes studies, analyses and scientific treatises about the solved research projects in the line of the plant production. Published by the Institute of Scientific and Technical Information for Agriculture. Issued monthly. Editorial office 120 56 Prague 2, Slezská 7.

■
Die wissenschaftliche Zeitschrift ROSTLINNÁ VÝROBA veröffentlicht Studien, Analysen und wissenschaftliche Abhandlungen über die gelösten Forschungsaufgaben auf dem Gebiete der pflanzlichen Produktion. Herausgegeben von Institut für wissenschaftlich-technische Information der Landwirtschaft. Erscheint monatlich. Redaktion 120 56 Praha 2, Slezská 7.

Zintenzívnění chemizace v souvislosti s celkovým růstem objemu rostlinné výroby nese sebou i riziko narušení výrobní funkce půdy, která se za určitých okolností může stát zdrojem kontaminace hydrosféry i rostlinných produktů. Bohužel i dnes se objevují nemalé rezervy v rozdělování hnojiv a zohledňování půdně-ekologických podmínek, kdy se setkáváme s přehnožováním hlavně draselnými a dusíkatými hnojivy.

Zajištění kvalitní a nezávadné produkce zasluhuje v současné době větší pozornosti, vycházející z optimalizace poměru a obsahu přístupných živin, při současném řešení teoretických otázek mechanismu přechodu iontů uvolněných z minerálních hnojiv na membránu rizomu polních plodin — dnes k tomu např. přistupuje dosud diskutabilní úloha draslíku při akumulaci nitrátů.

Značné riziko pro celou biosféru představuje rostoucí spotřeba a sortiment pesticidů. Je pochopitelné, že v současné zemědělské soustavě mají nezastupitelnou funkci, je však třeba se při použití orientovat na pesticidy málo perzistentní, netoxické v používaných dávkách a výzkumně se zaměřit na získání bezreziduálních forem a účinnou aplikaci.

Bioenergetický potenciál půd nelze v současném nástupu agrochemikálií udržovat bez soustavného přísunu organických hnojiv. Nutno též zdůraznit, že statková hnojiva a komposty jsou nezastupitelnou složkou při detoxikaci xenobiotických látek v půdě a při jejich výrobě musíme rozhodněji přikročit k regulaci bioprocésů a omezení ztrát, likvidaci nežádoucích organismů a využití energie.

Mimo resortní sféru je vlivem průmyslových, energetických a automobilových exhalátů snižována produkční schopnost půd na ca 700 tis. ha a ca 35 tis. ha je devastováno báňskou činností. Z hlediska možnosti eliminace nadměrného obsahu škodlivin v půdách jsou důležité jednak vnitřní půdní vlastnosti, jednak zásahy z venku za účelem ozdravení, resp. odstranění nečistot z půdy. Zde se však dostáváme do oblasti systému indikace a kontroly škodlivin v zemědělství, s čímž souvisí vypracování jednotných analytických postupů, vymezení parametrů a jejich interpretace pro dané podmínky.

Uvedeným otázkám bylo také věnováno dubnové XXIV. plenární zasedání ČSAZ, kde v hlavním referátě člen korespondent ČSAV a SAV prof. ing. Dušan Zachar, DrSc. — předseda Ústřední komise pro životní prostředí ČSAZ, podrobně rozebral kladné a záporné stránky zemědělské činnosti, lesního a vodního hospodářství v biosféře. Z jednání vyplynula také řada naléhavých úkolů pro vědecko-výzkumnou zkladnu.

Velkým přínosem v otázkách působení imisí v biosféře byla celostátní konference uspořádaná k Světovému dni životního prostředí v Praze, kde v referátech a diskusích byla hlavní pozornost věnována možností unikání atmosférického depozitu do organismů.

Prvým předpokladem zdárného řešení této závažné problematiky, což také vyplývá z předložených prací, je zajištění náležité koordinace mezi vědecko-výzkumnou základnou resortu, ústavů ČSAV a ostatními institucemi. Současně je třeba dosáhnout komplexnosti, která může být úspěšně dovršena a administrativně podpořena zakotvením komplexního výzkumného úkolu pro 8. PLP.

Dr. ing. Zbyněk F a c e k, CSc.,

Výzkumný ústav pro zúrodnění zemědělských půd, Praha

HNOJENÍ A VYMÝVÁNÍ ŽIVIN V RŮZNÝCH PŮDNĚ-EKOLOGICKÝCH PODMÍNKÁCH

J. Damaška

DAMAŠKA, J. (Výzkumný ústav pro zúrodnění zemědělských půd, Praha): *Hnojení a vymývání živin v různých půdně-ekologických podmínkách*. Rostl. Vyr., 31, 1985 (11) : 1123-1130.

Na základě tříletého sledování dvou lyzimetrických pokusů, instalovaných v charakteristických půdně-ekologických podmínkách okresu Ústí nad Orlicí (hnědozem na spraši a rezivá — podzolová půda na rule) byl stanoven charakter a rozsah vymývání Ca, K, N (NO_3) a S (SO_4), s ohledem na hydrotermické poměry stanoviště a intenzitu vápnění. Za celé 30měsíční období došlo k vyplavení 199–255 kg Ca, 31–128 kg N, 63–98 kg S a 2–13 kg K, přičemž vyšší hodnoty odpovídají stanovišti mělké, skeletovité, hlinitopísčité rezivé půdy. Vymývání vápníku a dusíku bezprostředně souvisí s půdní rezervou živin, resp. s obsahem půdní organické hmoty, která je hlavním zdrojem mineralizovaného dusíku, a do jisté míry i síry. Hnojení průmyslovými hnojivy a vápnění zvyšuje podíl ztrát dodaných živin, zejména při vyšší srážkové činnosti na propustnější půdě. Celkové ztráty živin z aplikovaných hnojiv se u obou půd pohybovaly v rozmezí 4,1–4,5 % Ca, 13–24 % N a méně než 1 % K. Poměrně vysoký obsah vyplavené síry svědčí o značném zatížení půd průmyslovými imisemi. Promyv fosforu a čpavkového dusíku nebyl prokázán.

lyzimetry; vymývání živin; průmyslová hnojiva; vápnění; srážky; hnědozem; rezivá půda

Vymývání živin ze zemědělsky využívaných půd je v současné době jedním z rozhodujících faktorů negativně ovlivňujících jak efektivnost hnojení, tak i čistotu životního prostředí. V půdně-klimatických podmínkách mírného pásma střední Evropy vykazují nejvyšší ztráty vápník, dále chloridy, dusičnany a sírany, v menším rozsahu pak hořčík a draslík a v minimální míře čpavkový dusík a fosforečnany. Nejčastěji uváděný rozsah ztrát hlavních živin se pohybuje v rozmezí 45–300 kg Ca, 5–60 kg N (NO_3), 15–30 kg Mg, 1–30 kg K, 0–3 kg P (PO_4) a 5 až 60 kg S (SO_4) na ha zemědělské půdy ročně (Samodina a Boľševa, 1984; Scheffer a Schachtschabel, 1984; Slepická, 1975; Sonina a Šilnikov, 1983; Zubenko a Majster, 1983), přičemž menší podíl vymytých živin pochází z aplikovaných průmyslových i organických hnojiv, a větší část z mineralizované organické hmoty a z půdní rezervy živin (Kundler, 1970; Ruszkowska et al., 1979; Vömel, 1974). Z činitelů ovlivňujících vymývání živin z půdního prostředí jsou jako hlavní uváděny povětrnostní vlivy — především množství a rozdělení srážek během roku, porost a propustnost půd a teprve druhořadý význam je přikládán způsobům a intenzitě hnojení (Jung, 1974; Kundler, 1970; Slepická, 1975). Výrazný podíl na vymývání dusíku z půdy v podzimním a jarním období mají mikrobiologické pochody rozkladu humusových látek a organických zbytků rostlin, umožňující mobilizaci dusíku až 250 kg.

ha^{-1} [Bobrickaja, 1976; Jung, 1974]. V závislosti na dávkách hnojiv může být rozsah vymývání živin sice rozdílný, avšak při respektování vědeckých zásad hnojení (podle potřeby rostlin) nemusí podíl vymytých živin přesáhnout 5 % dusíku z vneseného hnojiva, při zanedbatelných ztrátách fosforu a draslíku [Jung, 1974; Samodina a Boľševa, 1984]. Podzimní aplikace hnojiv výrazně zvyšuje riziko ztrát živin, zejména dusíku [Jung, 1974; Kundler, 1970; Stadelmann, 1982]. Největší vliv na vymývání má rostlinný porost, který bezprostředně, během celé vegetace, ovlivňuje jak hladinu živin v půdě, tak i předpoklady jejich vymývání. Čím větší je odběr živin zemědělskými plodinami a čím kratší jsou úhorová období mezi střídáním plodin, tím nižší je riziko ztrát živin vyplavením [Scheffer a Schachtschabel, 1984; Slepíčka, 1975]. Z hlediska půdních podmínek je vymývání podmíněno především filtrační schopností půd. Na lehčích, resp. mělkých kamenitých půdách je průsak srážkové vody a tím i vodorozpustných solí podstatně větší a rychlejší, než na těžších, hlubokých půdách [Bobrickaja, 1976; Damaška, 1983; Sonina a Šilnikov, 1983].

Z uvedeného je zřejmé, že vymývání živin může být, v závislosti na rozdílném uplatnění půdně-ekologických a produkčních faktorů, značně kolísavé. Z hlediska posuzování efektivnosti zemědělských soustav využívání půd i ochrany životního prostředí je proto důležité objektivně hodnotit charakter a rozsah vymývání živin v konkrétních podmínkách přírodních stanovišť. Nejspolehlivější metodou jsou v daném případě lyzimetrické pokusy, které i přes některá omezení [Ruszkowska et al., 1979; Vömel, 1974] — poskytují dobré srovnávací a interpretační podklady pro potřeby výzkumu i zemědělské praxe.

MATERIÁL A METODY

Námi použitý metodický postup spočíval v hodnocení výsledků tříletého sledování lyzimetrických pokusů, umístěných na dvou půdně odlišných stanovištích okresu Ústí nad Orlicí: hnědozemě (HM) na spraši (14), lokalita Džbánov (Džb.) a rezivě podzolové půdy (RZ) na rule (39), lokalita Jamné (Jam.), reprezentující okrajové podmínky vertikální zonality půd na území okresu: (tab. I).

Profilové změny půdních vlastností dokumentující specifické uplatnění půdotvorného procesu na uvedených stanovištích uvádí tabulka II.

K vlastnímu pokusu byly použity tzv. sypané lyzimetry vlastní konstrukce (80 cm vysoké smaltované válce o ploše $0,2 \text{ m}^2$), naplněné zeminou z jednotlivých horizontů a umístěné v profilu půdy, v rámci ohrazeného prostoru meteorologických stanic [Damaška, 1983].

I. Meteorologické podmínky lokalit (Džbánov a Jamné) — Meteorological conditions of the localities Džbánov and Jamné

Půda (lokalita)	Nadm. výška (m)	Teplota vzduchu ($^{\circ}\text{C}$)			Suma srážek (mm)			LDF
		I—XII	I—III	IV—IX	I—XII	I—III	IV—IX	
HM/24 (Džb.)	280— —308	8,1	0,8	14,3	656	121	380	82
RZ/39 (Jam.)	649— —685	6,1	—1,3	11,2	868	147	450	149

II. Půdní vlastnosti lokalit (Džbánov a Jamné) — Soil properties of the localities Džbánov and Jamné

Půda (lokalita)	Genet. horiz.	Hloubka cm	Procent- tický obs. jíl. č.	Procent- tický obj. skel.	pH vým.	Procento hum.	mg.kg ⁻¹ výměnný		
							K	Ca	Mg
HM/24 (Džb.)	Or	0–34	29	0	6,4	2,0	152	2200	82
	he	— 62	27	0	5,9	1,0	105	2040	79
	It	— 110	30	0	5,7	0,3	70	2080	64
	I/Pca	>110	33	0	6,5	0	101	6260	109
RZ/39 (Jam.)	Or	0–18	27	25	4,8	4,1	312	1360	122
	Ish	— 30	29	34	4,6	2,0	196	1100	78
	I/P	— 60	23	89	4,5	1,2	78	420	34
	P	> 60	21	95	4,4	0,6	78	400	34

Pokusné schéma zahrnovalo — kromě nehnojených nádob (0) — kombinace odstupňovaných dávek NPK+Ca-hnojiva (I — II — III), odpovídající: 300 — 600 — 900 kg č. ž. (v kombinovaném hnojivu NPK-1) a 800 — 2000 — 4000 kg.ha⁻¹ Ca (v CaCO₃) — ve dvou opakováních, tj. osm nádob na každé stanici. Celkové množství hnojiva bylo zapraveno vždy před setím pokusné plodiny do svrchní 10cm vrstvy orničního horizontu.

Za celé sledované období, tj. od dubna 1982 do října 1984 byly vystřídány tři pokusné plodiny: ječmen jarní (duben—srpen 1982), pšenice ozimá (říjen 1982 — srpen 1983) a kukuřice na zeleno (květen—září 1984).

Odběr lyzimetrických vod byl prováděn zpravidla v podzimních a jarních měsících, zásadně pak před hnojením pokusných plodin. Od založení pokusu se uskutečnilo celkem šest odběrů, v termínech: září 1982 (1) — únor 1983 (2) — květen 1983 (3) — leden 1984 (4) — březen 1984 (5) — říjen 1984 (6). V eluátech byl průběžně stanoven obsah vápníku, draslíku, dusíku (NO₃), síry (SO₄) a některých dalších prvků. Souběžně se sledováním lyzimetrických pokusů byla prováděna nezbytná

III. Vymývání živin v závislosti na intenzitě hnojení (kg.ha⁻¹) — Nutrient outwash in relation to fertilization rates (kg per ha)

Číslo odběru lyz. vod		1	2	3	4	5	6
0	Ca	5,3	98,0	67,0	1,6	24,0	2,0
	K	0,3	0,7	0,1	0,3	0,4	0,0
	N	1,9	16,0	4,1	0,1	3,3	6,0
	S	11,1	11,8	15,8	1,7	11,0	8,1
I. NPK Ca	Ca	7,6	152	84,0	3,0	58,0	3,6
	K	0,3	1,1	0,3	0,2	0,7	0,3
	N	2,9	39,0	13,8	0,2	6,2	8,0
	S	12,2	15,4	12,4	3,0	13,9	5,9
II. NPK Ca	Ca	8,1	230	140	4,5	60,5	7,0
	K	1,1	1,2	0,4	0,5	0,8	0,6
	N	3,6	51,0	38,0	0,4	9,2	11,0
	S	17,3	15,5	11,0	4,2	10,6	5,1

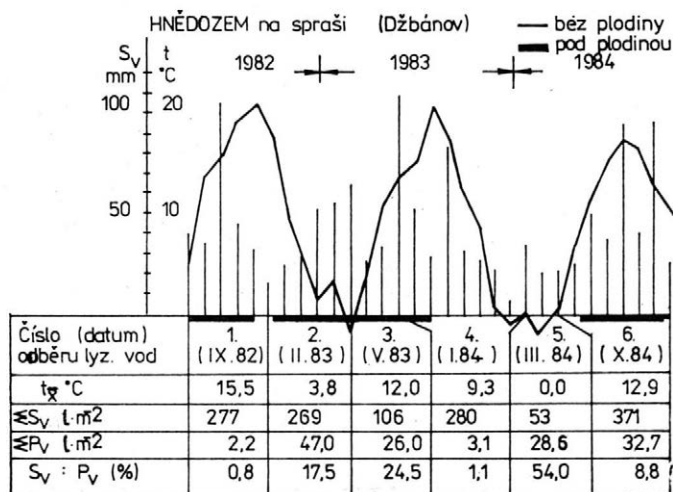
IV. Vymývání živin v závislosti na intenzitě hnojení ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) — Nutrient outwash in relation to fertilization rates (kg per ha)

Číslo odběru lyz. vod		1	2	3	4	5	6
0	Ca	2,5	64,8	44,0	11,1	90,8	25,0
	K	1,1	5,0	3,4	1,7	1,3	0,8
	N	0,4	41,8	11,0	5,0	63,0	7,0
	S	6,8	28,3	8,8	13,9	15,1	24,8
I. NPK Ca	Ca	3,5	122	131	22,9	109	31,0
	K	2,8	4,9	3,9	1,8	1,5	1,0
	N	0,4	73,3	39,0	14,0	55,0	14,5
	S	3,5	24,7	6,1	20,3	26,7	17,4
II. NPK Ca	Ca	4,9	162	192	28,8	183	36,0
	K	3,6	4,2	4,2	2,3	1,7	1,6
	N	0,6	81,0	67,0	18,3	67,7	18,6
	S	5,9	13,4	13,5	12,0	28,0	21,4

meteorologická pozorování — teploty vzduchu (T — $^{\circ}\text{C}$), srážkové činnosti (S_v — mm) a dalších povětrnostních ukazatelů. Výsledné údaje, umožňující porovnání rozsahu vymývání živin na intenzitě hnojení a proměnlivosti počasí na sledovaných stanovištích jsou dokumentovány v příslušných tabulkách (III, IV) a grafech (obr. 1 a 2).

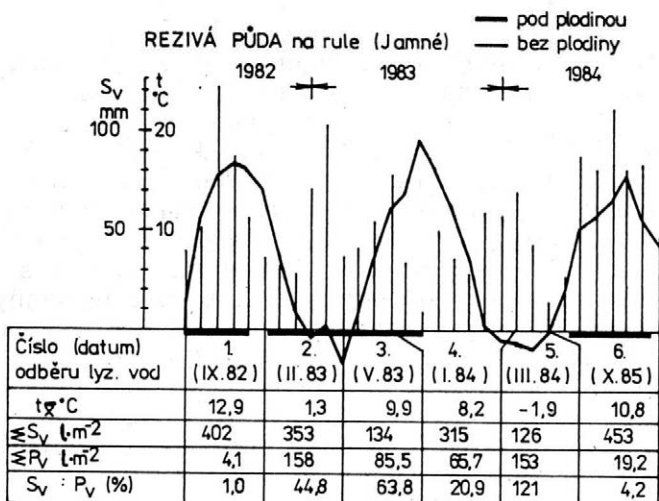
VÝSLEDKY A DISKUSE

Údaje o vymývání živin byly získány prakticky v řadě tří let s výrazně odlišným průběhem počasí, a proto i množství vymytých živin za jednotlivá odběrová období je značně kolísavé. Relativně menší rozdíly nacházíme u srovnatelných časových etap mezi oběma půdně-klimatickými stanovišti. Průměrné teploty za sledované období byly poně-



1. Hydrotermické charakteristiky lyzimetrických pokusů v období IV.—X. (1982—1984; S_v — srážky, t — teplota, P_v — průsak) — Hydrothermic characteristics of lysimetric trials in the period from April to October (1982—1984; S_v — rainfall, t — temperature, P_v — percolation)

2. Hydrotermické charakteristiky lyzimetrických pokusů v období IV.—X. (1982—1984; S_v — srážky, t — teplota, P_v — průsak) — Hydrothermic characteristics of lysimetric trials in the period from April to October (1982—1984; S_v — rainfall, t — temperature, P_v — percolation)



kud vyšší než dlouhodobý normál (HM — 8,9 °C a RZ — 6,8 °C) a srážky naopak o 18—20 % nižší než víceletý průměr. Za těchto podmínek došlo postupně od roku 1982 k vytvoření výrazného vláhového deficitu, zejména u hlubokých půd na spraši, který přetrvával až do roku 1984. Vláhová nenasycenost půd a zvýšené nároky pokusných plodin na vodu zřetelně prohloubily rozdíly v průsaku srážkové vody jak mezi stanovišti, tak i mezi jednotlivými odběrovými intervaly. Z celkového množství vypadlých srážek činil průměrný průsak u HM (Džb.) — 18 %, a u RZ (Jam.) — 43 %, přičemž extrémní případ — 121 % odpovídá zřejmě filtraci kumulovaných sněhových srážek v období jarního tání. Minimální filtrace srážek (1—9 %) je charakteristická pro letní a podzimní (1. a 6. odběr), resp. i zimní období (4. odběr), zatímco nejvyšší průsak odpovídá zpravidla období jarního tání, resp. zvýšené srážkové činnosti (2., 3. a 5. odběr). Celkově nejvyšší filtrace (5. odběr) pak odpovídá nejen období jarního tání, ale i dlouhodobému úhorovému stavu půd v lyzimetrech. Naopak pro minimální filtraci (1. odběr) je charakteristické letní vegetační období, s rostlinným krytem během celého odběrového intervalu. S ohledem na dokumentovanou odlišnost půdních a klimatických (povětrnostních) podmínek sledovaných lyzimetrických pokusů můžeme konstatovat, že průsak srážkové vody, jako rozhodující předpoklad vertikální migrace živin, byl v daných případech více ovlivněn rozdílnou filtrační schopností půd, než srážkovými a teplotními poměry na obou stanovištích. Za neméně významný faktor nutno pokládat i funkci rostlinného krytu půd, který prokazatelně omezil možnosti infiltrace srážkové vody do hloubky půdního profilu.

Vymývání živin z půdy probíhalo v podstatě se stejnou frekvencí kolísání jako průsak srážkové vody na jednotlivých stanovištích. Z údajů v tabulce III a IV je však zřejmé, že mezi sledovanými prvky existují zřetelné rozdíly v kvantitě migrujících živin, které odpovídají specifické pohyblivosti prvků v daném půdním prostředí. Nezávisle na intenzitě hnojení — vápnění se u obou půd vymýval nejvíce vápník, podstatně méně dusík (NO_3) a síra (SO_4) a v zanedbatelném množství pak draslík. Vymývání fosforu (PO_4) a dusíku (NH_4) nebylo v lyzimetrických vodách

prokázáno. Údaje z nehnobených (O) lyzimetřů dokumentují poměrně vysoké ztráty vápníku, ale i dusíku (NO_3) a síry (SO_4) z půdní rezervy. Za celé 30měsíční období se z půdního (80 cm) profilu vyplavilo (v pořadí HM — RZ): 199—255 kg Ca, 31—128 kg N, 63—98 kg S a jen 2 až 13 kg $\cdot \text{ha}^{-1}$ K, s evidentně vyššími hodnotami na stanovišti RZ-půdy (Jamné). Vyjádříme-li však tyto sumární hodnoty vzájemně porovnatelnými podíly vymytých živin (v $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ eluátu) zjišťujeme, že minerální zatížení lyzimetrických vod zřetelně souvisí s mineralogicko-chemickým složením sledovaných půd. Úrovní výměnných kationtů a obsahu humusu odpovídají i koncentrační parametry eluátů z příslušných půd (v pořadí HM — RZ, v $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$): 88—86 mg Ca, 1—5 mg K a 14—34 mg N (NO_3). Poměrně vysoký obsah vápníku v lyzimetrické vodě z RZ-půdy souvisí zřejmě s vyšší aciditou půdního prostředí, která pozitivně ovlivňuje pohyblivost vápníku. Koncentrace síry (SO_4) v eluátech z obou půd je prakticky stejná (31—33 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ S) a obdobně jako u dusíku (NO_3) lze její původ odvozovat jak z půdní rezervy (půdní organické hmoty), tak i ze srážek (průmyslové emise).

Účinek vápnění na vymývání živin byl u obou půd zřetelně pozitivní, tj. stupňování dávek NPK + Ca se zde projevilo ve zvýšeném množství vymytých živin — především vápníku a dusíku (NO_3) a v menším rozsahu i draslíku. Pozoruhodná je však závislost vymývání na průsaku srážek; při nízkých hodnotách (odběry 1, 4 a 6) byl podíl narůstajících dávek hnojiva na množství vymytých živin jen minimální, kdežto vysoký průsak (odběry 2, 3 a 5) podstatně zvýraznil difference v obsahu vymytých živin mezi kombinacemi hnojení (tab. III a IV). Relativní ztráty živin — s ohledem na jejich aplikované množství za celé období sledování lyzimetrických pokusů — dokumentují rozdíly podmíněně spíše stanovištními faktory, než intenzitou hnojení. Z celkově dodaného množství živin — 288 kg N, 360 kg K a 2400 kg Ca na ha (pro I. úroveň), resp. 576 kg N, 720 kg K a 6000 kg Ca na ha (pro II. úroveň) bylo, po odečtu ztrát živin z nehnobených nádob, vymyto — u HM (Džb.): 4,5 až 4,1 % Ca, pod 1 % K a 13—14 % N (NO_3); a u RZ (Jam.): 6,5—4,5 % Ca, pod 1 % K a 24—20 % N (NO_3). Je tedy zřejmé, že hnojení průmyslovým hnojivem sice zvyšuje absolutní množství vymytých živin, avšak prakticky neovlivňuje vlastní podmínky vymývání na daném stanovišti. Svědčí o tom i víceméně konstantní hodnoty síry vymyté z jednotlivých nádob, které nebyly hnojivem neobsahujícím síru (CO_4) nijak ovlivněny. Celkově vyšší hodnoty ztrát živin, zejména dusíku (NO_3), u RZ-půdy (Jam.) jsou pak v souladu s „příznivějšími“ podmínkami vymývání na tomto stanovišti.

Komplexní zhodnocení výsledků tříletého sledování lyzimetrických pokusů v extrémních půdně-ekologických podmínkách okresu Ústí nad Orlicí v podstatě potvrdilo existující představy o uplatnění jednotlivých faktorů vymývání živin v různých půdně-stanovištních podmínkách. Souhlasně s publikovanými názory (souborně Slepíčka, 1975; Scheffer a Schachtschabel, 1984) je charakter a rozsah vymývání živin podmíněn především množstvím a rozdělením srážek během roku, vegetačním krytem a filtrační schopností půd. Bezesporu důležitou roli hraje i minerální síla půd (potenciální rezerva živin) a půdní organická hmota, která je hlavním zdrojem vyplaveného dusíku a do jisté míry i síry. Námi zjištěný rozsah ztrát jednotlivých živin vcelku odpovídá uváděným hodnotám pro středoevropské půdně-ekologické poměry

[Ruszkowska et al., 1979; Scheffer a Schachtschabel, 1984; Vömel, 1974 aj.]; co do pořadí vymývání zůstává na prvním místě vápník, dále dusičnany a sírany a na posledním pak draslík. Vymývání fosforu a čpavkového dusíku nebylo zjištěno. Stupňované hnojení průmyslovým hnojivem a vápnění zvyšuje podíl vymytých živin — vápníku a dusíku (NO_3), zejména při vyšší srážkové činnosti na propustnějších půdách. Při vyšším objemovém zastoupení skeletu výrazně narůstá i filtrační schopnost půd, a tím i riziko vyplavování.

Uvedené výsledky lyzimetrických pokusů, charakterizující proces vymývání živin v odlišných půdně-stanovištních podmínkách okresu Ústí nad Orlicí, nás opravňují vyslovit přesvědčení, že při uplatňování vědecky zdůvodněných systémů hnojení a vápnění nemusí docházet k nadměrným ztrátám živin, ani k následnému ohrožení životního prostředí.

Literatura

- BOBRICKAJA, M. A.: Vymyvanije pitatel'nych vješčestv udobrenij iz počvy v něčernozemnoj zoně. Doklady 8. Meždunarod. kongr. po miněraľ. udobr., část 1, Moskva, 1976, s. 194-200.
- DAMAŠKA, J.: Vliv hnojení a vápnění na migraci a přeměnu živin a tvorbu výnosů v zeměděl. půdách okr. Ústí nad Orlicí. [Závěrečná zpráva.] Praha-Zbraslav, VÚZP 1983, 34 s.
- JUNG, J.: Faktoren der Stickstoffauswaschung aus dem Oberboden und Beziehung zum Gewässerschutz. Kurz u. bündig, 27, 1974, č. 8, s. 178-179.
- KUNDLER, P.: Ausnutzung, Festlegung und Verluste von Düngemittelstickstoff. Albr. Thaer-Arch., 14, 1970, č. 3, s. 191-210.
- RUSZKOWSKA, M. et al.: Dynamika i bilans składników pokarmowych w doświadczeniu lizymetrycznym. Roczn. Nauk roln., Ser. D, Monografie, 173, 1979, 104 s.
- SAMODINA, O. B. — BOLŠEVA, T. N.: Osobennosti potěr elementov pitaniya iz počv v uslovijach intensivnoj chimizacii. Trudy 6. Nauč. konfer. po počvovéd., MGU, 1984, s. 154-160.
- SCHEFFER, F. — SCHACHTSCHABEL, P.: Lehrbuch der Bodenkunde. Enke-Verlag, Stuttgart, 1984, 442 s.
- SLEPIČKA, J.: Vliv vysokých dávek živin na kvalitu vody. Stud. Inform. ÚVTI, Půdoznal. Melior., 1975, č. 5, 60 s.
- SONINA, K. I. — ŠILNIKOV, I. A. et al.: Potěri kačcija, magnija i drugih elementov iz korněobitajemogo sloja počvy. Bjul. VNIUA, Moskva, 1983, č. 63, s. 12-16.
- STADELMANN, F. X.: Der Einfluss verschiedenen Faktoren auf den Nitrateintrag in das Grundwasser. Im Blickfeld, 1982, č. 60, s. 7-14.
- VÖMEL, A.: Der Nährstoffumsatz in Boden und Pflanze aufgrund von Lysimeterversuchen. Fortschr. Acker- u. Pfl.-Bau, Berlin, 3, 1974, 94 s.
- ZUBENKO, V. F. — MAJSTER, A. A.: Vymyvanije pitatel'nych vješčestv iz počvy i udobrenij. In: Sbornik „Povyš. plodородija počv Něžernozem. zony USSR, Kijev, 1983, s. 77-82.

Došlo dne 6. 6. 1985

ДАМАШКА, Я. (Научно-исследовательский институт плодородия почв, Прага): Удобрение и вымывание действующих веществ в разных почвенно-экологических условиях. Rostl. Výr., 31, 1985 (11) : 1123-1130.

На основе трехлетнего изучения двух лизиметрических опытов, поставленных в характерных почвенно-экологических условиях района Усти над Орлицей (бурозем на лессе и ржавая оподзоленная почва на гнейсе), установили характер и объем вымывания Ca, K, N (NO_3) и S (SO_4) с учетом гидротермических условий местностей и интенсивности известкования. За весь 30-месячный период было вымыто 199 — 255 кг Ca, 31—128 кг N, 63—98 кг S и 2,13 кг K, причем большие значения соответствуют местностям с мелкими, скелетными, супесчаными ржавыми почвами. Вымывание кальция и азота непосредственно связано с почвенным резервом действующих веществ, при случае с содержанием почвенной органической массы, являющейся главным ресурсом минерализованного азота и до известной степени также серы.

Внесение минеральных удобрений и известкование повышают долю потерь внесенных действующих веществ, в особенности при повышенных осадках на более водопроницаемых почвах. Общие потери действующих веществ из внесенных удобрений у обеих почв колебались в пределах 4,1–4,5 % Ca, 13–24 % N и менее, чем 1 % K. Относительно большой объем вымытой серы свидетельствует о значительной нагрузке почв промышленными выбросами. Промыв фосфора и аммиачного азота не был установлен.

лизиметры; вымывание действующих веществ; минеральные удобрения; известкование; осадки; бурозем; ржавая почва

DAMAŠKA, J. (Research Institute for Soil Improvement, Praha): *Fertilization and Nutrient Outwash in Different Soil and Ecological Conditions*. Rostl. Výr., 31, 1985 (11) : 1123–1130.

Two lysimetric trials were performed under the characteristic soil and ecological conditions of the Ústí-on-Orlice district (grey-brown podzolic soil on loess and rusty podzolic soil on gneiss). The type and extent of Ca, K, N (NO₃) and S (SO₄) outwash were determined with respect to the hydrothermic conditions of the sites and to the rates of liming. For the whole 30-month period, the following amounts of nutrients were washed out: 199–255 kg Ca, 31–128 kg N, 63–98 kg S and 2–13 kg K, the higher values applying to the site with the shallow, skeletal rusty loamy sand. The outwash of nitrogen and calcium is directly associated with the soil reserve of nutrients, or with the content of the organic matter of soil which is the main source of mineralized nitrogen and, to some extent, sulphur. The application of commercial fertilizers and liming increase the losses of nutrients supplied, mainly where the soil is more permeable and when there is much rain. In both kinds of soil, the total nutrient losses from the applied fertilizers ranged from 4.1 to 4.5 % Ca, from 13 to 24 % N, and less than 1 % K. The comparatively high content of sulphur testifies to the high exposure of the soils to industrial emissions. Percolation of phosphorus and ammonia nitrogen was not demonstrated.

lysimeters; nutrient outwash; commercial fertilizers; liming; precipitation; grey-brown podzolic soil; rusty soil

DAMAŠKA, J. (Forschungsinstitut für Bodenfruchtbarkeit, Praha): *Düngung und Auswaschen von Nährstoffen unter verschiedenen bodenökologischen Bedingungen*. Rostl. Výr., 31, 1985 (11) : 1123–1130.

Aufgrund der dreijährigen Verfolgung zweier lysimetrischen Versuche, die unter charakteristischen bodenökologischen Bedingungen des Kreises Ústí nad Orlicí angelegt worden waren (Braunerde auf Löss- und Podsolboden auf Gneis), wurden der Charakter und der Umfang des Auswaschungsprozesses in bezug auf das Auswaschen von Ca, K, N (NO₃) und S (SO₄) mit Rücksicht auf hydrothermische Verhältnisse der Lokalitäten und die Kalkungsintensität bestimmt. Während der ganzen 30-monatigen Periode kam es zum Auswaschen von 199–255 kg Ca, von 31–128 kg N, von 63–98 kg S und von 2–13 kg K, wobei die höheren Werte den seichteren, steinhaltigen und lehmsandigen Rostböden entsprechen. Das Auswaschen von Ca und N hängt mit dem Nährstoffvorrat des Bodens bzw. mit dem Gehalt an organischer Masse im Boden, die die wichtigste Quelle des Mineralstickstoffes und in einem bestimmten Masse auch des Schwefels ist, zusammen. Die Verwendung von Handelsdünger und die Kalkung erhöhen den Anteil der Verluste von zugeführten Nährstoffen, insbesondere dann bei höheren Niederschlägen auf einem durchlässigeren Boden. Die Gesamtnährstoffverluste bei der Düngung schwankten bei den beiden verfolgten Bodentypen von 4,1 bis 4,5 % Ca, von 13 bis 24 % N und von 1 % K. Ein relativ hoher Gehalt an ausgeschwemmten Schwefel zeugt von einer beträchtlichen Belastung der Böden mit Industrieemissionen. Das Auswaschen von P und Ammoniakstickstoff konnte nicht nachgewiesen werden.

Lysimeter; Nährstoffauswaschen; Handelsdünger; Kalkung; Niederschläge; Braunerde; Rostbraunerde

Adresa autora:

Ing. Jaromír Damaška, CSc., Výzkumný ústav pro zúrodnění zemědělských půd, 255 80 Praha-Zbraslav

SPOLEČNÁ APLIKACE KAPALNÝCH HNOJIV S NĚKTERÝMI PESTICIDY K JARNÍMU JEČMENI

J. Hrbáček

HRBÁČEK, J. (Výzkumný ústav základní agrotechniky, Hrušovany u Brna): *Společná aplikace kapalných hnojiv s některými pesticidy k jarnímu ječmeni*. Rostl. Vyr., 31, 1985 (11) : 1131-1141.

K jarnímu ječmeni byly v kukuřičné výrobní oblasti jižní Moravy aplikovány herbicidy (Faneron-50, Galinex-N a Loxytril 4) společně s dusíkatým hnojivem (DAM 390, polyfosfát amonný a Bayleton). Jarní ječmen odrůdy 'Safir' a 'Zefír' se projevil jako poměrně odolný vůči zásahům z hlediska fyto-toxicity. V žádném ze sledovaných let nebylo zaznamenáno zbrzdění růstu. Popálení listů bylo minimální a jen v některých letech. Nejnížší výnos byl docílován u herbicidu Faneron. U něj také byla nižší kvalita zrna. Negativní vliv byl u něj posilován společnou aplikací dusíku. Vyšší dávky dusíku (50 kg) poskytl (na pozemcích dobře zásobených organickým a minerálním dusíkem) povětšinou stejný nebo nižší výnos ve srovnání s dávkou nižší (30 kg). Společně aplikovaný i samotný dusík zvyšoval počet produktivních odnoží, samotné herbicidy jejich počet spíše snižovaly. Společná aplikace dusíku i dusík aplikovaný samostatně ovlivnil negativně počet zrn v klasu a hmotnost 1000 zrn. Společná aplikace fosforu se neprojevila na žádné ze sledovaných hodnot. Bayleton působil příznivě na hmotnost 1000 zrn a podíl předního zrna. Zvyšoval však obsah hrubých bílkovin. Jejich obsah byl snižován Loxytrilem.

ječmen jarní; pesticidy; obsah hrubých bílkovin; výnosotvorné prvky

Společná aplikace kapalných hnojiv, převážně dusíkatých, s herbicidy je u jarního ječmene používána méně často než u pšenice, kde jsou pro ni lepší předpoklady. U jarního ječmene se hnojí dusíkem převážně před setím a přihnojení dusíkem je možné jen v ranějším období (Příkrýl, 1970), a to ve fázi 3—4 listů.

Aplikace dusíku v pozdějším období zhoršuje sladovnickou hodnotu a u normálních porostů se na výnosu prakticky již nepodílí. Společná aplikace je tedy možná jen v období 3—4 listů, což však spadá do období ošetření porostů herbicidy. Z výše uvedených důvodů je méně prací, které se tímto problémem zabývaly. Možno citovat Hussaina (1976), který zkoušel herbicidy na bázi kyseliny fenoxycetové v jarním ječmeni samostatně nebo v kombinaci s dusíkatým hnojením, kdy byl dosažen nejvyšší výnos a nejlepší účinek na plevěle. Stejný plevelohubný účinek vykazovaly teprve dvojnásobné dávky herbicidu použitého samostatně. Více výsledků bylo získáno u ozimé pšenice. Jde zejména o zjištění zesíleného účinku při společné aplikaci. Literatura, zabývající se touto problematikou, byla uvedena v našich dřívějších zprávách. Nejnověji je uvedena v práci Hrbáčka (1983).

MATERIÁL A METODY

Pokusy byly konány v Hrušovanech u Brna, v semiaridním klimatu, na půdách černozemního typu. Obsah jílnatých částic v ornici kolísá mezi 42–44 %. Reakce půdy je neutrální až mírně alkalická. Půdy jsou středně zásobeny přístupným fosforem i draslíkem.

Byly zakládány přesné maloparcelové polní pokusy, uspořádané v systému znáhodněných bloků, čtyřikrát opakovaných. Velikost parcel 6 m². Výsledky pokusu byly zhodnoceny analýzou variance (mimo pozorování, která byla hodnocena bodováním). Rozdíly (mimo hodnot získaných propočtem) byly testovány Tukeyovým T-testem. Minimální průkazná difference ($D_{T\ 0,05}$) je uváděna v tabulkách (Rod, Vondráček, 1973). Byla vysévána odrůda 'Safir', která byla v roce 1983 nahrazena odrůdou 'Zefír', která je podobných vlastností jako odrůda 'Safir' (v roce 1982 restrungována).

Základní hnojení k ječmeni bylo aplikováno v množství P 26 kg .ha⁻¹, tj. P₂O₅ 60 kg .ha⁻¹, K 60 kg .ha⁻¹, tj. K₂O 72 kg .ha⁻¹. Použitá hnojiva: draselná sůl a superfosfát před setím. Pro společnou aplikaci bylo použito beztlaké kapalné hnojivo DAM 390 a polyfosfát amonný (NP-10-34-0).

Zkoušené pesticidy: Galinex N — výrobce VÚAgT Bratislava — účinné látky: benazolin 18,5 g/l, MCPA 160 g/l, mecoprop 185 g/l. Loxytril 4 — výrobce Lachema Brno — účinné látky: bromoxynil 3,6 %, dichlorprop 25 %, ioxynil 5,4 %, MCPA 10 %. Faneron 50 WP — výrobce Ciba Geigy — účinná látka: bromofenoxim 50 %. Bayleton 25 WP — výrobce Bayer — účinná látka: triadimefon 25 %.

U každého herbicidu bylo šest způsobů aplikace:

1. 30 kg N v DAM 390 bez herbicidu,
2. jen 100% dávka herbicidu,
3. 30 kg N v DAM 390 + 70% dávka herbicidu,
4. 30 kg N v DAM 390 + 100% dávka herbicidu,
5. 50 kg N v DAM 390 + 70% dávka herbicidu,
6. 51 kg N (45 kg v DAM 390, 6 kg v polyfosfátu amonném) 9,24 kg P (21 kg P₂O₅) + 70% dávka herbicidu.

Herbicidy Galinex a Loxytril byly mimo samostatné aplikace zkoušeny také v kombinaci s Bayletonem v 100% dávce.

100% dávky = Galinex 5 l .ha⁻¹, Loxytril 4 l .ha⁻¹, Faneron 2,5 kg .ha⁻¹, Bayleton 0,5 kg .ha⁻¹.

U jarního ječmene byla použita běžná agrotechnika — tj. příprava k setí kultivátorem, pozemek byl na podzim zorán do hloubky 20 cm po předplodině kukurici na siláž. Ošetření jarního ječmene (společná aplikace) v roce 1980 — 15. května, 1981 — 20. května, 1982 — 13. května, 1983 — 25. dubna.

Na pokusu bylo sledováno pozorování fytotoxicity: popálení listů, zbrzdění růstu, eventuální deformace klasu. Výsledky byly vyjádřeny v hodnotách bonitační stupnice EWRC. Při sklizni byl hodnocen výnos, hmotnost 1000 zrn, počet zrn v klasu, podíl předního zrna a obsah hrubých bílkovin. Hodnocení zaplevelenosti. Zaplevelení jednotlivých parcelek bylo zcela nepatrné, většinou bez plevelů. Vyskytoval se jedině pcháček oset a oves hluchý, a to ojediněle, s nepatrnou pokryvností, což odpovídá stupni 1 upravené kombinované stupnice Braun-Blanquetově. Hodnocení výskytu chorob. V roce 1980 bez výskytu chorob, v roce 1981 bez výskytu chorob, v roce 1982 bez výskytu chorob, porost silně polehlý (asi 1 měsíc před sklizní), v roce 1983 bez výskytu chorob — padlím napadeny jen spodní odumírající listy.

VÝSLEDKY

POŠKOZENÍ LISTŮ

Podle dosud provedených pokusů byl jarní ječmen méně citlivý na herbicidy aplikované společně s dusíkem než ozimá pšenice. Ze čtyřletého sledování, pouze v roce 1982 bylo zjištěno poškození listů a i to

bylo velmi nepatrné. Dosáhlo nejvýše druhého stupně dle stupnice EWRC. Jednotlivé herbicidy či kombinace s jinými pesticidy dosáhly v roce 1982 následujících hodnot:

Faneron		1,2
Galindex		1,3
Loxytril		1,2
Galindex + Bayleton		1,3
Loxytril + Bayleton		1,3

Toto poškození bylo vyvoláno tím, že plánovaná dávka herbicidu nebyla při aplikaci s dusíkatým hnojením dostatečně redukována, jak je patrné ze srovnání varianty třetí se čtvrtou. Při zvýšení dávky dusíku z 30 na 50 kg .ha⁻¹ se účinek rovněž zesílil (jak vyplývá ze srovnání variant třetí s pátou). Ještě více se účinek zesílil po přidání polyfosfátu amonného, při stejné dávce dusíku, což je patrné z následujícího přehledu:

Varianta aplikace	Fytotoxicita
1. 30 N bez herbicidu	1
2. jen herbicid — 100% dávka	1,1
3. 30 N + 70% dávka herbicidu	1,1
4. 30 N + 100% dávka herbicidu	1,4
5. 50 N + 70% dávka herbicidu	1,3
6. 51 N + 9,24 P + 70% dávka herbicidu	1,8

Stupeň 1 EWRC = bez jakéhokoliv poškození

Stupeň 2 EWRC = jednotlivé listy nepatrně poškozeny

V žádném ze sledovaných let nebylo zaznamenáno zbrzdění růstu. Samotné lehčí popálení listů se na výnosu neprojevilo. Přes tyto skutečnosti však byl pozorován vliv zásahů na výnos.

VÝNOS ZRNA

V každém jednotlivém roce byl výnos zrna prakticky na jiné úrovni (tab. Ia). Také rozdíly ve výnosech tomu odpovídaly. Byly největší mezi jednotlivými roky, a to povětšinou vysoce průkazné.

Průměrné rozdíly z hlediska zásahů, tj. herbicidů nebo způsobu aplikace, byly menší než mezi průměrnými rozdíly z jednotlivých let a nebyly statisticky průkazné.

Nejvyšší průměrný výnos za všechny čtyři roky byl docílen u kombinace Galindex + Bayleton. Je to dáno ovšem vysokými výnosy v prvních dvou letech (1980, 1981). V těchto dvou letech byl výnos průkazně vyšší než u většiny ostatních herbicidů, resp. kombinací. Nelze tedy tvrdit, že by některá kombinace byla nejlepší ve všech čtyřech letech. Lze však říci, že nejnižší výnos ve většině let i v celkovém průměru byl docílen u Faneronu.

U způsobů aplikace jsou výsledky poměrně více rozdílné v jednotlivých letech. Tak v průměru dala nejvyšší výnos varianta bez herbi-

I. Přehled výnosů a některých ukazatelů ovlivňujících výnos. (D_T = minimální průkazná difference pro $\alpha = 0,05$, udaná v absolutních jednotkách. Hodnoty jsou udány v ‰ od průměru. Pro kontrolu průkaznosti je třeba je převést na absolutní jednotky) — A survey of the yields and some characteristics affecting the yield. (D_T = minimum significant difference for $\alpha = 0,05$, given in absolute units. The values are given as ‰ of the mean. For the control of significance they should be converted to absolute units)

Způsob aplikace — v ‰ k průměru (průměrné hodnoty z 80 čísel)						Průměr ze 480 hodnot v abs. jednotce	Pesticid — v ‰ k průměru (průměrné hodnoty z 92 čísel)				
1	2	3	4	5	6		Faneron	Galinex	Loxytril	Galinex + + Bayleton	Loxytril + + Bayleton
$D_T = 0,366$						a) výnos zrna (t. ha ⁻¹)					$D_T = 0,419$
102,0	98,0	100,9	99,9	99,8	99,5	5,906	96,9	100,9	101,4	101,8	99,0
$D_T = 84$						b) počet produktivních odnoží (ks. m ⁻²)					$D_T = 76$
103,1	96,4	99,5	100,0	100,0	100,8	768	98,6	103,1	95,7	102,5	97,5
$D_T = 0,76$						c) počet zrn v klasu (ks)					$D_T = 0,66$
100,7	100,7	101,0	97,7	100,2	100,0	17,42	99,4	97,4	101,6	99,5	101,7
$D_T = 1552$						d) počet zrn na 1 m ² (ks)					$D_T = 1356$
103,3	97,2	99,7	97,0	99,9	100,5	13 445,2	97,7	100,2	97,2	103,1	99,7

cidu, jen s dávkou 30 kg N. Tento efekt však má výrazně alternativní tendenci. V roce 1980 je nejvyšší výnos u variant pouze s herbicidy, v dalším roce u varianty jen s dusíkem bez herbicidu. V následujícím roce je výnos jednoznačně nejnižší a v příštím opět jednoznačně nejvyšší.

Zvýšená dávka dusíku (50 kg) nedávala vyšší výnos než dávka nižší (30 kg). Ve většině případů byl výnos naopak nižší. Zde se zřejmě negativně projevila interakce vyšší dávky dusíku s herbicidem (rok 1981 a zejména výrazně rok 1983).

Nesnížení dávky herbicidů na 70 % se projevilo poklesem výnosu v letech 1981 a 1982. U Faneronu se nesnížení dávky projevilo záporně ve všech letech (srov. var. 3 a 4). Aplikace fosforu se neprojevila.

Výnos slámy byl zhruba v korelaci s výnosem zrna a průměrný poměr zrna : sláma činil 1,08.

PRŮMĚRNÝ POČET PRODUKTIVNÍCH ODNOŽÍ

Průměrný počet produktivních odnoží v roce je v souladu s průměrným výnosem ($r = 0,79$, $P < 0,001$), jsou tedy i rozdíly mezi ročníky, tak jako u výnosu, největší.

Jednotlivé herbicidy rovněž ovlivnily počet produktivních odnoží, a to zcela průkazně. V průměru nejvyšší počet produktivních odnoží byl napočítán u var. Galinex a Galinex + Bayleton. Nejnižší počet produktivních odnoží byl zaznamenán u samotného Loxytrilu, a to vysoce průkazně ve srovnání s ostatními herbicidy a kombinacemi, s výjimkou kombinace Loxytril + Bayleton, kde je rovněž nízký počet produktivních odnoží.

Na variantě bez herbicidu byl téměř vždy vyšší počet produktivních odnoží a byl v průměru nejvyšší (průkazně ve vztahu k var. 2, 3, 4, 5). Vyšší dávky dusíku aplikované s herbicidem byly v tomto ohledu lepší. Lepší byla i varianta s nesníženou dávkou herbicidu, a to téměř vždy. Aplikace fosforu se neprojevila.

POČET ZRN V KLASU

Rovněž počet zrn v klasu (tab. Ic) kolísá převážně vlivem ročníku. Z herbicidů se projevily nepříznivě zejména Galinex a poněkud méně Faneron. U samotného Galinexu lze pozorovat průkazný negativní vliv ve všech čtyřech letech, u Faneronu jen ve dvou. Tento účinek Galinexu byl mírněn Bayletonem. Naopak Loxytril se jeví v tomto ohledu jako neškodný; stejně tak v kombinaci s Bayletonem. U těchto dvou variant byl dosahován (průkazně ke Galinexu) nejvyšší počet zrn v klasu.

Vyšší dávky dusíky nepůsobily na počet zrn v klasu nepříznivě. Aplikace fosforu se neprojevila.

POČET ZRN NA JEDNOTKU PLOCHY

Počet zrn na jednotku plochy (tab. Id) byl ovlivněn poněkud více počtem produktivních stébel ($r = 0,862$) než počtem zrn v klasu ($r =$

= 0,822). Dostí výrazně se projevil pozitivní vliv Bayletonu, který zlepšil účinek obou herbicidů, které s ním byly použity v kombinaci. Ze samotných herbicidů byl relativně nejlepší Galinex. Obecně však herbicidy počet zrn na jednotce plochy spíše snižovaly. Rozdíly ovšem nejsou statisticky průkazné, na rozdíl od jednotlivých ročníků, které jsou všechny navzájem vysoce průkazné, co do rozdílu.

HMOTNOST 1000 ZRN

I zde je patrný především vliv ročníku. Přitom je pozoruhodné, že vztah k výnosu je negativní ($r = -0,61$, $P < 0,01$). Není bez zajímavosti srovnat závislost výnosu se závislostí na počtu produktivních stébel (která je pozitivní, vysoce průkazná — $r = 0,79$, $P < 0,001$).

Rok	Průměrný roční výnos	Průměrný roční počet produktivních odnoží	Průměrná hmotnost tisíce zrn
1980	6,132 t . ha ⁻¹	851 ks . m ⁻²	37,7 g
1981	5,002 t . ha ⁻¹	680 ks . m ⁻²	43,2 g
1982	6,633 t . ha ⁻¹	850 ks . m ⁻²	40,0 g
1983	5,857 t . ha ⁻¹	685 ks . m ⁻²	43,4 g

Obě kombinace s Bayletonem příznivě ovlivnily tuto hodnotu, a to průkazně. Negativně v tomto směru působil Faneron a Loxytril. Je také patrné negativní působení dusíku na tuto veličinu, hodnoty však nejsou průkazné.

TECHNOLOGICKÁ HODNOTA ZRNA

Obsah hrubých bílkovin byl vyšší u vyšších dávek dusíku a u nižší dávky dusíku bez herbicidu. U nižších dávek dusíku aplikovaných s herbicidem v 70% i 100% dávce byl obsah hrubých bílkovin zvýšen nepatrně. U Faneronu byl obsah hrubých bílkovin vyšší. Varianty s Bayletonem a herbicidem vykázaly vyšší obsah hrubých bílkovin ve srovnání s variantami jen s herbicidem. Bayleton však zvyšoval hmotnost 1000 zrn (viz předcházející odstavec) i podíl předního zrna.

Faneron mimo nižší výnos vykazoval i nejnižší hmotnost 1000 zrn, nízký podíl předního zrna a vyšší obsah hrubých bílkovin — tedy z pohledu technologické hodnoty sladařského ječmene se projevil jako nejméně vhodný ze zkoušených pesticidů.

Nejnižší obsah hrubého proteinu byl po aplikaci Loxytrilu — ve vztahu ke Galinexu s Bayletonem je rozdíl vysoce průkazný.

U obsahu hrubých bílkovin, stejně jako u ostatních hodnot, hrál rozhodující roli ročník. V roce 1982 byly všechny hodnoty nad 12 %. V letech 1980 a 1981 pouze v jednom případě překročil obsah hodnotu 12 %, a to v roce 1981 u Faneronu (tab. IIc).

II. Přehled hodnot některých ukazatelů, které ovlivňují sladovnickou hodnotu — A survey of some characteristics influencing the malting quality

Způsob aplikace — v % k průměru mimo c) (Průměrné hodnoty z 80 čísel — mimo c))						Průměr v abs. jednotkách	Pesticid — v % k průměru — mimo c) (Průměrné hodnoty z 92 čísel — mimo c))				
1	2	3	4	5	6		Faneron	Galinex	Loxytril	Galinex + + Bayleton	Loxytril + + Bayleton
$D_T = 1,10$						a) hmotnost tisíce zrn — průměr let 1980, 81, 82, 83					$D_T = 0,24$
100,0	100,8	99,8	100,5	99,1	99,8	40,88	99,3	100,0	99,8	100,3	100,5
$D_T = 3,12$						b) podíl předního zrna nad 2,5 mm — průměr let 1980, 82 a 83					$D_T = 2,73$
98,5	102,6	99,8	101,2	98,9	99,0	74,14	99,4	99,8	99,4	101,6	99,9
$D_T = 0,34$						c) obsah hrubých bílkovin (N. 6,25) — v pořadí r. 1980, 81, 82 a průměr tři let					$D_T = 0,30$
Průměry z 60 čísel						všechny hodnoty v % sušiny zrna					průměry ze 72 čísel
11,72	11,21	11,48	11,17	11,58	11,83	11,50	11,41	11,49	11,37	11,65	11,56
11,75	11,80	11,71	11,76	11,89	11,98	11,81	12,02	11,80	11,87	11,89	11,70
12,85	12,61	12,78	12,94	12,86	12,76	12,80	12,88	12,85	12,19	13,26	12,81
12,11	11,88	11,99	11,96	12,11	12,19	12,04	12,11	11,98	11,81	12,27	12,03

Z pokusů Zemánka (1980) a Bojase (1983) vyplývá, že nejnižší výnosový efekt u jarního ječmene byl dosažen při aplikaci při slabém zaplevelení. Naopak nejvyšší efekt se projevil při velmi silném zaplevelení. Podle těchto výsledků nebylo možno v našich pokusech očekávat od samotného použití herbicidů vcelku nějaký příliš vysoký efekt, protože zaplevelení bylo v pokusech minimální. Toto zjištění však nemohlo být na závalu tomu, aby byl sledován eventuální negativní účinek společné aplikace herbicidů s dusíkatým hnojivem DAM 390, což bylo vlastně náplní pokusu.

Porosty rovněž nebyly napadeny chorobami, přesto se projevil účinek Bayletonu. Tuto skutečnost si lze podle Tábořského a Římsy (1983) vysvětlit tak, že pozitivní působení fungicidů v porostech pšenice a ječmene se všeobecně vysvětluje jednak tím, že přímo potlačují rozšiřování houbových chorob na listech, jednak nepřímo tím (což bude náš případ), že zpomalují stárnutí funkční asimilační plochy (vrcholový list, stéblo pod klasem a asimilační orgány klasu). Také jsou potlačovány i méně významné choroby, které se převážně podílejí také na urychleném stárnutí asimilačního aparátu.

Stejný účinek měly asi také herbicidy, když ovlivnily v některých případech sledované hodnoty. Účinek herbicidů na choroby byl dokázán ve více případech. Tak např. Chappella Miller (1959) zaznamenali po použití dinosebu celkové zlepšení vegetačního a zdravotního stavu rostlin podzemnice olejné. Olsenovi (1966) se dařilo v poli potírat dinosebem rakovinu brambor, vyvolanou houbou *Synchytrium endobioticum*. Byl dokázán fungicidní účinek 2,4-D (Guiscáfré — Arrillaga, 1949).

Naopak, byl také dokázán pozitivní vliv herbicidů na choroby. Tak např. Nilsson (1973) dokázal, že ozimá pšenice ošetřená Oxytrilem (podobného složení jako námi použitý Loxylil) byla mnohem více napadena chorobami patřícími k *Cercospora herpotrichoides* a *Gaeumannomyces graminis*.

Faneron způsobil v neredukované dávce v kombinaci s dusíkem ve všech letech snížení výnosu. To je v souladu se zkušenostmi z Francie. Dokázali, že u organických barviv (fenolické sloučeniny) je třeba dávku při společné aplikaci s dusíkem snížit o 50 %, aby nedošlo k poškození porostu (Hrbáček, 1972). Nepříznivý účinek Faneronu na jarní ječmen pozorovala také Mydlilová (1980). Jeho směs s Aminexem byla mírně fytotoxická již při použití normální dávky na počátku vegetace (samotný Aminex fytotoxický nebyl).

Zcela jinak však působil Faneron na ozimou pšenici. Jeho fytotoxicita posuzovaná z hlediska zbrzdění růstu byla prakticky nulová na rozdíl od ostatních použitých herbicidů a tomu také odpovídal výnos (Hrbáček, 1983).

Celkově, ve srovnání s ozimou pšenicí (Hrbáček, 1983), je ječmen jarní z hlediska fytotoxicity použitých kombinací herbicidů s dusíkem mnohem méně citlivější.

ZÁVĚR

V pokusech s aplikací herbicidů Faneron-50, Galinex-N a Loxytril 4 společně s dusíkatým hnojivem DAM 390, polyfosfátem amonným a Bayletonem k jarnímu ječmeni byly dosaženy následující výsledky:

- jarní ječmen odrůdy 'Safír' a 'Zefír' se projevil poměrně odolný vůči zásahům z hlediska zevních příznaků. K vizuálnímu poškození listů (popálení) došlo ze čtyř let pouze v jednom roce a i to bylo velmi nepatrné;
- v žádném ze sledovaných let (1980—1983) nebylo zaznamenáno zbrzdění růstu. Přes tyto skutečnosti byl výnos ovlivněn;
- nejnižší výnos byl docilován u herbicidu Faneron. Negativní vliv zde byl zesílen současnou aplikací dusíku a tam, kde při společné aplikaci dusíku nebyla dávka herbicidu redukována;
- ostatní herbicidy neprojevily fytotoxický účinek. Zachování dávky herbicidu se u nich projevilo jen v některých letech;
- zvýšená dávka společně aplikovaného dusíku (50 kg) nevyvolala zvýšení výnosu ve srovnání s nižší dávkou (30 kg), naopak výnos byl většinou snížen;
- počet produktivních odnoží byl zvyšován použitím dusíku. Herbicidy jej spíše redukovaly v případě, kdy nebyly aplikovány společně s dusíkem;
- počet zrn v klasu byl při společné aplikaci dusíku se zachovanou dávkou herbicidu snižován;
- hmotnost 1000 zrn [HTS] byla negativně ovlivněna dusíkem a Faneronom. Redukování dávky herbicidů mělo nepříznivý vliv na HTS. Pozitivní vliv na HTS měl Bayleton;
- Faneron také nepříznivě ovlivnil podíl předního zrna. Redukování dávky u ostatních herbicidů mělo nepříznivý vliv na podíl předního zrna. Bayleton působil na tuto hodnotu příznivě;
- obsah hrubých bílkovin byl nejnižší po Loxytrilu. Rozhodující roli zde však hrál ročník;
- aplikace fosforu spolu s dusíkem a herbicidem se neprojevila na žádné ze sledovaných hodnot.

Literatura

- BOJAS, Z.: Uplatnění herbicidů v jarním ječmeni s podsevem jetele. *Agrochémia*, 23, 1983, č. 3, s. 72-74.
- GUISCARÉ-ARRILLAGA, J.: Phytopathology, 39, 1949, č. 8, in SIMONE-SYLVESTRE, G. — FOURNIER, J. C.: Effects of pesticides on soil microflora. *Adv. in Agron.*, 31, 1979, s. 1-92.
- HRBÁČEK, J.: Cestovní zpráva ze studijního pobytu ve Francii (1. 3. 1972—31. 8. 1972). Hrušovany u Brna, VÚZA 1972.
- HRBÁČEK, J.: Společná aplikace některých herbicidů s kapalnými hnojivy k pšenici. *Rostl. Výr.*, 29, 1983, č. 3, s. 255-266.
- HUSSAIN, Z.: Selectivity against weeds of phenoxyacetic acid herbicides applied in association with a liquid fertilizer. *Turrialba*, 26, 1976, č. 2, s. 121-125.
- CHAPPELL, W. E. — MILLER, L. J.: *Plant Dis. Rep.*, 40, 1956, s. 52-56, in SIMONE-SYLVESTRE, G. — FOURNIER, J. C.: Effects of pesticides on soil microflora. *Adv. in Agron.*, 31, 1979, s. 1-92.
- MYDLÍLOVÁ, E.: Fytotoxicita herbicidů pro vybrané odrůdy jarního ječmene. *Agrochémia*, 20, 1980, č. 5, s. 144-146.

NILSSON, H. E.: Swed. J. Agric. Res., 1973, č. 3, s. 115-118. In: SIMONE-SYLVESTRE, G. — FOURNIER, J. C.: Effects of pesticides on soil microflora. Adv. in Agron., 31, 1979, s. 1-92.

OLSEN, O. A.: Can. Plant. Dis. Surv., 46, 1966, s. 1-4. In: SIMONE-SYLVESTRE, G. — FOURNIER, J. C.: Effects of pesticides on soil microflora. Adv. in Agron., 31, 1979, s. 1-92.

PŘIKRYL, K.: Vliv doby přihnojení dusíkem na výnos jarního ječmene. Rostl. Výr., 16, 1970, č. 4, s. 395-400.

ROD, J. — VONDŘÁČEK, J.: Polní pokusnictví. Praha, SPN 1973.

TÁBORSKÝ, V. — ŘÍMSA, V.: Příznivé účinky fungicidů. Zemědělec, 33, 1983, č. 25, s. 2.

ZEMÁNEK, J.: Intenzita zaplevelení ve vztahu k výnosu jarního ječmene po aplikaci herbicidů. Agrochémia, 20, 1980, č. 9, s. 276-280.

Došlo dne 22. 3. 1984

ГРБАЧЕК, Я. (Научно-исследовательский институт основной агротехники, Грушованы близ Брно): Одновременное внесение жидких удобрений с некоторыми пестицидами под яровой ячмень. Rostl. Výr., 31, 1985 (11): 1131-1141.

Под яровой ячмень в кукурузной производственной области южной Моравии были внесены гербициды (фанерон-50, галинекс-П и локситрил 4) вместе с азотистым удобрением (ДАМ-390, полифосфат аммония и байлетон). Яровой ячмень сортов 'Сафир' и 'Зефир' проявился в отношении фитотоксичности относительно устойчивым к обработке гербицидами. Ни в одном из обследуемых годов не было отмечено торможения роста. Ожог листьев был минимальным и лишь в некоторые годы. Наименьший урожай достигали при применении гербицида фанерон, причем у него было отмечено также пониженное качество зерна. Отрицательное влияние у него было усилено совместным применением азота. Повышенные дозы азота (50 кг) на хорошо снабженных органическим и минеральным азотом участках дали в большинстве случаев равный или более низкий урожай в сравнении с меньшей дозой (30 кг). Совместно, но и отдельно вносимый азот повышал число продуктивных побегов, тогда как в отдельности примененные гербициды их число скорее снижали. Совместное внесение азота, но и отдельно внесенный азот, отрицательно влияли на число зерен в колосе и на массу 1000 зерен. Совместное применение фосфора не сказалось ни на одном из обследуемых значений. Байлетон положительно действовал на массу 1000 зерен и на долю крупных семян, однако, вместе с тем, повышалось содержание грубых белков. Их содержание снижалось локситрилом.

яровой ячмень; пестициды; содержание грубых белков; элементы образования урожая

HRBÁČEK, J. (Agricultural Research Institute, Hrušovany u Brna): *The Tank-Mix Application of Liquid Fertilizers with Some Pesticides to Spring Barley*. Rostl. Výr., 31, 1985 (11): 1131-1141.

In the maize-growing region of southern Moravia, herbicides (Faneron-50, Galinex-N and Loxyltril 4) were applied, together with nitrogen fertilizer (DAM-390, ammonium polyphosphate and Bayleton), to spring barley. The spring barley cultivars, 'Safir' and 'Zefir', appeared to be comparatively resistant to the tank-mix application, as to phytotoxicity. Growth was not inhibited in any of the years of study. Leaf burning was minimum and was observed only in some years. The lowest yield was obtained when the Faneron herbicide had been applied. The grain harvested from the Faneron-treated stands was of poorer quality. The tank-mix application of Faneron and nitrogen worsened the negative effect of Faneron. In the fields with a good supply of organic and mineral nitrogen, higher nitrogen application rates (50 kg) mostly resulted in an unchanged or decreased yield, as compared with a lower application rate (30 kg). The tank-mix application and solo application of nitrogen increased the number of fertile tillers, their number was decreased by the solo application of herbicides. The tank-mix application of nitrogen and the solo application of nitrogen had a negative effect on the number of grains per ear and on the 1000-grain weight. The tank-mix application of phosphorus had no influence on any of the parameters studied. Bayleton had a fa-

vourable influence on the 1000-grain weight and on the proportion of best-quality grain. However, crude protein content increased after Bayleton application. Loxytril reduced the content of crude protein.

spring barley; pesticides; crude protein content; yield-forming components

HRBÁČEK, J. (Forschungsinstitut für Grundagrotechnik, Hrušovany u Brna): *Gemeinsamer Einsatz von Flüssigdüngern mit Pestiziden bei Sommergerste*. Rostl. Vyr., 31, 1985 (11) : 1131-1141.

Bei Sommergerste wurden in einem Maisanbaugebiet in Südmähren Herbizide (Fararon-50, Galinex-N, Loxytril 4) gemeinsam mit N-Düngern (DAM-390, Ammonpolyphosphat, Bayleton) eingesetzt. Die Sommergerstensorten 'Safír' und 'Zefír' wiesen eine relative Resistenz gegenüber den Eingriffen vom Gesichtspunkt der Phytotoxizität auf. In keinem der verfolgten Jahre konnte eine Wachstumsverzögerung beobachtet werden. Die Blätter waren nur gering verbrannt und dies nur in einigen Jahren. Der niedrigste Ertrag wurde beim Herbizid Faneron erzielt. Bei ihm war auch die niedrigste Kornqualität zu beobachten. Der negative Einfluss wurde bei ihm durch die gemeinsame Verwendung von Stickstoff erhöht. Die höheren N-Gaben (50 kg) brachten auf den mit organischem und Mineralstickstoff gut versorgten Parzellen den gleichen oder niedrigeren Ertrag im Vergleich zu niedrigeren N-Gaben (30 kg). Der gemeinsam eingesetzte als auch der alleinige Stickstoff erhöhte die Zahl von produktiven Bestockungstrieben, die alleinigen Herbizide setzten ihre Zahl eher herab. Die gemeinsame Verwendung von Stickstoff sowie der nur allein eingesetzte Stickstoff beeinflusste negativ sowohl die Zahl der Körner je Ähre als auch das Tausendkorngewicht. Die gemeinsame Verwendung von Phosphor beeinflusste keinen der verfolgten Werte. Bayleton wirkte sich günstig auf das Tausendkorngewicht und den Anteil des Vorderkornes aus. Bayleton erhöhte aber den Rohproteingehalt beträchtlich. Ihr Gehalt wurde hingegen von Loxytril gesenkt.

Sommergerste; Pestizide; Rohproteingehalt; ertragsbildende Elemente

Adresa autora:

Ing. Jaroslav Hrbáček, CSc., Výzkumný ústav základní agrotechniky, 664 62 Hrušovany u Brna

BIELEK, P.: DUSÍK V PŮDE A JEHO PREMĚNY.

Bratislava, Příroda 1984, 135 s.

Touto prvou publikací zahajuje ediční činnost Oborové středisko vědecko-technických informací, zřízené k problematice půdy při VÚPVR v Bratislavě. Téma knihy je vysoce aktuální, neboť dusík a jeho přeměny v půdě rozhodujícím způsobem ovlivňují tvorbu výnosů i jakost rostlinných produktů. Jeho funkce v zabezpečování potravinářských surovin je proto nezastupitelná. Na druhé straně však nadměrné úsilí o dosažení maximálních výnosů vysokými dávkami dusíkatých hnojiv může za určitých okolností přivodit takové změny režimu dusíku v půdě, jaké už vyvolávají výnosové deprese a projevují se současně často velmi nepříznivě na nutriční, technologické a hygienické hodnotě sklizní a obecně na životním prostředí.

Poukázat na tyto pozitivní a negativní rysy dusíkatého koloběhu, analyzovat je a zevšeobecnit poznatky formou stručné interpretace — to jsou hlavní cíle recenzované publikace, k níž předmluvu napsal ředitel VÚPVR, člen korespondent ČSAV a SAV, prof. ing. Juraj Hraško, DrSc.

Celkové zaměření a obsah knihy vyjadřují názvy devíti hlavních kapitol: Výskyt a zastoupení dusíku v půdě, Obohacování půdy o dusík, Mineralizace organického dusíku v půdě, Nitrifikace, Imobilizace minerálního dusíku v půdě, Mineralizačně imobilizační vztahy, Ztráty dusíku z půdy, Negativní důsledky přeměn dusíku v půdě, Přehled přístupů k usměrňování dusíkatého hnojení půd.

Autor přináší bohatou literární rešerši na dané téma (více než 600 citací) z celosvětové i domácí literatury, převážně z posledních 20 let. Na zpracování těchto moderních poznatků je také koncipována celá práce. Předností knihy je i to, že přes obsáhlost diskutované problematiky je napsána srozumitelným jazykem, dobře přístupným i středně vzdělaným kádrům. Poučí a bude inspirovat proto nejen specialisty daného úseku výzkumu, ale i pracovníky řídicích složek a vlastní zemědělské praxe.

V publikaci RNDr. Pavla Bieleka, CSc., se tak dostává do rukou odborné veřejnosti doposud nejúplnější u nás vydaná práce k problematice dusíku v půdě. Dá se předpokládat, že náklad 2000 výtisků bude brzy rozebrán.

Doc. ing. Jaroslav Prugar, DrSc.

MOŽNOSTI STANOVENIA DUSIČNANOV V RASTLINNOM MATERIÁLI

A. Prugarová

PRUGAROVÁ, A. (Výskumný ústav potravinársky, Bratislava): *Možnosti stanovenia dusičnanov v rastlinnom materiáli*. Rostl. Vyr., 31, 1985 (11) : 1143-1150. V prehľade sú diskutované rôzne priame i nepriame postupy na stanovenie NO_3^- s využitím spektrofotometrie (event. s polarografickou alebo plynovo-chromatografickou koncovkou), redukčných a nitrčných reakcií, absorpcie v UV oblasti a najmä potenciometrie. Jednotlivé metódy sú charakterizované princípom, stručným popisom postupu, resp. limitom detekcie. Pri voľbe metódy treba uvážiť predpokladaný obsah stanovovanej, ako aj rušiacich zložiek, potrebné množstvo vzorky, požadovanú rýchlosť a presnosť analýzy, dostupnosť chemikálií a prístrojovú vybavenosť pracoviska. Nevyhnutnosť širokej kontroly obsahu dusičnanov v rastlinnom materiáli vo veľkých sériách nasmerovala trend rozvoja metód k jednoduchým a expeditívnym postupom. Podrobne sa preto opisujú rutinné metódy využívajúce iónovoselektívnu dusičnanovú elektródu ako aj semikvantitatívne rýchlotesty.

dusičnany; rastlinný materiál; metódy stanovenia; rýchlotesty

Následky, vyplývajúce z výskytu dusičnanov v zelenine, kladú pred poľnohospodársky a potravinársky rezort naliehavú potrebu kontroly obsahu NO_3^- a aktualizujú požiadavku na vhodné analytické metódy stanovenia dusičnanov v poľnohospodárskych surovinách a v potravinárskych výrobkoch. Najvyššie prípustné množstvo dusičnanov v rôznych druhoch zeleniny, zakotvené v úpravách hlavného hygienika SSR-MZ SSR zo dňa 30. 12. 1983 a hlavného hygienika ČSR-MZ ČSR zo dňa 4. 5. 1984, je významným kvalitatívnym ukazovateľom, kontrola ktorého vyžaduje jednoduché, rýchle a dostatočne spoľahlivé metódy stanovenia.

Vydávanie hygienických normatífov v otázkach cudzorodých látok má význam iba vtedy, keď sa opiera o reálnu možnosť analytickej kontroly ich prípustnosti v normovaných hladinách ich koncentrácie. Treba brať do úvahy, že hranica detekcie závisí od použitej metodiky (Rosival, Szokolay, 1983).

V súčasnosti sa na stanovenie dusičnanov v biologickom materiáli používajú rôzne analytické metódy, a to najmä spektrofotometrické a potenciometrické. Dusičnany je možné stanoviť aj s využitím polarografie, atómovej absorpčnej spektrofotometrie, plynovej chromatografie, vysokotlakovej kvapalinovej chromatografie, kapilárnej izotachografie, atď. Metódy stanovenia dusičnanov možno rozdeliť na priame a nepriame (Bernatzik, 1975):

1. Priame metódy využívajú fyzikálne a chemické vlastnosti dusičnanov:

- absorpciu v UV oblasti,
- redukovateľnosť pri určitom potenciáli (polarografia, polarografická coulometria),
- aktivitu dusičnanových iónov v roztoku (priama potenciometria iónovoselektívnou elektródou (ISE)).

2. Nepriame metódy:

- nitračno-oxidačné reakcie:
 - oxidácia organických zlúčenín (napr. brucínu, difenylamínu),
 - nitračno-oxidačné reakcie aromatických zlúčenín (napr. kyseliny chromotropovej a salicylovej), alebo nitračné reakcie aromatických zlúčenín (napr. 1-aminopyrénu),
 - nitrácia substituovaných zlúčenín fenolického typu (2,4-, 3,4- a 2,6-dimetyl-fenolu, resp. kyseliny fenoldisulfónovej);
- redukcia dusičnanov na:
 - dusitan (chemicky alebo mikroorganizmami) a jeho fotometrické stanovenie,
 - amoniak s nasledujúcou vhodnou separáciou a titračným stanovením,
 - NO alebo N₂ a jeho objemové stanovenie.

Pri voľbe vhodnej metódy treba uvážiť predpokladaný obsah stanovovanej zložky, ale aj rušiacich zložiek a potrebné množstvo vzorky. Treba brať do úvahy aj rýchlosť a požadovanú presnosť analýzy, dostupnosť chemikálií a prístrojovú vybavenosť pracoviska.

Hlavný hygienik SSR dňa 4. 1. 1984 schválil a vyhlásil podľa ustanovenia § 71 odst. 2 zákona č. 20/1966 Zb. o starostlivosti o zdravie ľudu a § 3 odst. 3 záväzného opatrenia Ministerstva zdravotníctva SSR č. 35/1977 „Hygienické požiadavky na cudzorodé látky v požívatinách“ dve metódy stanovenia dusičnanov v rastlinných materiáloch, dojčenskej a detskej výžive a v nápojoch, a to štandardnú xylenolovú metódu a potenciometrickú rutinnú orientačnú metódu:

a) Kolorimetrické stanovenie dusičnanov s 3,4 xylenolom: princíp metódy spočíva v tom, že dusičnany v prostredí H₂SO₄ nitrujú xylenol, ktorý sa z reakčnej zmesi izoluje destiláciou s vodnou parou a zachytáva sa do borátového pufru. Vznikne žltý až oranžový nitroxyleneolát, ktorého absorpčné maximum je pri vlnovej dĺžke 430 nm. V prítomnosti vyšších koncentrácií sacharidov však poskytuje táto metóda vyššie výsledky, pretože počas analýzy sa pôsobením koncentrovanej H₂SO₄ na sacharidy vytvárajú rozkladné produkty, ktoré dávajú v zásaditom prostredí farebné reakcie (Ilmoja et al., 1980).

Metóda sa preto môže u vzoriek s vyšším obsahom sacharidov použiť aj s polarografickou koncovkou namiesto spektrofotometrického vyhodnotenia. Destilát nitroxyleneolátu sa zbaví kyseliny (prebubláním s N₂) a podrobí sa polarografickej analýze v rozsahu potenciálov od —350 až do —900 mV. 6-nitro-3,4-xylen-1-ol dáva v alkalickom prostredí dobre vyvinutú šesťelektrónovú redukčnú vlnu (Davídek et al., 1981), s polovlnovým potenciálom pri —680 mV. Počas nitrácie však vznikajú aj iné nitrované látky s polovlnovým potenciálom pri —1100 a —1500 mV. Pri —1100 mV má polovlnový potenciál ďalší nitračný produkt dimetylphenolu a polarografická vlna, ktorej polovlnový potenciál leží pri —1500 mV, prislúcha pravdepodobne produktu nitrácie niektorej zložky sledovaného biologického materiálu. Preto niektorí autori odporúčajú, aby sa pri vyhodnocovaní polarografickou koncovkou bral do úvahy súčet výšok polarografických vln pri —680 a —1100 mV (Tibenská et al., 1983).

Spektrofotometrickú koncovku xylenolovej metódy môže okrem uvedenej polarografickej metódy nahradiť napr. aj metóda plynovej chromatografie, pri ktorej sa nitrované izoméry xylenolu extrahujú do hexánu.

Štandardná xylenolová metóda je vhodná najmä na stanovenie nižších koncentrácií dusičnanov a je pomerne práca a náročná na chemikálie i na prístrojové vybavenie. Medza dôkaznosti je 10–20 mg.kg⁻¹ pri $n = 20$ g podľa typu vzorky (Barthová, 1983). Je vhodná pre orgány hygienickej kontroly, pre rozbor väčších sérií vzoriek s vysokým obsahom NO₃⁻ je však menej výhodná.

b) Pre realizáciu rozsiahlej kvalitatívnej kontroly zeleniny je výhodnejšia rutinná orientačná metóda potenciometrického stanovenia dusičnanov pomocou iónovoselektívnej dusičnanovej elektródy (ISE). Stanovenie dusičnanov v roztoku elektródou je prakticky podobné potenciometrickému stanoveniu pH. Potenciál iónovoselektívnych elektród určujú iónovymenné

rovnováhy na fázovom rozhraní medzi elektrochemickou membránou a roztokom elektrolytu. Významnou vlastnosťou týchto membrán je vznik rozdielu elektrických potenciálov, medzi oboma rozhraniami na membráne, tzv. membránového potenciálu, ktorého určovanie je základom použitia týchto elektród.

V súčasnosti vyrábajú dusičnanové iónovoselektívne elektródy viacerí zahraniční výrobcovia. Podľa údajov z literatúry (in: Laboratory Equipment Digest, 1983) sú to tieto firmy: Beckmann, Corning, EDT, Jencons, Kent (EIL Analytical), Orion, Petracourt, Philips Pye Unicam, Russel, Radelkis, atď.

V období, keď u nás ešte neboli k dispozícii dusičnanové ISE čs. výroby, sa pracovalo napr. vo VÚ LIKO v Bratislave s americkou dusičnanovou ISE Orion zapojenou na mikroprocesorový iónanalýzér fy Orion. Metóda priamej potenciometrie s ISE Orion dávala správne a reprodukovateľné výsledky aj pri nízkych koncentráciách dusičnanov (ca 10 mg.kg⁻¹) a bola dostatočne citlivá. Nevýhodou tejto metódy však bola krátka životnosť elektród (1/2 až 3/4 roka) a nárok na devízové prostriedky, preto s jej uplatnením v praxi v širšom rozsahu nebolo možné počítať (Barthová, 1983).

V ČSSR sú v súčasnosti k dispozícii dva typy dusičnanových iónovoselektívnych elektród — elektróda s PVC membránou Crytur, typ 07-15 (vyrábajú Monokrystaly Turnov, n. p.) a elektróda s kvapalnou membránou podľa Šenkýře a Petra (vyrába v obmedzenom rozsahu Prirodovedecká fakulta ÚJEP, Brno). Nedostatkami ISE Crytur 07-15 je jej časovo obmedzená životnosť — výrobca udáva 3/4 roka. ISE s kvapalnou membránou nemá síce nevýhodu časovo obmedzenej životnosti, avšak používanie tohto typu elektródy vyžaduje vybavenie laboratória digestóriom.

Rutinná orientačná metóda potenciometrického stanovenia dusičnanov pomocou iónovoselektívnej elektródy využíva zmeny potenciálu elektród spôsobené zmenami aktivity dusičnanových iónov v roztoku filtrovaného extraktu vzorky. Pracovný postup je jednoduchý: zhomogenizovaná vzorka sa po pretrepaní s extrakčným roztokom filtruje. Potom sa meria EMN článku v roztoku filtrátu a z analytickej čiary sa odčíta odpovedajúce množstvo dusičnanov vo vzorke.

Táto rutinná orientačná metóda s ISE Crytur nájde uplatnenie najmä pri sériových analýzách rastlinného materiálu v rámci kvalitatívnej kontroly v štandardne vybavených závodných a podnikových laboratóriách. Nachádza použitie u materiálu, v ktorom je koncentrácia dusičnanov nad 50 mg.kg⁻¹, čiže je vhodná na kontrolu obsahu dusičnanov v zelenine.

K propagácii tejto metódy u nás prispel aj celoštátny kurz o stanovení NO₃⁻ v biologických materiáloch iónovoselektívnymi elektródami, usporiadaný začiatkom roku 1984 vo Výskumnom ústave pôdozvedectva a výživy rastlín v Bratislave. Napr. v Švajčiarsku sa už potenciometrická metóda stanovenia NO₃⁻ s ISE využíva v tzv. poľných laboratóriách. Priamo na pozemku pestovateľov pred výkupom vykonáva zaškolený pracovník na prenosnom laboratórnom stole o rozmeroch cca 120 x 80 cm, obsahujúcom váhy, digitálny pH-meter, elektródy a zásobné fľaše s reagentami, kontrolu obsahu dusičnanov v pestovanej zelenine. Kontrola sa takto môže robiť nielen pri zbere, ale aj počas vegetácie, aby sa pestovatelia mohli vyvarovať zášahov, zvyšujúcich obsah NO₃⁻ v zelenine (Temperli et al., 1982).

V Metodike pre zavádzanie výsledkov výskumu do praxe (Hubáček, Bernatzik, 1979) sa pre rezorty poľnohospodárstva a výživy na zisťovanie obsahu NO₃⁻ odporúčajú okrem už spomenutej xylenolovej a potenciometrickej metódy ešte tieto analytické metódy:

— stanovenie NO₃⁻ po redukcii na amoniak: princípom tejto metódy je, že v prostredí oxidu horečnatého sú dusičnany redukované Devardovou zliatinou na amoniak, ktorý je vydestilovaný vodnou parou a absorbovaný roztokom kyseliny boritej. Amoniak sa priamo titruje roztokom silnej kyseliny za použitia vhodného vizuálneho indikátora.

Stanovenie dusičnanov po redukcii na amoniak je v podstate univerzálnou metódou stanovenia NO₃⁻ v zakalených a farebných extraktoch i za prítomnosti organických látok a kyanidov;

— redukčná metóda s pomedeným kadmium: citlivé stanovenie nízkych obsahov dusičnanov umožňuje ich redukcia na dusitany prietokom cez kolónu s pomedeným kadmium. Táto metóda je zakotvená v medzinárodnej normalizačnej organizácii ISO pod číslom 3091 — 1975 ako referenčná metóda na stanovenie NO₃⁻ v mäse a v mäsovéch výrobkoch. Pri samotnom stanovení sa časť filtrovaného extraktu vzorky preleje cez redukčnú kolónu, obsahujúcu pomedené kadmium. V takto získanom eluáte vzniká reakciou so sulfanilamidom v zriedenom roztoku HCl, a roztokom N-1-naftyletyléndiamínhydrochloridu červené sfar-

benie, intenzita ktorého sa meria spektrofotometricky pri vlnovej dĺžke 538 nm. Obsah dusitanov sa takto stanoví aj v pôvodnom, nezredukovanom filtrovanom extrakte vzorky. Rozdiel získaných hodnôt po redukcii a pred redukciou udáva množstvo NO_3^- prítomné vo vzorke. Metóda je presná, dostatočne citlivá a poskytuje reprodukovateľné výsledky. Jej nevýhodou je pomerne veľká časová náročnosť, ako aj toxicita zlúčenín kadmia;

— metóda s kyselinou salicylovou: táto metóda je vhodná na stanovenie vyšších obsahov dusičnanov, je však pomerne málo citlivá. Stanovenie je založené na nitrácii kyseliny salicylovej v prostredí koncentrovanej kyseliny sírovej. Po zalkalizovaní sa meria absorbancia žltó sfarbeného roztoku pri vlnovej dĺžke 420 nm. Metódu nemožno použiť u materiálu s vyšším obsahom sacharidov a chlorofylu z čerstvého rastlinného materiálu;

— metóda s kyselinou chromotropovou: dusičnany reagujú v prostredí kyseliny sírovej s kyselinou chromotropovou za vzniku farebnej zlúčeniny s maximom absorpcie pri 435 nm. Táto metóda je vhodná na stanovenie dusičnanov iba v čírych a bezfarebných extraktach.

V ZSSR v Inštitúte agrochémie a pôdoznanectva v Puščíne sa venovali vypracovaniu rýchlejšej, presnej a ekonomickej metódy stanovenia dusičnanov v pôde, v rastlinách a vo vode (Bočkarov, Kudejarov, 1982). Vychádzali pritom z metódy založenej na redukcii dusičnanového dusíka na amoniak práškovým zinkom v kyslom prostredí s následným spektrofotometrickým stanovením amoniakálneho dusíka pomocou fenolát-chloridovej reakcie (Kudejarov, 1969). Táto metóda našla uplatnenie najmä pri stanovovaní dusičnanov vo vode a v pôde. Nevýhnutosť zahrievania v silne kyslom prostredí obmedzuje uplatnenie tejto metódy pri stanovení dusičnanov v rastlinnom materiáli. Bočkarov a Kudejarov však zistili, že premena dusičnanov na amoniak sa môže uskutočniť aj v neutrálnom prostredí v prítomnosti kovového Zn (zinkového prášku) a malého množstva CuSO_4 . Reakcia prebieha 1,5 až 2 h pri teplote miestnosti. Práve tieto šetrné podmienky stanovenia NO_3^- umožňujú použiť takto modifikovanú metódu nielen pri analýze výluhov, ale aj pri analýze rastlinného materiálu. Okrem toho použitie modifikovaného postupu v neutrálnom prostredí prináša značnú časovú úsporu oproti pôvodnému postupu, prebiehajúcejmu v kyslom prostredí.

V americkej monografii (Barker, 1974), venovanej metódam stanovenia dusičnanov v pôde, vode a v rastlinách, sú okrem niektorých už uvedených metód opísané tieto metódy stanovenia NO_3^- v rastlinnom materiáli:

— kolorimetrická metóda s kyselinou fenoldisulfónovou: je založená na princípe nitrácie fenolickej skupiny. Pri tomto stanovení rušivo pôsobia chloridy a organické látky. Organické látky sa odstraňujú prídavkom aktívneho uhlia počas extrakcie a chloridy sa odstraňujú vyzrážaním so síranom strieborným, s následným odstránením prebytku zraňovača $\text{Ca}(\text{OH})_2$ a MgCO_3 .

Pri stanovení sa navážok suchého rastlinného materiálu extrahuje extrakčným roztokom (obsahujúcim síran strieborný a síran meďnatý) s prídavkom aktívneho uhlia. Cieľom extrakcie je prevedenie dusičnanov z rastlinného tkaniva do roztoku a eliminácia rušivých vplyvov Cl^- a organických látok. Po extrakcii sa pridá do roztoku činidlo, obsahujúce $\text{Ca}(\text{OH})_2$ a MgCO_3 , nechá sa 20 minút stáť a filtruje sa. Definované množstvo číreho filtrátu sa vo vodnom kúpeli odparí dosucha, k suchému odparku sa pridá roztok kyseliny fenoldisulfónovej, premieša sa a po 10 minútach sa pridá roztok EDTA a predpísané množstvo roztoku NH_4OH . Intenzita sfarbenia takto získaného roztoku sa meria spektrofotometricky pri vlnovej dĺžke 440 nm. Z uvedeného postupu je zrejmé, že metóda je pomerne časovo náročná; — kolorimetrická metóda s brucínom je založená na oxidácii organickej zlúčeniny brucínu. Využíva sa v koncentračnom rozsahu NO_3^- 0,2 až 20 mg. kg^{-1} . Postup pre rastlinný materiál je tento: Náväzok suchého rastlinného materiálu sa navlhčí destilovanou vodou, pridá sa aktívne uhlie a po 15-minútovom trepaní na laboratórnej trepačke sa roztok filtruje. K použitému množstvu filtrátu sa pridá brucinové činidlo a koncentrovaná H_2SO_4 . Roztok sa uloží na 30 minút v tme a v chlade, potom sa intenzita jeho sfarbenia meria spektrofotometricky pri vlnovej dĺžke 410 nm. Nevýhodou tejto metódy je najmä vysoká toxicita brucinového činidla;

— kolorimetrická metóda s difenylamínom je založená na princípe oxidácie organickej zlúčeniny — difenylamínu. Dusičnany v prostredí kyseliny sírovej reagujú s difenylamínom za vzniku modrého sfarbenia. Intenzita sfarbenia roztoku vzorky sa vizuálne porovnáva so sfarbením roztokov štandardov. Interferujú chloridy a dusitany. Dusitany sa odstraňujú prídavkom močoviny a H_2SO_4 . Metóda je vhodná pre nízke koncentrácie NO_3^- (od 1 do 5 mg. kg^{-1}), čiže

nachádza využitie u materiálu s oveľa nižšou koncentráciou dusičnanov, ako je v zelenine;

— kolorimetrická metóda so strychnínom: v literatúre sa udáva, že táto metóda je citlivá už na koncentráciu NO_3^- $0,01 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Je založená na princípe reakcie dusičnanov s redukovaným strychnínom v prostredí kyseliny sírovej, pričom sa získa ružovo sfarbený roztok. Intenzita sfarbenia tohoto roztoku sa potom vizuálne porovnáva s intenzitou sfarbenia série štandardov;

— kolorimetrická metóda so síranom železnatým je založená na princípe reakcie síranu železnatého s dusičnanmi v prostredí kyseliny sírovej, pričom vzniká purpurovo červená zlúčenina ($\text{Fe}(\text{NO})\text{SO}_4$), ktorá je stabilná niekoľko hodín. Interferujú dusitany a sirnatany. Intenzita sfarbenia purpurovočervenej zlúčeniny sa meria spektrofotometricky pri vlnovej dĺžke 525 nm , pričom sa ako blank používa činidlo (t. j. roztok síranu železnatého v H_2SO_4);

— kolorimetrická metóda s pyrogallolom je založená na reakcii pyrogallolu v prostredí H_2SO_4 s dusičnanmi alebo dusitanmi, pričom vzniká červené sfarbenie roztoku. Toto sfarbenie môže prechádzať z červenej, na hnedočervenú až čiernu farbu, podľa toho, čím je vyšší obsah NO_3^- vo vzorke. Metóda je citlivá už na koncentráciu NO_3^- okolo $7 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Intenzita vzniknutého sfarbenia sa vizuálne porovnáva s intenzitou sfarbenia série štandardov;

— kolorimetrické stanovenie dusičnanov po ich redukcii na dusitany: toto rýchle stanovenie dusičnanov v rastlinnom materiáli sa používa už 30 rokov (Nelson et al., 1954). Dusičnany sa redukujú na dusitany, ktoré sa stanovujú diazotáciou (vznik červeného sfarbenia). Zo suchého rastlinného materiálu, neobsahujúceho dusitany, sa prídavkom destilovanej vody pripraví vodný extrakt, ktorý sa filtruje. K definovanému množstvu filtrátu sa pridá činidlo, obsahujúce síran meďnatý v roztoku zriedenej kyseliny octovej a prášková zmes obsahujúca síran bárnatý, síran manganatý, práškový zinok, kyselinu citrónovú, 1-naftylamín a kyselinu sulfanilovú. Po trojminútovom miešaní sa roztok centrifuguje a supernatant sa preleje cez chumáčik borosilikátovej sklenej vaty. Meria sa absorbancia červeno sfarbeného roztoku pri vlnovej dĺžke 520 nm .

Pri tomto sfarbení interferuje železo, ktoré sa preto musí viazať do komplexnej zlúčeniny s kyselinou citrónovou;

— stanovenie dusičnanov, využívajúce ich absorpciu v UV oblasti: kým dusičnany majú charakteristický absorpčný pás pri vlnovej dĺžke 302 nm , dusitany v porovnaní s týmto pásom majú $2,5$ -krát intenzívnejší absorpčný pás pri vlnovej dĺžke 355 nm (Wetters, Uglum, 1970). Na základe tejto charakteristickej vlastnosti sa môžu stanoviť v rastlinnom materiáli dusičnany a dusitany súčasne vo vodnom roztoku meraním jeho absorbancie pri 302 nm a pri 355 nm . Táto metóda je vhodná na stanovenie relatívne vyšších koncentrácií dusičnanov v rastlinnom materiáli, najnižší detekčný limit pre NO_3^- má cca $20 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Postup analýzy je jednoduchý, z rastlinného tkaniva sa extrakciou nasýteným roztokom síranu vápenatého prevedú dusičnany do roztoku. Meria sa absorbancia tohto extraktu (oproti vode v referenčnej kvete) pri 355 nm a 302 nm . Analytická čiara sa pripraví vnesením nameraných absorbancií roztokov štandardov oproti ich koncentrácii;

— stanovenie dusičnanov pomocou enzýmu nitrátoreduk-tázy: táto metóda, založená na princípe redukcie dusičnanov na dusitany enzýmom nitrátoreduktázou, produkovanou mikroorganizmom *Escherichia coli*, sa využíva v oblasti nízkych koncentrácií dusičnanov, v rozsahu od $0,25$ do $2,5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Rastlinný materiál sa extrahuje nasýteným roztokom síranu vápenatého, k definovanému množstvu extraktu sa pridá fosfátový tlmivý roztok o $\text{pH } 7$, vodný roztok metylvioletu a čerstvo pripravený roztok enzýmu, a umiesti sa vo vodnom kúpeli, vytemperovanom na 37°C . Reakcia sa zaháji prídavkom roztoku zmesi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ a NaHCO_3 . Po jednej hodine inkubácie bez miešania sa reakcia zastaví pretrepávaním zmesi, kým nezmizne modré sfarbenie. Desiat minút po pridaní čerstvo pripraveného činidla, obsahujúceho roztok sulfanilamidu v HCl a etyléndiamínhydrochloridu, sa meria intenzita vzniknutého červeného sfarbenia pri vlnovej dĺžke 540 nm .

Stále napredujúci vývoj moderných progresívnych analytických metód prináša so sebou nové možnosti stanovenia dusičnanov v biologickom materiáli. Vo svetovej literatúre sa v poslednom období vyskytli práce, využívajúce na stanovenie NO_3^- napr. metódu iónovymennej chromatografie (Tateo et al., 1982; Darimont et al., 1983), vysokotlakovej kvapalinovej chromatografie (Cooke, 1983), plynovej chromatografie s použitím detektora elektrónového záchytu (Tanaka et al., 1982), ako aj chromatografie na tenkých vrstvách (Müller, Siepe, 1979).

Zo spektrofotometrických metód sú to napr. modifikovaná metóda na spektrofotometrické stanovenie dusičnanov s 4,5-dihydroxikumarínom (Nakamura, 1983) a spektrofotometrické stanovenie dusičnanov v zelenine s použitím butylfenolu (Tanaka et al., 1982).

Aj napriek existujúcemu pomerne širokému spektru analytických metód stanovenia dusičnanov stále viac prevládajú požiadavky na rýchle, tzv. „expres“ metódy, ktoré umožnia s dostatočnou presnosťou stanovovať NO_3^- rádovo v desiatkach a stovkách $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ vo veľkom množstve vzoriek bez náročného prístrojového a laboratorného vybavenia. Tieto požiadavky spĺňa napríklad expres metóda stanovenia dusičnanov, vyvinutá v NSR pôvodne na stanovenie NO_3^- vo vzorkách pôdy (Schlaghecken, 1982), ktorá však po určitej modifikácii našla použitie aj pri stanovení NO_3^- v rastlinnom materiáli (Kathan, 1982). Metóda má názov „Semikvantitatívny rýchlotest na stanovenie dusičnanov v rastlinnej šľave“ a bola vyvinutá v Inštitúte pôdozvedectva a výživy rastlín v Geisenheime (NSR). Umožňuje rýchle a nekomplikované stanovenie dusičnanov v zelenine priamo u pestovateľov pred zberom. Je použiteľná u tých druhov zeleniny, ktoré majú dostatok šľavy, pretože je potrebné vylišovať šľavu z analyzovanej zeleniny na prúžky papiera o definovanej veľkosti. Tieto prúžky papiera, navlhčené šľavou, sa vložia do porcelánovej nádoby a dusičnanové ióny sa pomocou vodného roztoku sodnej soli kyseliny mravčej extrahujú z papiera do roztoku. Po 10 minútach extrakcie sa do roztoku ponorí na jednu sekundu testovacia tyčinka na dusičnany, výrobok firmy Merck (Merckoquant 10020 Nitrat Test), a po vybratí z roztoku sa položí na bielu podložku. Po dvoch minútach sa porovná sfarbenie testovacej tyčinky s farebnou škálou na obale Nitrat Testu. Čím je koncentrácia dusičnanov vo vzorke vyššia, tým je intenzívnejšie fialové sfarbenie testovacej tyčinky. Na priloženej farebnej škále sú odtiene fialovej farby, zodpovedajúce hodnotám 10, 30, 100, 250 a 500 $\text{mg} \text{NO}_3^- \cdot \text{l}^{-1}$. Merať sa môže priamo v šľave podľa potreby zriedenej. Stanovenie je teda podobné stanoveniu pH pomocou indikátorových papierkov. Metóda je orientačná, pre daný účel postačujúca, nevyžaduje kvalifikované pracovné sily a je finančne nenáročná (50 kusov testovacích tyčínok Merckoquant 10020 Nitrat Test stojí 15 DM).

Podobný semikvantitatívny rýchlotest stanovenia dusičnanov v zelenine je popísaný aj v anglickej literatúre (Long, 1982). Test má komerčný názov Snappy Sap Test. Na stanovenie sa má použiť list zo strednej rastliny a jeho rapík treba roztláčať na impregnovanej testovacej platničke. Po dvoch minútach sa sfarbenie tejto platničky porovnáva s priloženou kalibračnou farebnou stupnicou. Snappy Sap Test reaguje na hodnoty NO_3^- od 500 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ vyššie, čiže je vhodný najmä pre nitrofilné druhy listovej zeleniny (hlávkový šalát, špenát).

Aj v ČSSR sa v súčasnej dobe predpokladá zavedenie výroby podobných indikačných pomôcok pre rýchle orientačné stanovenie dusičnanov a dusitanov vo vode a v požívatinách na základe patentu pracovníkov Krajskej hygienickej stanice Juhomoravského kraja Bouda a kol. Ako výrobca prichádza do úvahy Lachema, n. p. Brno. Indikátory majú byť natoľko cenovo prístupné a manipulácia s nimi taká jednoduchá, že napr. každý pestovateľ si sám s ich pomocou bude môcť získať informácie o približnom obsahu sledovaných látok v svojom produkte.

Tento prehľad používaných metód stanovenia dusičnanov v biologickom materiáli uvádzame ako súhrnný materiál, informujúci, pre aký typ pracoviska a skúmanej vzorky (podľa predpokladaného obsahu NO_3^-) je tá-ktorá metóda použiteľná. V podstate trend rozvoja analytických metód stanovenia dusičnanov smeruje na jednej strane k veľmi presným a citlivým modifikáciám, vhodným na stanovenie nízkych koncentrácií dusičnanov (rádovo v $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), kým na strane druhej vzrastá požiadavka po expeditívnych rýchlotestoch, vhodných na skúmanie veľkých sérií vzoriek s vyšším obsahom dusičnanov (rádovo v stovkách, resp. v tisícach $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), kde sa kladú zvýšené nároky na rýchlosť, jednoduchosť a nenákladnosť metódy. Práve pri kontrole obsahu dusičnanov v zelenine nachádzajú takéto rýchlotestové metódy najväčšie uplatnenie.

Literatúra

- ANSON, R.: A selection of ion selective electrodes. Laboratory Equipment Digest, 1983, č. 1, s. 73.
BARKER, A. V.: Nitrate determination in soil, water and plants. In: Research Bulletin of College of Food and Natural Resources, č. 611, University of Massachusetts at Amherst, 1974.

- BARTHOVÁ, Z.: Štúdium zmeny obsahu agrochemikálií v technologickom procese výroby detskej výživy. [Kandidátska diz. práca.] Bratislava, SVŠT 1983.
- BERNATZIK, K.: Metody stanovení dusičnanů. [Kandidátska diz. práca.] Praha, VŠZ 1975.
- BOČKAREV, A. N. — KUDEJAROV, V. N.: Opredelenije nitratov v počve, vode i rastenijach. *Chimija v sel'skom chozjajstve*, 22, 1982, č. 4, s. 49-51.
- COOKE, M.: Determination of nitrate in water by microbe HPLC. *Journal of High Resolution Chromatography and Chromatography Communications*, 1983, č. 6, s. 383-385.
- DARIMONT, T. — SCHULZE, G. — SONNEBORN, M.: Nitratbestimmung im Trinkwasser mit Hilfe der Ionen-Chromatographie. *Z. Analytische Chemie*, 1983, č. 4, s. 383-385.
- DAVÍDEK, J. a kol.: Laboratorní příručka analýzy potravin. Praha, SNTL, Alfa 1981.
- HUBÁČEK, J. — BERNATZIK, K.: Stanovení dusičnanů v půdě, rostlinách a krmivech. Metodiky pre zavád. výsledkov výskumu do praxe, Praha ÚVTIZ 1979.
- ILMOJA, K. A. a kol.: Gazochromatografičeskoje opredelenije nitratov v piščevych produktach. In: Zborník zo sympózia „Míneralnyje udobrenija i kačestvo piščevych produktov“. Tallin, 1980, s. 66-71.
- KATHAN, J. G.: Neues Verfahren zur Nitratbestimmung. *Gemüse*, 118, 1982, č. 12, s. 405.
- KUDEJAROV, V. N.: Kolorimetričeskiye opredelenije nitratov v počvach metodom vosstanovlenija do ammiaka. *Agrochimija*, 1969, č. 1, s. 102-106.
- LONG, E.: NVRS develop new sap nitrate test. *Grower*, 97, 1982, č. 24, s. 23-26.
- MÜLLER, H. — SIEPE, V.: Vergleichende Bestimmung der Nitratgehalte von Lebensmitteln mit Hilfe verschiedener Methoden. *Deutsche Lebensmittel Rundschau*, 72, 1979, č. 6, s. 175-183.
- NAKAMURA, M.: Modified method for the spectrophotometric determination of nitrate in drinking water with 4,5-dihydroxycoumarin. *Microchimica Acta*, 1983, č. 1/2, s. 69-74.
- NELSON, J. L. — KURTZ, L. T. — BRAY, R. H.: Rapid determination of nitrates and nitrites. *Analytical chemistry*, 26, 1954, s. 1081-1082.
- ROSIVAL, L. — SZOKOLAY, A.: Cudzorodé látky v požívatínách. Osveta, Martin, 1983.
- SCHLAGHECKEN, J.: Stickstoffdüngung nach Bodenprobe. *Gemüse*, 1982, č. 4, s. 152-153.
- TANAKA, A. — NOSE, N. — IWASAKI, H.: Determination of nitrate in meat products and cheese by gas-liquid chromatography with electron-capture detection. *Journal of chromatography*, 1982, č. 1, s. 173-185.
- TANAKA, A. — NOSE, N. — IWASAKI, H.: Spektrofotometrische Bestimmung von Nitrat in Gemüseprodukten unter Verwendung von Butylphenol. *Analyst*, 107, 1982, s. 190-194.
- TATEO, F. — FALESCHINI, M. L. — FASSATI, M.: Exploratory test on the use of ion chromatography for the determination of nitrates, nitrites, chlorides, and phosphates in meat products. *Industrial conserve*, 57, 1982, č. 1, s. 30-33.
- TEMPERLI, A. — KÜNSCH, U. — KONRAD, P.: Nitratbestimmung in Frischgemüse. Untersuchungsmöglichkeiten vor Ort. *Gemüse*, 18, 1982, č. 8, s. 283-284.
- TIBENSKÁ, M. — FELLEGIÓVÁ, M. — MAZÁG, L.: Analytické problémy stanovenia dusičnanov v potravinách rastlinného pôvodu. In: Zborník z XI. celoštátnej konferencie „Cudzorodé látky v požívatínách“. Stará Lesná, 1983, s. 107.
- WETTERS, J. H. — UGLUM, K. L.: Direct spectrophotometric simultaneous determination of nitrate and nitrite in the ultraviolet. *Analytical chemistry*, 42, 1970, s. 335-340.

Došlo dňa 22. 8. 1984

ПРУГАРОВА, А. (Научно-исследовательский институт пищевой промышленности, Bratislava): Возможности определения нитратов в растительном материале. *Rostl. Výř.*, 31, 1985 (11) : 1143-1150.

В работе обсуждаются различные прямые и косвенные методы определения NO_3^- с использованием спектрофотометрии (при случае с полярографической или же газохроматографической концевкой), редуцирующих и нитрационных реакций, поглощения в ультрафиолетовой области и, особенно, потенциометрии. Отдельные

методы охарактеризованы принципом, кратким описанием процесса, при случае лимитом детектирования. При выборе метода нужно учесть предполагаемый объем определяемых, но и мешающих компонентов, необходимое количество пробы, требуемую быстроту и точность анализа, доступность химикатов и оснащенность лаборатории аппаратурой. Неизбежность широкого контроля содержания нитратов в растительном материале в больших сериях ориентировала тренд развития методов в направлении простых и экспедитивных методов. Поэтому подробно описаны рутинные методы, применяющие ионоселективный электрод, равно как и семиквантовые скоростные тесты.

нитраты; растительный материал; методы определения; скоростные методы

PRUGAROVÁ, A. (Research Institute of Food Industry, Bratislava): *Possibilities of Determining Nitrates in Plant Material*. Rostl. Výr., 31, 1985 (11) : 1143-1150.

Various direct and indirect procedures of NO_3^- determination are discussed; these methods are based on the use of spectrophotometry (sometimes with a polarographic or gas-chromatographic end-section), reduction and nitration reactions, absorption in the UV zone, and particularly, potentiometry. The principle of each method is explained, the procedure is described in brief, and in some cases, the detection limit is indicated. When the method is to be chosen, the following factors have to be taken into account: the supposed content of the component to be determined and the disturbing components, the required amount of sample, the required rate and exactness of analysis, availability of the chemicals, and the availability of apparatuses. Owing to the need for a broad control of nitrate content in plant material in large series, simple and expedient methods are now preferred. Therefore, routine methods based on the use of an ion-selective nitrate electrode, as well as semi-quantitative rapid tests, are described in detail.

nitrites; plant material; determination methods; rapid methods

PRUGAROVÁ, A. (Forschungsinstitut für Nahrungsgüterwirtschaft, Bratislava): *Möglichkeiten zur Bestimmung von Nitraten im Pflanzenmaterial*. Rostl. Výr., 31, 1985 (11) : 1143-1150.

In der vorliegenden Übersicht sind verschiedene direkte und indirekte Verfahren zur Bestimmung von NO_3^- unter Ausnutzung der Spektrofotometrie (bzw. mit polarographischem oder gaschromatographischem Endstück), der Reduktions- und Nitrationsreaktionen, der Absorption im UV-Bereich und insbesondere unter Anwendung der Potentiometrie diskutiert. Die einzelnen Methoden wurden durch ihren Grundsatz, durch eine kurze Beschreibung des Verfahrens bzw. durch das Detektionslimit charakterisiert. Bei der Wahl der anzuwendenden Methode soll der vorausgesetzte Gehalt an zu bestimmenden als auch an störenden Komponenten, die notwendige Menge von Proben, die notwendige Geschwindigkeit und die Präzision der Analyse, die Zugänglichkeit der Chemikalien und die Ausstattung der Arbeitsstätte mit Geräten berücksichtigt werden. Die Notwendigkeit einer breiten Kontrolle des Gehaltes des Pflanzenmaterials an Nitraten in grossen Serien orientierte den Trend der Entwicklung der einzelnen Methoden zu einfachen und expeditiven Verfahren. Eingehend sind sowohl die ionenselektiven Nitratspektroden als auch die Semiquantenschnelltests ausnutzenden routinemässigen Methoden beschrieben.

Nitrate; Pflanzenmaterial; Bestimmungsmethoden; Schnellmethoden

Adresa autorky:

Ing. Anna Prugarová, CSc., Výskumný ústav potravinársky, Trenčianska 53, 825 09 Bratislava

OBSAH DUSIČNANŮ V LISTECH SALÁTU A ŠPENÁTU V ZÁVISLOSTI NA DENNÍ DOBĚ SKLIZNĚ A NA TRVÁNÍ A PODMÍNKÁCH SKLADOVÁNÍ

I. Macháčková, Z. Zmrhal, M. Trčková

MACHÁČKOVÁ, I. — ZMRHAL, Z. — TRČKOVÁ, M. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně): *Obsah dusičnanů v listech salátu a špenátu v závislosti na denní době sklizně a na trvání a podmínkách skladování*. Rostl. Vyr., 31, 1985 (11) : 1151-1155.

V průběhu dne značně kolísá obsah dusičnanů v listech zralých rostlin salátu a špenátu. Nejvyšší obsah dusičnanů byl zaznamenán při ranním odběru (7.30 h). V dopoledních hodinách obsah dusičnanů prudce klesne, kolem poledne mírně a odpoledne výrazněji stoupá. Noční osvětlení těsně před sklizní snížilo obsah dusičnanů u listů salátu o $12 \pm 2\%$, u listů špenátu o $29 \pm 5\%$. Skladováním sklizených rostlin salátu se během 24 h obsah dusičnanů v listech výrazněji nemění, zatímco u špenátu skladovaného při teplotě místnosti (25°C) vzroste až o 54% . Nižší teplota (8°C) tento nárůst poněkud zmírní (o 27%). Lze tedy doporučit sklizeň salátu a špenátu v dopoledních hodinách (10.00–12.00 h) a u špenátu zkrátit dobu skladování na minimum či v případě nutnosti skladování při snížené teplotě.

světlo; teplota; dusičnany; salát; špenát

Rostliny získávají dusík z půdy ve formě amonných či dusičnanových iontů, případně jejich kombinací. Většina plodin preferuje dusičnanovou formou dusíku. Ovšem při dostatečném zásobení dusičnany dochází ke stavu, kdy rychlost příjmu a translokace dusičnanů je vyšší než rychlost jejich redukce a dusičnany se akumulují v rostlinných pletivech. To přináší s sebou nutriční riziko (Turek, 1985), neboť dusičnany se v těle savců redukují na toxické dusitany a nitrosoaminy (Corré a Breimer, 1979), a proto jsou hladiny dusičnanů v potravinách sledovány různými metodami (Petr, 1978; Pražák, 1985). Jednotlivé druhy rostlin se značně liší ve schopnosti redukovat dusičnany již v kořenech, ale většinou má nadzemní část vyšší redukční schopnost, tj. vyšší aktivitu enzymu katalyzujícího redukci dusičnanů-nitrátoreduktázy (NR) (Olday et al., 1976a). Akumulace dusičnanů v nadzemních částech závisí pak na poměru rychlosti jejich přívodu vodivými pletivy (xylémem) a rychlosti jejich redukce. Akumulace dusičnanů je druhově specifická — v potravinách přímé spotřeby se s ní setkáváme nejčastěji u listové a kořenové zeleniny (např. salát, špenát, mrkev) — (Mareček, 1984; Maynard et al., 1976), ale i mezi odrůdami byly nalezeny značné rozdíly (Olday et al., 1976b). U salátu byla popsána dědičnost akumulace dusičnanů, vysoká akumulace je podmíněna recesivními geny (Subramanya et al., 1980).

Akumulaci dusičnanů lze ovlivnit mnoha vnějšími faktory, o kterých se většinou předpokládá nebo bylo prokázáno, že ovlivňují syntézu či aktivitu nitrátoreduktázy. Jedním z těchto faktorů je koncentrace dusičnanů v prostředí — dusičnany indukují nitrátoreduktázu (Sims et al., 1968). Bylo prokázáno, že hladina NR v listech kukuřice je regulována koncentrací dusičnanů v xylémové šťávě a ne celkovým obsahem dusičnanů (Shoner, Boyer, 1976). Indukce z části probíhá aktivací proteosyntézy NR a z části je zvyšována aktivita již existujícího enzymu (Breteler et al., 1979). Dalším důležitým faktorem v indukci nitrátoreduktázy je světlo. Je známo, že aktivita NR vykazuje *in vivo* cirkadienní rytmy (Steer, 1974). Světlo indukuje aktivitu NR, z části asi aktivací její proteosyntézy (Sawhney, Naik, 1976). Řada výsledků svědčí pro účast fytochromu v tomto procesu (Rao et al., 1980; Augsten, Michel, 1981).

Nedávno popsali Steingröver et al. (1982), že osvětlení nízkou intenzitou světla noc před sklizní špenátu značně snížilo obsah dusičnanů v listových čepelích. Proto jsme testovali vliv světla na obsah dusičnanů v listech salátu a špenátu — v průběhu dne i po nočním osvětlení. Sledovali jsme i změnu v obsahu dusičnanů při skladování sklizeného materiálu za různých podmínek.

MATERIÁL A METODY

Rostliny salátu (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*, odrůda 'Pražan') byly 14 dní předpěstovány ve skleníku při $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Mladé rostliny byly přesazeny na parcelku 1×1 m pohnojenu zahradnickým kompostem. Zároveň byl vyset na druhou parcelku špenát (*Spinacia oleracea* L., odrůda 'Standart'). Rostliny byly pravidelně zalévány.

K analýze byly použity rostliny sedm týdnů staré. Rostlinný materiál (nadzemní části rostlin) byl odebrán v různou denní dobu, z něj odváženo 100 g listů salátu a celých nadzemních částí špenátu a okamžitě zmrazeno kapalným dusíkem a až do analýzy uchováno v mrazicím pultu při -25°C . Při testování vlivu skladování byly ráno odebrané rostliny uloženy na mísách za třech různých podmínek: při teplotě místnosti ($22 \pm 3^{\circ}\text{C}$) na denním světle i ve tmě a v chladničce, $+8^{\circ}\text{C}$ ve tmě. Vzorky skladovaného materiálu byly rovněž zmrazeny a uchovány při -25°C .

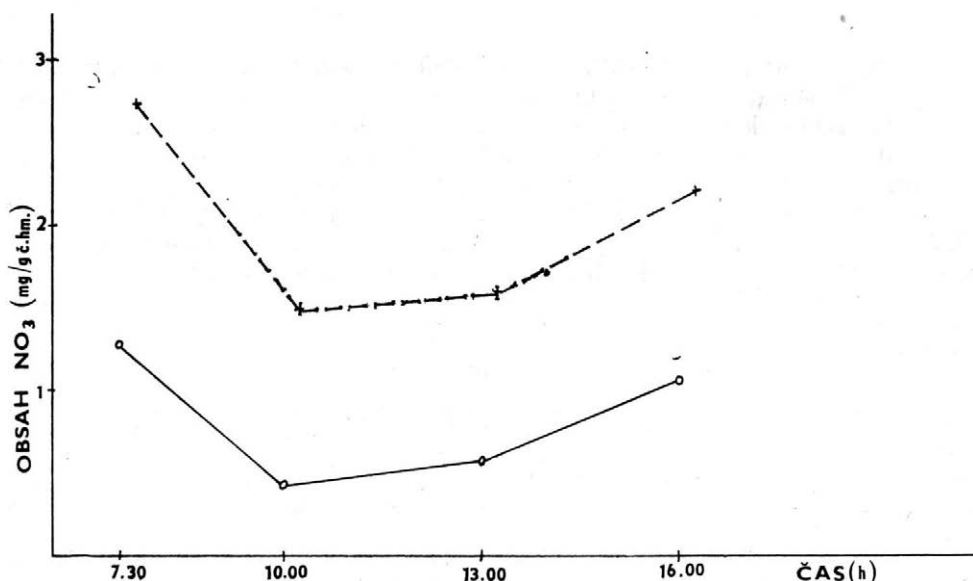
Pro ověření vlivu osvětlení rostlin noc před sklizní byly rostliny pěstovány stejným způsobem, ale v truhlících. Noc před sklizní byly osvětleny třemi zářivkami (Tesla, 60 W) ve výši 20 cm nad rostlinami (2500 Lux). Odebraný materiál byl zmrazen.

Zmrazený rostlinný materiál byl zhomogenizován ve třetí misce s přidavkem 2 ml/l g čisté hmoty roztoku: 10^{-2} mol. l^{-1} s 10^{-4} mol. l^{-1} Ag_2SO_4 indifferenčního elektrolytu pro iontově selektivní dusičnanovou elektrodu. Homogenát byl za chladu zcentrifugován (1300 g 15 min) a v supernatantu měřena aktivita dusičnanových iontů selektivní elektrodou (Monokrystaly, Turnov). Měření bylo provedeno milivoltmetrem fy Radelkis OP 208/1 při 20°C . Roztoky byly míchány magnetickým míchadlem s referenční kalomelovou elektrodou. Obsah dusičnanů byl odečten z kalibrační křivky sestavené v oblasti 10^{-1} – 10^{-5} mol. l^{-1} NaNO_3 . Byl proveden test na případné ovlivnění naměřených hodnot dalšími látkami t extraktů: standardy byly naředěny extraktem a naměřené hodnoty srovnávány s vodou ředěnými standardy.

Uvedené výsledky jsou průměrem dvou opakovaných měření. Rozmezí odchylky kolísá od 2–7 % podle toho, ve které části řádu koncentrace se měří.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Při sledování obsahu dusičnanů v rostlinném materiálu v závislosti na denní době sklizně bylo zjištěno, že listy salátu i špenátu obsahují



1. Závislost obsahu dusičnanů v listech salátu (—○—) a špenátu (---×---) na denní době — Relationship of nitrate content in lettuce (—○—) and spinach (---×---) leaves to the daytime

nejvíce dusičnanů při ranním odběru (7.30 h). Pak obsah dusičnanů prudce klesá a kolem poledne mírně, v odpoledních hodinách výrazněji, stoupá (obr. 1). Toto zjištění je v souladu se skutečností, že světlo aktivuje nitrátoreduktázu po určité době lag-fáze (Sawhney a Naik, 1972; Fischer a Simonis, 1979). Noční osvětlení (noc před sklizní) rostlin třemi zářivkami (Tesla 60 W) snížilo obsah dusičnanů poměrně málo: u salátu o 12 ± 2 %, u špenátu o 29 ± 5 %. Tato hodnota poměrně dobře koresponduje s údaji Steingrövera et al., (1982), kde u listových čepelí špenátu klesl obsah dusičnanů o 50 %, ve stonku a řapíku o 25 % a v průměru o 37,5 %. Celková hladina dusičnanů zůstala vyšší než u rostlin sklizených v dopoledních hodinách.

I. Obsah dusičnanů v listech salátu a špenátu sklizených ráno (7.30 h) a skladovaných 24 hodin za různých podmínek — Nitrate content in lettuce and spinach leaves harvested in the morning (7.30 h a. m.) and stored for 24 hours in various conditions

Délka doby skladování v h		0	2,5	5,5	8,5	24
		obsah dusičnanů (mgNO ₃ ⁻ /g č. hm.)				
Salát	světlo, 25 °C	1,28	1,10	1,09	1,05	1,07
	tma, 25 °C	1,28	1,18	1,20	1,15	1,16
	tma, 8 °C	1,28	1,15	1,05	1,07	1,16
Špenát	světlo, 25 °C	2,71	2,46	2,30	2,31	3,50
	tma, 25 °C	2,71	2,35	2,67	2,97	4,17
	tma, 8 °C	2,71	2,67	2,36	2,43	3,26

Vliv skladování na obsah dusičnanů v listech salátu a špenátu je uveden v tabulce I. Obsah dusičnanů v listech salátu se po 24 hodinách skladování snížil o 18,5 %. Na rozdíl od salátu, ve špenátu obsah dusičnanů v průběhu skladování stoupá, za 24 hodin až o 54 %. Snížená teplota (8 °C) tento nárůst poněkud zmírňuje (o 27 %).

Lze tedy doporučit sklizeň salátu a špenátu v dopoledních hodinách (kolem 10.00–12.00 h) a u špenátu zajistit rychlé zpracování nebo alespoň uchování při nízkých teplotách až do zpracování.

Literatura

- AUGSTEN, H. — MICHEL, D.: Effects of irradiation with light of different wavelengths on nitrate reductase activity in roots of *Zea mays* L. Z. Pflanzenphysiol., 102, 1981, s. 1–10.
- BRETELIER, H. — HÄNISCH TEN CATE, C. H. — NISSEN, P.: Time-course of nitrate uptake and nitrate reductase activity in nitrogen-depleted dwarf bean. Physiol. Plant, 47, 1979, s. 49–55.
- CORRÉ, W. J. — BREIMER, T.: Nitrate and nitrite in vegetables. PUDOC, Wageningen 1979.
- FISCHER, S. — SIMONIS, W.: Tagesperiodische Schwankungen und lichtinduzierte Zunahme der Nitratreduktase-Aktivität bei Synchronkulturen von *Ankistrodesmus braunii*. Z. Pflanzenphysiol., 92, 1979, s. 143–152.
- JEDLIČKOVÁ, E. — PRAŽÁK, M.: Stanovení dusičnanů a dusitanů. Seminář „Metody analýzy biologického materiálu FIA“, ČSVTS Brno, 1985.
- MAREČEK, F.: K dusičnanům v zeleninách. Zahradnictvo, 1984, s. 265–267.
- MAYNARD, D. N. — BARKER, A. V. — MINOTTI, P. L. — PECK, N. H.: Nitrate accumulation in vegetables. In: BRADY, N. C. (ed.): Adv. Agron. Acad. Press. New York, San Francisco, London, 1976, s. 71–118.
- OLDAY, F. C. — BARKER, A. V. — MAYNARD, D. N.: A physiological basis for different patterns of nitrate accumulation in cucumber and pea. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 101, 1976a, s. 219–221.
- OLDAY, F. C. — BARKER, A. V. — MAYNARD, D. N.: A physiological basis for different patterns of nitrate accumulation in two spinach cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 101, 1976b, s. 217–219.
- PETR, J.: Dusičnanová iontově selektivní elektroda a její použití. [Rigorózní práce.] Brno, PF ÚJEP 1978.
- RAO, L. V. M. — DATTA, N. — SOPORY, S. K. — GUHA-MUKHERJEE, S.: Phytochrome mediated induction of nitrate reductase activity in etiolated maize leaves. Physiol. Plant., 50, 1980, s. 208–212.
- SAWHNEY, S. K. — NAIK, M. S.: Role of light in the synthesis of nitrate reductase and nitrite reductase in rice seedlings. J. Biochem., 130, 1972, s. 475–485.
- SIMS, A. P. — FOLKES, B. F. — BUSSEY, A. H.: Mechanism involved in the regulation of nitrogen assimilation in microorganisms and plants. In: Recent Aspects of Nitrogen Metabolism in Plants. — Proc. Symp. Univ. Bristol (eds. E. J. Hewitt, C. V. Cutting) AP, London 1968, s. 91–114.
- SHONER, D. L. — BOYER, J. S.: Nitrate reductase activity in maize (*Zea mays* L.) leaves. I. Regulation by nitrate flux. Plant Physiol., 58, 1976, s. 499–504.
- STEER, B. T.: Control of diurnal variations in photosynthetic products. II. Nitrate reductase activity. Plant Physiol., 54, 1974, s. 762–765.
- STEINGRÖVER, E. — OOSTERHIUS, R. — WIERINGA, F.: Effect of light treatment and nutrition on nitrate accumulation in spinach (*Spinacia oleracea* L.). Z. Pflanzenphysiol., 107, 1982, s. 97–102.
- SUBRAMANYA, R. — VEST, G. — HANMA, S.: Inheritance of nitrate accumulation in lettuce. Hort Science, 15, 1980, s. 525–526.
- TUREK, B.: Pohled zdravotníka na výskyt dusičnanů v zelenině. Zahradnictvo, 1985, s. 15–16.

Došlo dne 12. 12. 1983

МАХАЧКОВА, И. — ЗМРГАЛ, З. — ТРЧКОВА, М. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Прага-Рузыне): Содержание нитратов в листьях салата и шпината в зависимости от времени уборки в течение дня и от условий и продолжительности хранения. Rostl. Výr., 31, 1985 (11) : 1151-1155.

В течение дня содержание нитратов в листьях спелых растений салата и шпината значительно колеблется. Наивысшее содержание нитратов было отмечено утром (7.30 ч). В дополуденные часы содержание нитратов резко падает, около полудня оно немного, а в послеполуденное время оно значительно возрастает. Ночное освещение растений непосредственно перед уборкой понизило содержание нитратов в листьях салата на $12 \pm 2\%$, а в листьях шпината на $29 \pm 5\%$. При хранении собранных растений салата на протяжении суток содержание нитратов в листьях почти не изменилось, тогда как у шпината, хранимого при комнатной температуре (22°C), оно возросло даже на 54% . Пониженная температура при хранении (8°C) это повышение несколько ослабляет (на 27%).

Следовательно можно рекомендовать уборку салата и шпината в дополуденные часы (10.00—12.00 ч), к тому же у шпината сократить срок хранения до минимума, или же в случае необходимости хранить его при пониженной температуре.

салат; шпинат; свет; температура; нитраты

MACHÁČKOVÁ, I. — ZMRHAL, Z. — TRČKOVÁ, M. (Research Institute for Crop Production, Praha): Nitrate Content in Lettuce and Spinach Leaves in relation to the Day-time of Harvesting and Conditions and Duration of Storage. Rostl. Výr., 31, 1985 (11) : 1151-1155.

Nitrate content in the leaves of lettuce and spinach plants changes significantly during the day. The highest nitrate content was found in the early morning (7.30 a. m.). During the forenoon nitrate content decreased sharply, around noon slightly, and during afternoon increased more quickly. Illumination of plants the night before harvest decreased nitrate content of lettuce leaves by $12 \pm 2\%$ and of spinach leaves by $29 \pm 5\%$. Nitrate content of lettuce leaves did not change during 24 h of storage, but that of spinach leaves increased by 54% when stored at room temperature (22°C). Lower temperature (8°C) diminishes partly (by 27%) this increase. It is possible to recommend to harvest lettuce and spinach plants in the forenoon hours (10.00—12.00 a. m.) and to minimize storage time of spinach plants or when impossible, to store it at lower temperatures.

light; temperature; nitrates; lettuce; spinach

MACHÁČKOVÁ, I. — ZMRHAL, Z. — TRČKOVÁ, M. (Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion, Praha-Ruzyně): Gehalt der Salat- und Spinatblätter an Nitraten in Abhängigkeit von der Tageszeit der Ernte und der Lagerungsdauer sowie den Lagerungsbedingungen. Rostl. Výr., 31, 1985 (11) : 1151-1155.

Im Verlauf des Tages schwankt der Gehalt der Salat- und Spinatblätter an Nitraten ganz beträchtlich. Der höchste Gehalt an Nitraten wurde bei der Morgenentnahme (7,30 Uhr) beobachtet. In den Vormittagsstunden fällt der Gehalt an Nitraten steil ab, gegen Mittag und in den Nachmittagsstunden steigt er wiederum mässig und dann steiler an. Die Nachtbeleuchtung unmittelbar vor der Ernte setzte den Gehalt an Nitraten in den Salatblättern um $12 \pm 2\%$, in den Spinatblättern um $29 \pm 5\%$ herab. Infolge der vierundzwanzigstündigen Lagerung der geernteten Salatblätter der Gehalt an Nitraten praktisch nicht verändert, während bei den bei 22°C gelagerten Spinatblättern der Gehalt an Nitraten bis um 54% angestiegen ist. Eine niedrigere Temperatur (8°C) verzögert etwas diesen Anstieg (um 27%). Man kann also für die Salat- und Spinaternte die Vormittagsstunden (10,00—12,00 Uhr) empfehlen und beim Spinat die Lagerungsdauer auf ein Minimum begrenzen, eventuell bei herabgesetzter Temperatur lagern.

Salat; Spinat; Licht; Temperatur; Nitrate

Adresa autorů:

RNDr. Ivana Macháčková, CSc., RNDr. Zdeněk Zmrhal, CSc., ing. Marie Trčková, Výzkumný ústav rostlinné výroby, 161 06 Praha - Ruzyně

SEED PROTEINS. BIOCHEMISTRY, GENETICS, NUTRITIVE VALUE.

W. Gottschalk, H. P. Müller Eds.; M. Nijhoff, Dr. W. Junk Publishers, The Hague/
/Boston/London 1983, 531 s.

S několikaměsíčním odstupem po vyjití sborníku J. Daussant, J. Mossé, J. Vaughan: Seed proteins v nakladatelství Academic Press, London 1983 se nakladatelství M. Nijhoff a Dr. Junk v Haagu prezentuje knihou stejného názvu, ale jiného obsahu. Na rozdíl od shora citovaného se zcela záměrně zabývá zásobními bílkovinami obilnin včetně kukuřice, dále bílkovinami rýže a luskovin.

Každou ze 17 kapitol tvůrčím způsobem sestavili jeden až dva autoři, kteří v dané problematice v současnosti představují pojem (jen jako příklad kap. 5 — P. R. Shewry a B. J. Mifflin, kap. 6 — G. H. Doll, kap. 14 — I. Koshyiama a kap. 17 — B. O. Eggum a další, včetně pořadatelů publikace).

Knihu lze rozdělit na tři, ev. čtyři části. První tři kapitoly poukazují na nutnost zlepšení zásobních bílkovin semen cestou šlechtění, seznamují čtenáře s nejčastěji používanými fyzikálně chemickými metodami (kap. 3) a s již dosaženými výsledky v této oblasti v rámci FAO/IAEA, CIMMYT, IIR, CIAT, FAO/SIDA/SAREC Project, USDA-ARS/University of Nebraska programu a dalších.

Další část knihy je zaměřena na bílkoviny pšenice, charakteristiku a biosyntézu ječných bílkovin spolu s možnostmi jejich zlepšení (včetně mutačního šlechtění ječmene a rýže). V dalších dvou kapitolách M. Denić a C. M. Wilson vysvětlují biochemii a syntézu kukuřičných bílkovin. Značná pozornost je věnována bílkovinám z našeho pohledu méně významných plodin, jako je pohanka, proso aj.

Druhá polovina knihy je věnována biochemii, fyziologii a genetice zásobních bílkovin významných i méně významných luskovin. Zvláštní kapitola je věnována biochemii tropických a subtropických leguminóz.

Závěr knihy tvoří již zmiňovaná kapitola o nutriční, ev. antinutriční hodnotě bílkovin.

Základní metodou výzkumu bílkovin uváděnou v celé publikaci je elektroforéza ve všech modifikacích.

Knih, která kriticky diskutuje a zobecňuje teoretické i metodické poznatky dosažené v problematice biochemie, genetiky a nutriční hodnoty bílkovin semen za posledních 10, max. 15 roků, je doplněna 2050 odkazy na původní literaturu, nejdale do počátku 70. let.

Protože recenzovaná publikace je vyváženým přehledem současného stavu znalostí bílkovin semen, domnívám se, že po jejím importu do ČSSR bude velmi užitečnou knihou jak pro začínající, tak i erudované vědecké pracovníky z oboru chemie rostlinných bílkovin.

RNDr. Václav Marek, CSc.

KVALITA DUSÍKATÝCH LÁTKOK PO HNOJENÍ PRIRODZENÝCH TRÁVNÝCH PORASTOV V RÔZNYCH EKOLOGICKÝCH PODMIENKACH

H. Gregorová

GREGOROVÁ, H. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra): *Kvalita dusíkatých látok po hnojení prirodzených trávnych porastov v rôznych ekologických podmienkach*. Rostl. Výr., 31, 1985 (11) : 1157-1163.

Na asociáciách *Festuceto-Cynosuretum* (A), *Trisetetum flavescens* (B), *Nardeto-Calunetum* (C) a *Nardeto-Vaccinietum* (D) sme študovali vplyv hnojenia fosforom a draslíkom a vplyv stupňovaných dávok dusíka (120, 240 a 480 kg. ha^{-1}) na obsah a produkciu dusíkatých látok a ich kvalitu, vyjadrenú pomocou EAAI. Použité hnojivá zvyšovali obsah dusíkatých látok v sušine trávnej hmoty a ich produkciu. Negatívne však ovplyvnili kvalitu dusíkatých látok, keď biologická hodnota proteínov, vyjadrená pomocou EAAI v priemere stanovišť poklesla z hodnoty 71,87 na 64,39 po aplikácii najvyššej dávky dusíka. Z hodnotenia sledovaných ukazovateľov sa javia lepšie severne exponované svahy a nižšie polohy. Najvyššiu prirodzenú produkčnosť a kvalitu mal porast *Trisetetum flavescens* na severne exponovanom svahu v nadmorskej výške 530 m. Z výsledkov vyplýva, že z hľadiska kvality sušiny treba rešpektovať druhové zloženie porastu a stanovištné podmienky pri výžive prírodných trávnych porastov.

typ trávneho porastu; ekologické podmienky; aminokyseliny; biologická hodnota bielkovín

Pestré ekologické podmienky Slovenska dávajú vznik rozdielnym typom prírodných trávnych porastov, ktoré reagujú na spôsob a hladinu použitých živín pri ich zúrodňovaní hnojením rôznou výškou úrod, floristickým preskupením a kvalitou dorobenej hmoty. Preto racionálna výživa prírodných trávnych porastov musí rešpektovať tieto danosti.

V podmienkach intenzívnej výživy trávnych porastov sa do popredia dostáva nielen samotný obsah dusíkatých látok, ale aj ich kvalitatívne zloženie, a to aj podľa obsahu aminokyselín (Varga — Nosticusne, 1974; Puja et al., 1974 a ďalší). Z obsahu esenciálnych aminokyselín možno určiť „Biologickú hodnotu bielkovín“ (BHB), ktorá vyjadruje mieru využiteľnosti bielkovín organizmom zvieratá. Boli zistené značné diferencie v kvalite proteínov u rôznych druhov tráv, ďatelínovín a lúčnych bylín (Werner — Gruhn, 1961). Vysokokvalitnými bielkovinami vyniká skupina ďatelínovín, medzi nimi najmä ďatelina plazivá a lúčna s indexom esenciálnych aminokyselín (EAAI) okolo 90. Nízke druhy tráv majú spravidla vyššiu biologickú hodnotu proteínov v porovnaní s vysokými trávami, najmä pre ich lepšiu olistenosť. Mladé rastliny sa z hľadiska kvality bielkovín navzájom len málo odlišujú

a približujú sa bielkovinám živočíšneho pôvodu (Werner — Gruhn, 1961).

Každá zmena floristického zloženia vyvolaná zmenou ekologických faktorov alebo vplyvom antropogénnych zásahov vedie súčasne ku zmene kvality porastu. Preto v príspevku uvádzame zmeny kvality dusíkatých látok pri intenzívnom hnojení štyroch typov prírodných trávnych porastov v rôznych ekologických podmienkach.

MATERIÁL A METÓDY

V príspevku uvádzame výsledky z Dobšinskej oblasti na štyroch stanovištiach, vo dvoch výškových stupňoch (I — 500, II — 900 m n. m.) a na dvoch expozíciách (S-J). Výsledky sú z pokusných rokov 1970—1972. Fytocenologicky boli porasty zatriedené takto:

- A — *Festuceto-Cynosuretum* — nadmorská výška 500 m, J expozícia,
- B — *Trisetetum flavescens* — nadmorská výška 530 m, S expozícia,
- C — *Nardeto-Calunetum* — nadmorská výška 890 m, J expozícia,
- D — *Nardeto-Vaccinietum* — nadmorská výška 880 m, S expozícia.

V pokuse bolo zaradených päť variantov v štyroch opakovaníach. Variant 1 predstavoval nehnojenú kontrolu, variant 2 bol hnojený dávkou 32 kg fosforu na 1 ha a 100 kg dusíka na ha, varianty 3—5 rovnakou dávkou fosforu a draslíka a stupňovanými dávkami dusíka ($v_3 = 120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, $v_4 = 240 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, $v_5 = 480 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), ktoré boli rozdelené rovnomerne ku štyrom kosbám. Počet kosieb bol daný spôsobom hnojenia. Varianty 1 a 2 boli kosené dvakrát, v prípade priaznivých podmienok trikrát, varianty hnojené dusíkom vždy štyrikrát.

Dusíkaté látky boli stanovené Kjeldahlovou metódou, aminokyseliny v kyslých hydrolyzátoch 6-N HCl metódou jednorozmernej papierovej chromatografie (Hais — Macek, 1954), biologická hodnota bielkovín výpočtom indexu esenciálnych aminokyselín. Z obsahu dusíkatých látok, plnohodnotných bielkovín a z produkcie sušiny sme vypočítali ich úrodu.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Hnojenie na všetkých typoch porastov viedlo k floristickým zmenám, ktoré odzrkadľovali spôsob hnojenia (PK, NPK) a intenzitu dusíkatého hnojenia. Hnojenie fosforom a draslíkom (v_2) podporilo rozvoj ďatelínovín, na variantoch hnojených dusíkom (v_3 — v_5) postupne nadobudli prevahu trávy.

I. Úrody sušiny ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$; priemer troch pokusných rokov) — Dry matter yields (t per ha; average for three test years)

Variant	Typ porastu				Priemer	Index rastu
	A	B	C	D		
1	2,31	3,36	2,68	2,14	2,62	100
2	4,06	6,46	4,16	3,74	4,61	176
3	5,64	7,37	5,12	4,96	5,77	220
4	7,48	10,00	6,98	7,35	7,95	303
5	8,30	10,28	7,59	6,75	8,20	313

Údaje o prirodzenej produkčnej schopnosti jednotlivých typov trávnych porastov a ich reakcii na použité dávky živín uvádzame v tab. I. Prudké zvýšenie produkcie nastalo už pri aplikácii fosforu a draslíka na variante 2, kde sú aj prírastky sušiny najvyššie. Druhé maximum nárastu úrod vidieť medzi variantmi 3 a 4, teda pri použití dávky dusíka 240 kg.ha⁻¹. Experimentálne použitá dávka dusíka 480 kg.ha⁻¹ sa ukázala na všetkých typoch porastov ako málo účinná, na poraste *Nardeto-Vaccinietum* vo výške 880 m n. m. a na severne exponovanom svahu ako depresívna. Zo sledovaných štyroch rastlinných spoločenstiev sa prejavil ako najvýkonnejší typ *Trisetetum* (530 m n. m., S expozícia) s priemernými úrodami sušiny 3,36 — 6,46 — 7,37 — 10,00 — 10,28 t.ha⁻¹ podľa variantov hnojenia; najmenšiu produkčnú schopnosť mal porast *Nardeto-Vaccinietum* (II. stupeň, S expozícia — D).

Obsah dusíkatých látok sa na druhove pestrých porastoch na variante 1 pohyboval v rozpätí od 11,3 do 12,71 %. Najvyšší prirodzený obsah vykazoval porast *Trisetetum*, ktorý mal v pôvodnom poraste vysoké zastúpenie ďatelínovín (31 %). Len nepatrné zvýšenie obsahu dusíkatých látok sme zaznamenali po hnojení fosforom a draslíkom (12,79 až 13,51 %). Avšak hnojenie dusíkom, fosforom a draslíkom, čiže zaradenie dusíka, vedie k prudkému nárastu obsahu dusíkatých látok v priemere porastov z 15,6 % na variante 3 na 21,4 % na variante 5. Zreteľnejšie zvyšovanie dusíkatých látok sme pozorovali na poraste *Nardeto-Vaccinietum* (D), čiže na poraste s ich najmenším obsahom v pôvodnej hmote.

Priemerné úrody dusíkatých látok (tab. II) poukazujú na to, že výživa, najmä dusíkom, ovplyvňuje produkciu dusíkatých látok intenzívnejšie než úrodu celkovej biomasy. Úrody dusíkatých látok vzrástli z pôvodných 317 kg.ha⁻¹ na 1768 kg.ha⁻¹ na variante 5. Porast *Trisetetum* bol aj v produkcii dusíkatých látok najvýkonnejší, čo zhodne uvádzajú Turek a Klimeš (1981).

Kvalitu dusíkatých látok sme hodnotili podľa indexu esenciálnych aminokyselín, ktorý sme vypočítali z obsahu týchto aminokyselín: lyzín, histidín, arginín, metionín, valín, fenylalanín, izoleucín a leucín. Obsah aminokyselín sme porovnávali s ich obsahom v mlieku. Pre bielkoviny

II. Obsah N-látok (% sušiny) a produkcia N-látok (kg.ha⁻¹; priemer troch pokusných rokov) — The content of crude protein (% of dry matter) and the output of crude protein (kg per ha; average for three test years)

Variant	Typ porastu								Priemer		Index rastu úrod dusíka- tých látok
	A		B		C		D		%	kg. .ha ⁻¹	
	%	kg. ha ⁻¹	%	kg. ha ⁻¹	%	kg. ha ⁻¹	%	kg. ha ⁻¹			
1	11,80	272,0	12,71	428,4	12,15	326,7	11,30	243,0	11,9	317	100
2	12,79	520,0	13,44	869,7	13,51	563,0	13,10	490,1	13,2	610	192
3	14,63	826,8	14,97	1036,7	16,34	838,0	16,48	819,3	15,6	880	277
4	17,70	1292,3	16,22	1489,9	18,44	1288,9	18,75	1380,5	17,7	1300	410
5	21,75	1765,3	20,01	2057,4	21,59	1640,1	22,35	1510,4	21,4	1768	557

III. Biologická hodnota hrubých proteínov — EAAI (priemer troch pokusných rokov) — The biological value of crude protein — EAAI (average for three test years)

Variant	Typ porastu				Priemer
	A	B	C	D	
1	72,64	74,14	67,54	73,16	71,87
2	73,96	72,88	64,81	66,84	69,62
3	67,70	70,60	60,65	63,43	65,59
4	68,58	65,07	61,10	69,29	66,01
5	64,54	66,20	56,85	69,98	64,39

mlieka sme použili tieto hodnoty: lyzín - 8,4; histidín - 2,7; arginín - 3,6; valín + metionín - 8,3; fenylalanín - 4,5; izoleucín + leucín - 15,4 (Müller, 1969). Na základe porovnania obsahu aminokyselín v sušine trávnych porastov a v mlieku možno konštatovať, že esenciálne aminokyseliny v sušine trávnych porastov zaostávajú za ich obsahom v mliečnej bielkovine, s výnimkou histidínu a arginínu. Obidve tieto aminokyseliny boli v sušine trávneho porastu v prebytku, čo zhodne konštatujú Werner, Gruhn (1961).

Hodnoty EAAI (tab. III) poukazujú na znižovanie biologickej hodnoty proteínov s aplikáciou stupňovaných dávok živín, čiže so zvyšovaním obsahu dusíkatých látok. Z toho vyplýva, že zvyšovanie obsahu dusíkatých látok podmieňujú predovšetkým nebielkovinové zložky, alebo neesenciálne aminokyseliny, a len v menšej miere vyšší obsah esenciálnych aminokyselín (Pujar et al., 1974).

Z EAAI a z obsahu dusíkatých látok sme vypočítali obsah plnohodnotných bielkovín a ich produkciu (tab. IV). Obsah plnohodnotných bielkovín na sledovaných štyroch typoch porastov sa hnojením zvyšuje (od 8,13—9,51 % do 12,69—16,17 %), čo môžeme tvrdiť aj o ich pro-

IV. Obsah plnohodnotných bielkovín (% sušiny) a produkcia plnohodnotných bielkovín (kg. ha⁻¹; priemer troch pokusných rokov) — The content of full-value proteins (% of dry matter) and the output of full-value proteins (kg per ha; average for three test years)

Variant	Typ porastu								Priemer		Index rastu prod. PHP
	A		B		C		D				
	%	kg. ha ⁻¹	%	kg. ha ⁻¹	%	kg. ha ⁻¹	%	kg. ha ⁻¹	%	kg. ha ⁻¹	
1	8,46	192,6	9,51	320,5	8,41	226,0	8,13	174,7	8,62	229,3	100
2	9,44	383,9	9,89	658,1	8,72	363,5	8,72	326,2	9,19	432,9	189
3	9,79	553,1	10,80	903,3	9,80	502,9	10,54	522,3	10,23	620,4	270
4	11,84	886,5	10,81	1082,1	11,15	807,5	12,86	945,2	11,69	930,6	406
5	14,19	1150,5	13,39	1362,9	12,69	964,2	16,17	1092,9	14,11	1142,6	498

V. Vplyv expozície a výškových stupňov na obsah a kvalitu N-látok (priemer troch pokusných rokov) — The effect of exposure and altitude on the content and quality of crude protein (average for three test years)

		Ekologický činiteľ			
		nadmorská výška		expozícia	
		ukazovateľ			
		I. st. (A, B)	II. st. (C, D)	S (BD)	J (AC)
Obsah dusíkatých látok v %	1	12,25	11,72	12,00	11,97
	2	13,11	13,30	13,27	13,15
	3	14,80	16,41	15,72	15,48
	4	16,96	18,59	17,48	18,07
	5	20,88	21,97	21,18	21,67
EAAI	1	73,39	70,35	73,65	70,09
	2	70,83	65,82	69,86	69,38
	3	69,15	62,04	67,01	64,17
	4	66,82	65,19	67,18	64,84
	5	65,37	63,41	68,09	60,69
Obsah plnohodnotných bielkovín	1	8,98	8,27	8,82	8,43
	2	9,66	8,72	9,30	9,08
	3	10,29	10,17	10,67	9,79
	4	11,32	12,00	11,83	11,49
	5	13,79	14,43	14,78	13,44
Produkcia plnohodnotných bielkovín	1	258,3	200,3	247,6	211,1
	2	521,0	344,8	492,1	373,7
	3	728,2	512,6	712,8	528,4
	4	984,3	876,9	1014,1	847,0
	5	1256,7	1028,5	1227,9	1057,3

dukciu (229 — 438 — 620 — 931 — 1143 kg · ha⁻¹). Aj u tohoto ukazovateľa porast *Trisetetum*, v ktorom sa po hnojení dusíkom značne rozšírila *Dactylis glomerata*, na všetkých variantoch prevyšoval ostatné.

Z hodnotenia pokusu môžeme usudzovať o vplyve nadmorskej výšky a expozície (ekologické faktory) na obsah a kvalitu dusíkatých látok (tab. V). Porasty vo vyšších polohách (okolo 900 m n. m. — C, D) s nižším priemerným obsahom dusíkatých látok v nehnojenej hmote reagovali na hnojenie dusíkom, ale aj na hnojenie fosforom a draslíkom, výraznejším zvyšovaním obsahu dusíka v sušine. Avšak kvalita dusíkatých látok vyjadrená EAAI bola lepšia v porastoch z nižších polôh (A, B). Vyššie úrody sušiny sú hlavnou príčinou diferencií v produkcii plnohodnotných proteínov v prospech nižších polôh.

Nepotvrdili sme výsledky Vasiljevny (1976), ktorá zaznamenala zvyšovanie obsahu aminokyselín v listoch kostravy lúčnej s pribúdajúcou nadmorskou výškou. Zvýšenie celkového obsahu aminokyselín sa však dosiahlo predovšetkým zásluhou kyseliny asparágovej, serínu a glycínu, čiže zásluhou neesenciálnych aminokyselín.

Prejavil sa vplyv expozície na sledované ukazovatele. V priemere vychádzajú priaznivejšie výsledky pre severnú expozíciu, s výnimkou obsahu dusíkatých látok pri intenzívnom hnojení dusíkom (varianty 4 a 5). Súvisí to s lepšími vlhkostnými podmienkami na týchto stanovištiach.

Literatúra

- HAIS, M. — MACEK, K.: Papírová chromatografie. Praha 1954.
MÜLLER, Z.: Aminokyseliny ve výživě zvířat. Praha, SZN 1969.
PUJA, L. — ERDELI, S. — KAIN, I. — SANTO, A.: Azotný obmen u nekotorych kormových rastenij. XII. mezinárodní kongres po lúgovodstvu. Doklady na sekcii: „Chimizacija senokosov i pastbišč“ č. II, Moskva 1974, s. 423-431.
TUREK, F. — KLIMEŠ, F.: Vliv nadmořské výšky na využití produkčního potenciálu travních porostů. Rostl. Výr., 27, 1981, č. 11, s. 1199-1208.
VARGA, J. — NOSTICIUSNE, NAĐ M.: Vlivanije vysokich doz mieraľnych udobrenij na kačestvo lúgopastbiščnych trav. XII. mezinárodní kongres po lúgovodstvu. Doklady na sekcii: „Chimizacija senokosov i pastbišč“, Moskva 1974, č. I, s. 46-54.
VASILJEVNA, G.: Fotosyntetičeskaja dejatel'nost' lúgovych trav v gornoj i predgornoj zonach Karpat pri različnych uslovjach mineral'nogo pitania. K-DIS na ruskom jazyke. 03.101. fiziologia ratenij. Avtoreferat, Kiev 1976.
WERNER, A. — GRUHN, K.: Untersuchung über den Aminosäuregehalt des Rohproteins der Wiesenpflanzen in verschiedenen Wachstumsstadien. Archiv für Tierernährung, sv. 11, 1961, č. 2, s. 116-144.

Došlo dňa 27. 4. 1984

ГРЕГОРОВА, Г. (Сельскохозяйственный институт, Нитра): Качество азотистых веществ после удобрения естественных травостоев в разных экологических условиях. Rostl. Výr., 31, 1985 (11) : 1157-1163.

На сообществе *Festuco-Cynosuretum* (A), *Trisetetum flavescens* (B), *Nardeto-Calunetum* (C) и *Nardeto-Vaccinietum* (D) изучали влияние КN-удобрения и дифференцированных доз азота (120, 240 и 480 кг/га) на содержание и продукцию азотистых веществ и их качество, выраженное при помощи ЕААI. Внесенные удобрения повышали содержание азотистых веществ в сухом веществе травянистой массы и их продукцию. В то же время они, однако, отрицательно повлияли на качество азотистых веществ, когда биологическая ценность протеинов, выраженная при помощи ЕААI, в среднем местопрорастаний после внесения наивысшей дозы азота понизилась с 71,87 до 64,39. В результате оценки изучаемых показателей лучшими представляются склоны с северной экспозицией и более низкие местоположения. Наибольшей естественной продуктивностью и наилучшим качеством отличалась культура *Trisetetum flavescens* на северных склонах на высоте 530 м над уровнем моря. Из результатов очевидно, что также в отношении качества сухого вещества нужно учитывать видовой состав травостоев и экологические условия при подкормке естественных травостоев.

тип травостоя; экологические условия; аминокислоты; биологическая ценность белков

GREGOROVÁ, H. (University of Agriculture, Nitra): The Quality of Crude Protein after the Fertilization of Natural Grassland under Various Ecological Conditions. Rostl. Výr., 31, 1985 (11) : 1157-1163.

The effect of KN fertilization and graduated nitrogen application rates (120, 240 and 480 kg per ha) on the content and output of crude protein and on its quality ex-

pressed by the EAAI was studied in the associations *Festuceto-Cynosuretum* (A), *Trisetum flavescens* (B), *Nardeto-Calunetum* (C) and *Nardeto-Vaccinietum* (D). The applied fertilizers increased crude protein content in herbage dry matter and the output of these substances. However, an adverse effect was exerted on the quality of crude protein: the biological value of proteins, expressed by the EAAI, decreased from 71.87 to 64.39, on an average for all sites, after the application of the highest nitrogen rate. As suggested by the evaluation of the parameters under study, the slopes facing north and lower altitudes appear to be better. The highest natural productivity and quality were observed in the association *Trisetum flavescens* on a northern slope at the altitude of 530 m above sea level. It follows from the results that the species composition of the grassland and the site conditions should be respected in the nutrition of grassland if herbage of a good quality is to be produced.

grassland type; ecological conditions; amino acids; biological value of proteins

GREGOROVÁ, H. (Landwirtschaftliche Hochschule, Nitra): *Die Qualität der N-Stoffe nach Düngung der natürlichen Grasbestände in unterschiedlichen ökologischen Bedingungen*. Rostl. Výr., 31, 1985 (11) : 1157-1163.

Auf den Assozialien *Festuceto-Cynosuretum* (A), *Trisetum flavescens* (B), *Nardeto-Calunetum* (C) und *Nardeto-Vaccinietum* (D) untersuchten wir den Einfluss der KN-Düngung und der gesteigerten N-Gaben (120, 240, 480 kg.ha⁻¹) auf den Gehalt und die Produktion der N-Stoffe und auf deren Qualität, ausgedrückt in EAAI. Die eingesetzten Dünger erhöhten den Gehalt an N-Stoffen in der Trockensubstanz der Gräser und ihre Produktion. Sie wirkten sich aber negativ auf die Qualität der N-Stoffe aus, weil der biologische Wert von Proteinen, ausgedrückt in EAAI, im Durchschnitt aller Standorte von 71,87 auf 64,39 infolge der höchsten N-Gabe abfiel. Bei der Bewertung der untersuchten und verfolgten Merkmale zeigt sich als die beste die Lage der nördlich exponierten Hänge und der niedrigeren Lagen. Die höchste natürliche Produktivität und die beste Qualität wies der Bestand von *Trisetum flavescens* auf einem nördlich exponierten Hang in einer Seehöhe von 530 m auf. Den Ergebnissen ist zu entnehmen, dass auch unter dem Gesichtspunkt der Trockensubstanzqualität die Artzusammensetzung des Bestandes als auch die bestehenden Standortbedingungen bei der Ernährung der natürlichen Grasbestände berücksichtigt werden müssen.

Grasbestandtyp; ökologische Bedingungen; Aminosäuren; biologischer Wert der Eiweissstoffe

Adresa autorky:

Ing. Helena Gregorová, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, Lomonosovova 1, 949 01 Nitra

VÝZNAM A ÚLOHA DUSÍKA V SÚČASNOM LÚKÁRSTVE A PASIENKÁRSTVE.

Zborník referátov z konferencie, Dom techniky ČSVTS, Banská Bystrica, 6.—7. 12. 1983, 194 s., 59 tab., 13 obr.

V spolupráci pobočky ČSVTS pri Výskumnom ústave lúk a pasienkov s Domom techniky ČSVTS v B. Bystrici sa koncom roku 1983 konala konferencia, ktorej cieľom bolo zhodnotiť postavenie dusíka v produkcii lúk a pasienkov. Jeho pôsobenie bolo analyzované jednak na úrovni produkčného potenciálu trávnych porastov, kvality trávnej hmoty a jej schopnosti ku konzervácii, jednak vo sfére využitia porastov hospodárskymi zvieratami.

V článkoch venovaných vplyvu dusíkatého hnojenia na produkciu sušiny trávnych porastov čitateľ nájde mnoho údajov o reakcii rôznych typov porastov na diferencované dávky dusíka, ktoré boli sledované pri rôznej intenzite kosenia. Bolo poukázané aj na zmeny v obsahu dusíkatých látok a rozpustných cukrov. Okrem priameho — hospodárskeho — významu trávnych porastov sa neobchádza ani mimoprodukčná stránka a ich funkcia v krajine. Z rozsiahleho ekologického výskumu na Slovensku vyplynulo, že porasty s nižšou prirodzenou produktivitou lepšie reagujú na dodaný dusík až do hladiny 240 kg na ha, avšak pri dávke 480 kg na ha je účinnosť dusíka vyššia v porastoch s vyššou prirodzenou produktivitou. Z experimentálneho, ale aj z praktického hľadiska sú zaujímavé výsledky, získané pri štúdiu vysokohorských trávnych porastov (Križna, Kráľova hoľa), zahrňujúce aj vplyv dusíka na koreňový systém. V ďalších príspevkoch sa autori zaoberajú účinkom foliárnej aplikácie dusíka, jeho účinnosťou v podmienkach závlah a v semenárstve tráv. Zaujímavé sú aj výsledky o efektívnosti využitia dusíka travami z hľadiska šľachtenia. V tomto ohľade by sa žiadalo mať k dispozícii metódy, ktoré by rozlišovali schopnosť využitia dodaného dusíka už v skorších štádiách sledovania (aktivity nitrátreduktázy, resp. iné biochemické či fyziologické parametre). Do tohto okruhu problémov sa organicky začleňuje aj fixácia atmosférického dusíka dateľinovinami. Zvlášť treba upozorniť na krmovinársky význam odrody Blanca R. v P. (dateľiny plazivej) a jej schopnosť fixácie dusíka (120 až 240 kg dusíka na ha za rok). V závere prvej časti príspevkov je uvedený mechanizmus pôsobenia dusíka na produkčný proces trávneho porastu.

Relatívne menším podielom sa na celkovom rozsahu zborníka podieľajú práce o zmene kvalitatívnych ukazovateľov trávnej hmoty dopestovanej na porastoch hnojených rôznou dávkou dusíka. Príspevky sa zaoberajú hlavne problematikou obsahu minerálnych živín, aminokyselín a najmä nitrátového dusíka. Účinok dusíka bol overený aj na metabolizme dojníc, u ktorých bola pri vyšších dávkach dusíka zistená nižšia schopnosť konverzie živín v dôsledku strát energie na syntézu močoviny. Uvedené články okrem iného poukazujú aj na oblasti, v ktorých nebol overený vplyv dusíka, ako napr. syntéza vyšších mastných kyselín, obsah dôležitých minerálnych živín v krvi hospodárskych zvierat a pod. Na problematiku kvality nadväzuje aj vhodnosť trávnej hmoty k silážovaniu pri rôznych úrovniach dusíkatého hnojenia. Potvrdil sa negatívny vplyv dusíka na silážovateľnosť, ktorý je možné čiastočne eliminovať zvýšením obsahu sušiny.

O určitej disproporcii vo výskume trávnych porastov svedčí aj to, že z oblasti využívania hnojených porastov zvieratami sú uvedené iba dva príspevky zamerané na odchov jahniat, oviec a jalovic. Žiada sa upresniť najmä relácie medzi zmenou kvality trávnej hmoty a zdravotným stavom i úžitkovosťou zvierat.

Záverečná časť zborníka je usmernená do oblasti kvality finálnych výrobkov.

Aj napriek tomu, že zborník, resp. konferencia, nepokrýva všetky aspekty pôsobenia dusíka, najmä vo vzťahu k sekundárnej produkcii, zmenám pôdneho ekosystému, prenikaniu dusíka do spodných vôd a pod., predsa len podáva obraz o doterajšom stupni poznania pôsobenia dusíka v trávnom ekosystéme.

Ing. Norbert Gáborčík, CSc.

ZMENY OBSAHU A KVALITY HUMUSOVÝCH LÁTOK LÚČNEJ PŮDY PO PÄTROČNEJ APLIKÁCIÍ PRIEMYSELNÝCH HNOJÍV

E. Ondrášek

ONDŘÁŠEK, E. (Výskumný ústav lúk a pasienkov, Banská Bystrica): *Zmeny obsahu a kvality humusových látok lúčnej pôdy po päťročnej aplikácii priemyselných hnojív*. Rostl. Výr., 31, 1985 (11) : 1165-1178.

Na stanovišti Suchý Vrch pri Banskej Bystrici (nadmorská výška 685 m) sme po päťročnej aplikácii stúpajúcich dávok priemyselného dusíkatého hnojiva (0, 50, 150, 300 kg dusíka na ha) izolovali z lúčnej pôdy (hnedá, kyslá, ílovitá až ílovito-hlinitá s nenasýteným sorpčným komplexom) frakcie fulvokyselín a humínových kyselín. Frakcie sme detailnejšie charakterizovali určením ich optickej hustoty a rozborom na obsah uhlíka a dusíka. Stúpajúce dávky priemyselných hnojív spôsobili výrazný pokles množstva fulvokyselín a obsahu uhlíka a dusíka v ich makromolekulách a vzrast ich optickej hustoty. Naopak v tých istých podmienkach obsah humínových kyselín, množstvo uhlíka a dusíka vo frakciách a stupeň ich kondenzácie vzrástol. Pokles množstva fulvokyselín a vzostup humínových kyselín podmienil výrazné zlepšenie pomeru HK : FK v pôde. Analogicky sa zlepšil aj pomer $C_{HK} : C_{FK}$ a $N_{HK} : N_{FK}$. Celkový obsah humusových látok sa znížil po dávku 150 kg dusíka a do určitej miery vzrástol pri dávke 300 kg dusíka na ha.

lúčny ekosystém; pôdna organická hmota; frakcie humusových látok; rôzne hladiny dusíkatého hnojenia

Pri aplikácii priemyselných hnojív dochádza v pôdnom humuse k značným kvalitatívnym a kvantitatívnym premenám, ktoré sú výsledkom zmien najmä intenzity a priebehu mineralizačno-imobilizačnej činnosti pôdnej mikroflóry. Z tohoto aspektu musíme pristupovať aj k hodnoteniu vplyvu priemyselných hnojív na pôdny humus pri úsilí o zvyšovanie úrod, v rámci zachovania relatívnej stability ekosystému, v podmienkach intenzívneho využívania lúk a pasienkov poľnohospodárskou praxou.

Z našich autorov sa problematikou humusu lúčnych pôd pri aplikácii minerálnych živín zaoberali napr. Tomka et al. (1972), Kopčánová et al. (1975, 1980), Kopčánová (1980), Ondrášek (1980, 1983). Citovaní autori sledovali prevažne kvantitatívne, ale i kvalitatívne zmeny pôdnej organickej hmoty, pričom miera a rozsah týchto zmien bola rôzna v závislosti od dávok aplikovaných živín a doby ich pôsobenia, stanovištných podmienok, charakteru pôdy a ďalších faktorov.

Cieľom našej práce je posúdiť zmeny v zastúpení a obsahu niektorých humusových látok lúčnej pôdy po päťročnej aplikácii stúpajúcich dávok priemyselných hnojív v podmienkach trojkoľného využitia porastu.

MATERIÁL A METÓDY

Pokusná plocha sa nachádza 5 km od Banskej Bystrice na lokalite Suchý Vrch (nadmorská výška 685 m) na svahu (sklon 15°) so severozápadnou expozíciou. Stanovište je zaradené do klimatického okrsku B-8. Pôda je hnedá, kyslá, ílovitá až ílovito-hlinitá s nenасыtým sorpčným komplexom.

Pred začiatkom pokusu sme vo vrstve 0–100 mm a 100–200 mm stanovili pH (KCl) = 3,80 a 4,44; množstvo C_{ox} (Tjurin) = 37 000 a 27 000, N_t (Kjeldahl) = 4100 a 2600, P (Egner) = 24,48 a 8,58; K (Schachtschabel) = 112,88 a 74,70. Obsahy prvkov v pôde sú uvedené v mg. kg⁻¹.

Rastlinné spoločenstvo na ktorom bol pokus založený patrí do asociácie *Anthoxantho-Agrostietum* (Treskoňová, 1981).

Pokus mal štyri varianty minerálnej výživy. Variant 1 bol kontrolný iba kosený bez dodávania živín. Na variant 2 sme aplikovali 50, na variant 3 — 150 a na variant 4 — 300 kg dusíka na ha. Množstvo 50 kg dusíka sme aplikovali jednorazovo na jar. Dávky 150 a 300 kg dusíka na ha sme delili na trikrát, z toho prvú časť dávky sme aplikovali na jar a ostatné po kosbách. Ako dusíkaté hnojivo sme použili liadok amónny s vápencom. Varianty 2 až 4 boli každý rok jednorazovo na jar vyhnojené fosforom (30,6 kg. ha⁻¹) a draslíkom (64,4 kg. ha⁻¹).

Trávny porast bol využívaný lúčnym spôsobom, t. j. tri hlavné kosby za vegetačné obdobie s jednou dodatkovou kosbou v jeseni v rokoch 1977–1979.

Po piatich rokoch výskumu (od roku 1976) sme dňa 13. 4. 1981 odobrali zo všetkých variantov pokusu z vrstvy 0–100 mm pôdne vzorky. V nich sme stanovili frakcie humusových kyselín metodickým postupom podľa Rochusa (1965). Izolovali sme štyri frakcie fulvokyselín: FK₁, FK₂, FK₃, FK₄ a dve frakcie huminových kyselín: HK₂, HK₃. Frakcia HK₁ nebola vo vzorkách prítomná.

V pôdnych vzorkách a izolovaných frakciách sme kvantifikovali obsah uhlíka kolorimetrickou metódou (Sims a Haby, 1971) a obsah dusíka podľa Kjeldahla.

Množstvo mobilného uhlíka v pôde sme stanovili vo výluhu 1 M roztoku H₂SO₄. Optické vlastnosti frakcií humusových kyselín sme určili z kriviek optickej hustoty podľa Belčikovej (1951) a ich logaritmického vyjadrenia ($\log E \cdot 10^2$) pomocou priamok (Pauli, 1967), ktorých výška a sklon určuje stupeň kondenzácie izolovaných látok. Sklon priamok je prakticky daný hodnotou $\log E \times 10^2$ (430 nm) — $\log E \times 10^2$ (550 nm), t. j. Q₄ — Q₅.

Stupeň kondenzácie humusových kyselín sme vyjadrili aj pomocou farebného koeficientu Q, čo je pomer medzi E_{465} a E_{665} , čiže $Q = \frac{E_{465}}{E_{665}}$ (Welte, 1956).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Z tab. I v ktorej uvádzame súhrn všetkých výsledkov dosiahnutých pri izolácii a rozboroch frakcií humusových kyselín vyplýva výrazný vplyv viacročnej aplikácie stúpajúcich dávok živín na hmotnostné zastúpenie frakcií, obsah uhlíka a dusíka v ich makromolekulách a stupeň polymerizácie.

Z fulvokyselín došlo vplyvom dodaných živín k značnému hmotnostnému úbytku najmä frakcií FK₁ a FK₄, pričom obsah FK₄ klesal takmer lineárne so stúpajúcou dávkou dusíka. Hladina frakcií FK₂ a FK₃ v pôde jednotlivých variantov zostala približne na rovnakej úrovni. Výrazné hmotnostné úbytky frakcií FK₁ a FK₄ sa prejavili po zhodnotení celkového množstva fulvokyselín (FK spolu) evidentným poklesom so stúpajúcou dávkou aplikovaného dusíka. To svedčí o stimulačnom účinku dodaných živín na mineralizačné procesy v pôde a zároveň sa tým potvrdzuje známy fakt o ľahkej rozložiteľnosti fulvokyselín.

Ako uvádzajú Iljaletdinov (1976) a Sotáková (1982), fulvokyseliny sa v procese dekompozície pôdneho humusu rozkladajú ako prvé. Ich obsah v pôde s vysokou biologickou aktivitou je v dô-

sledku intenzívnej mineralizácie vždy nižší. Naopak v podmienkach zníženej biologickej aktivity sa akumulujú.

Okrem uvedeného môžeme pri interpretácii nízkeho stavu fulvokyselín v pôde s najvyššími dávkami živín uvažovať aj o ich premene na humínové kyseliny, lebo podľa Marenčiak a et al. [1978] sa medzi oboma skupinami humusových látok predpokladá úzka vývojová spojitosť a vplyvom prostredia môže nastať zvrtný prechod humínových kyselín na fulvokyseliny a naopak.

Dosiahnuté hodnoty obsahu uhlíka a dusíka vo frakciách sú relatívne vzhľadom na to, že najmä pri stanovení uhlíka sa zrejme uplatnil rušivý vplyv popolovín [Orlov, 1972, cit. Dubovská a Bernát, 1976] na analýzu. Izolované látky sme totiž čistili dialýzou iba krátko. Z hľadiska štandardných podmienok dodržiavaných pri rozboroch a z hľadiska cieľov ktoré naša práca sledovala však považujeme týmto spôsobom dosiahnuté výsledky za postačujúce.

Vplyv dodaných živín na množstvo uhlíka a dusíka vo frakciách fulvokyselín bol rôzny.

Dubovská [1973] a Dubovská a Bernát [1976] laboratórnymi experimentmi zistili odlišnú využiteľnosť uhlíka a draslíka z frakcií fulvokyselín mikroskopickými hubami v závislosti od charakteru fulvokyselín a použitého druhu mikromycét.

Na základe citovaných prác predpokladáme aj v našom prípade diferencované využívanie uhlíka a dusíka pôdnymi mikroorganizmami z jednotlivých frakcií, čo sa premietlo aj do hodnôt C : N.

Po posúdení celkového obsahu uhlíka a dusíka spolu za všetky frakcie FK je evidentný pokles oboch hodnôt so stúpajúcou dávkou aplikovaného dusíka.

Optické vlastnosti fulvokyselín určené pomocou optických kriviek (obr. 1) a ich logaritmického vyjadrenia prostredníctvom priamok (obr.

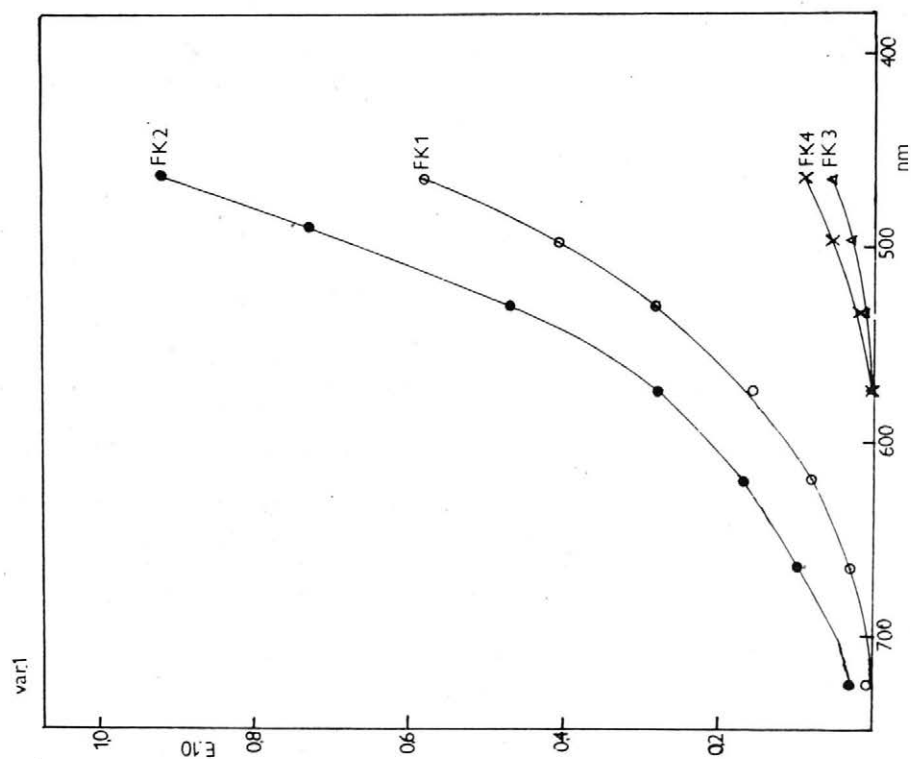
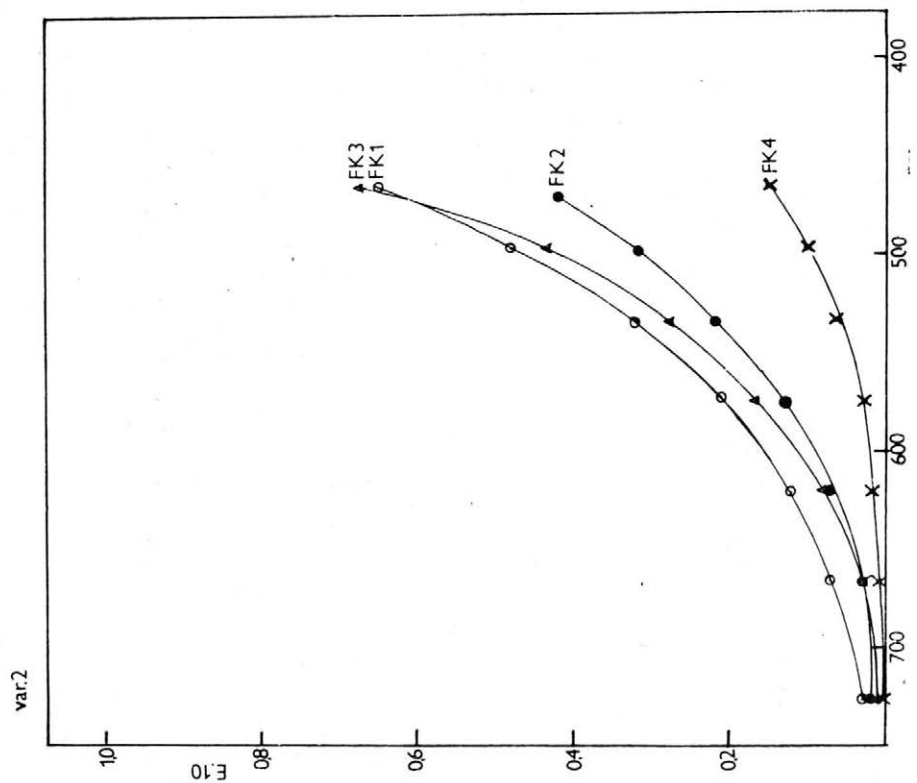
2) a hodnoty $Q_4 - Q_5$, $Q \frac{4}{5}$ hovoria prevažne o raste stupňa kondenzácie jednotlivých frakcií so stúpajúcou hladinou dodaných živín. Vysvetlenie bude spočívať v odbúravaní bočných reťazcov makromolekuly fulvokyselín mikroflórou, čo sa prejavilo zvýšenou optickou hustotou [Apfelthaler, 1971].

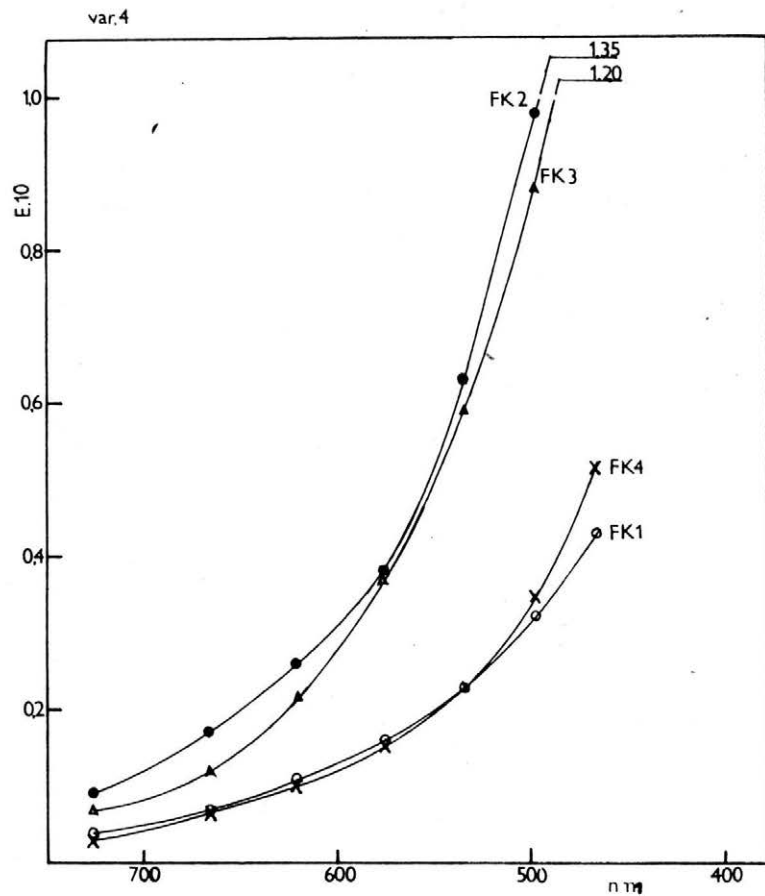
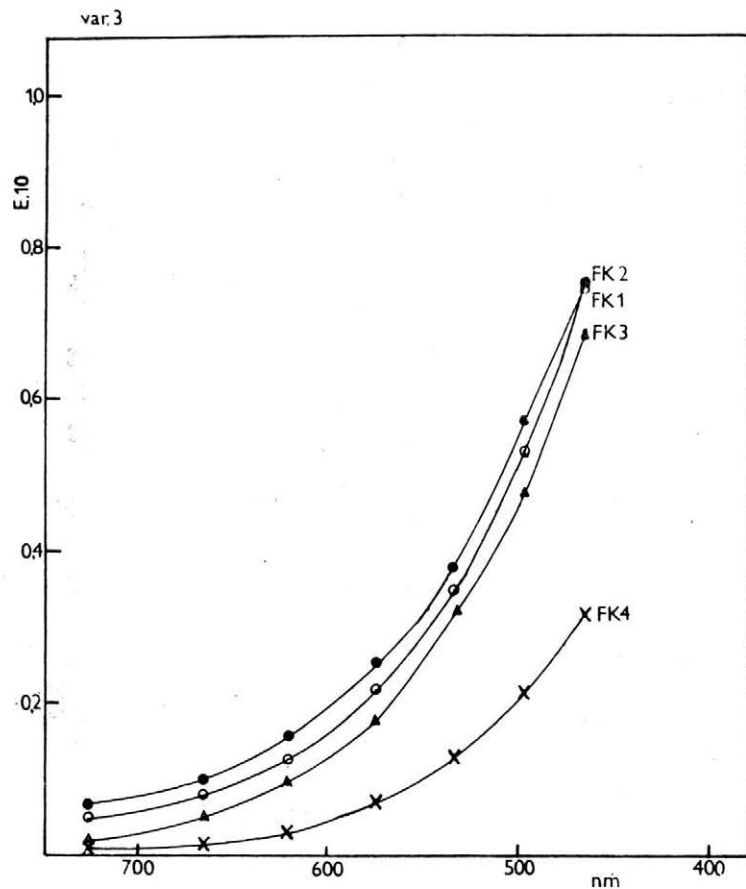
Vplyv priemyselných hnojív na frakcie humínových kyselín bol opačný než v prípade fulvokyselín. Zatiaľ čo obsah frakcie HK₂ zostal vo všetkých variantoch približne na rovnakej úrovni (môžeme hovoriť o tendencii vzostupu aplikáciou dusíka), množstvo frakcie HK₃ sa so stúpajúcou dávkou minerálneho dusíka výrazne zvýšilo. V dôsledku toho sa potom jednoznačne zvýšil aj celkový obsah humínových kyselín (HK spolu).

Obsah uhlíka a dusíka vo frakcii HK₂ sa do určitej miery zvýšil len pri dávke 150 kg dusíka. Vo frakcii HK₃ hmotnostné zastúpenie oboch prvkov jednoznačne vzrástlo vplyvom dodaných živín, čo sa premietlo do celkového zvýšenia množstva uhlíka a dusíka v humínových kyselinách.

Stupeň kondenzácie frakcií HK₂ a HK₃ sa na základe údajov o optickej charakteristike (tab. I, obr. 2 a 3) prevažne zvýšil s rastúcou koncentráciou živín.

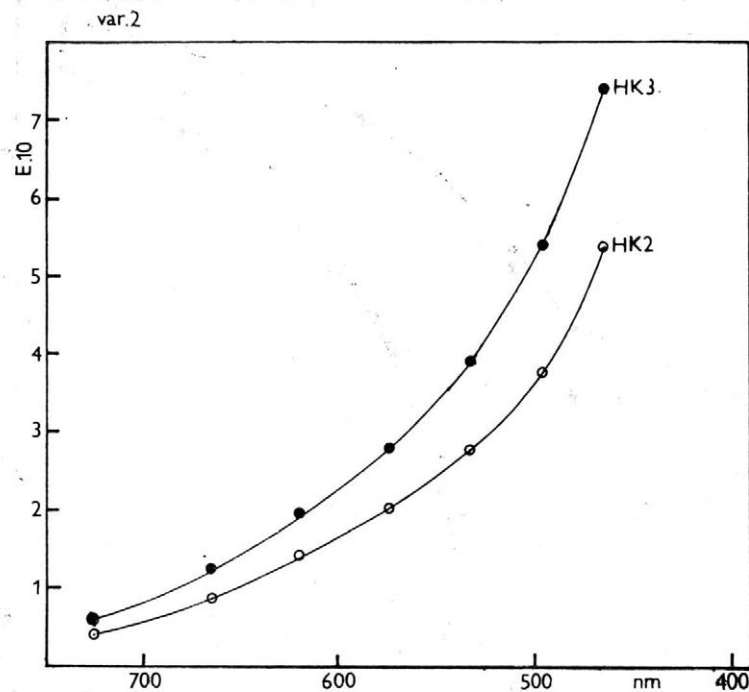
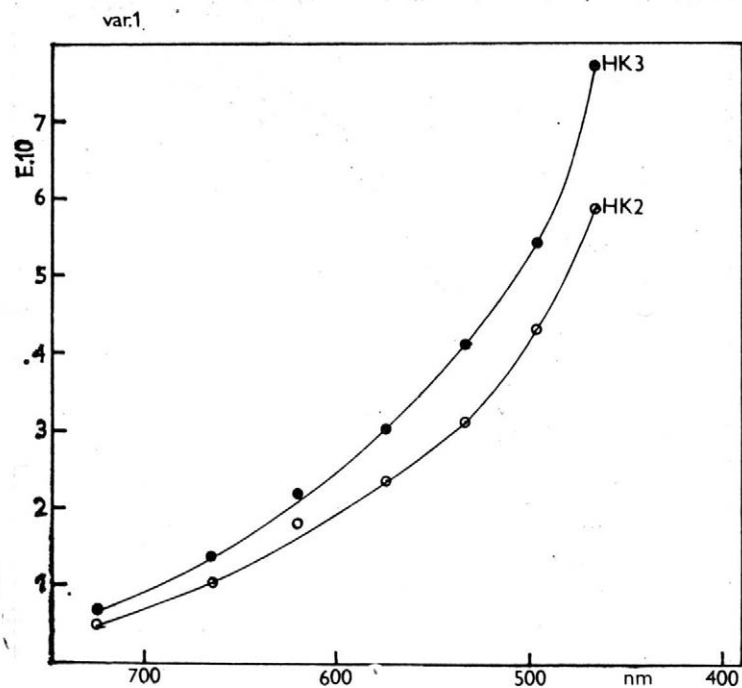
Na základe uvedeného by sme mohli uvažovať o pravdepodobnom

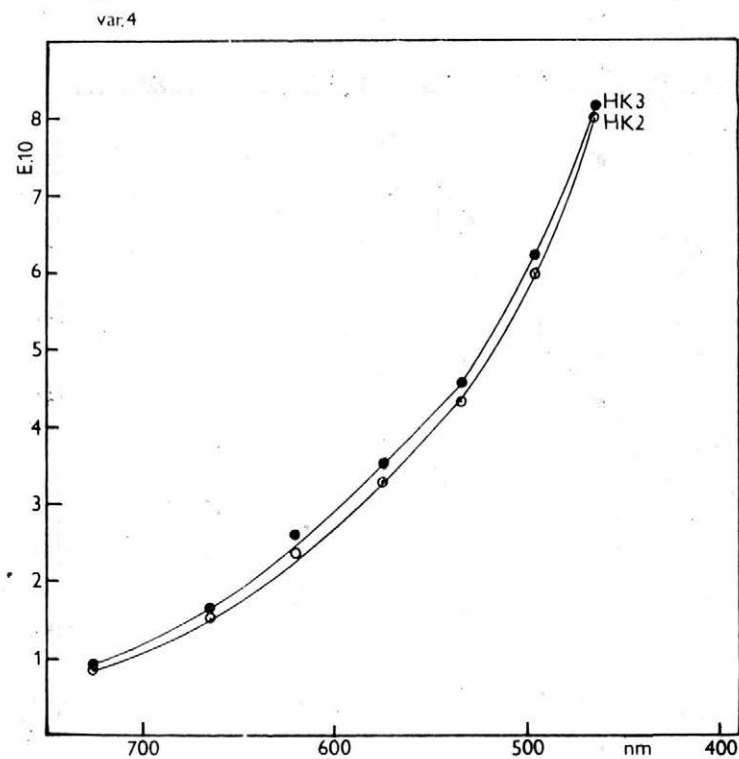
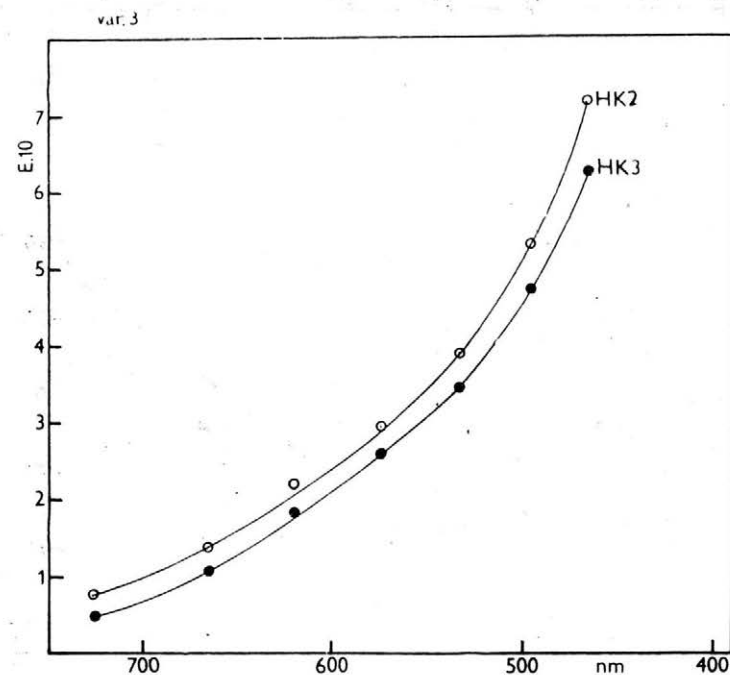




—○— FK 1, —●— FK 2, —▲— FK 3, —X— FK 4

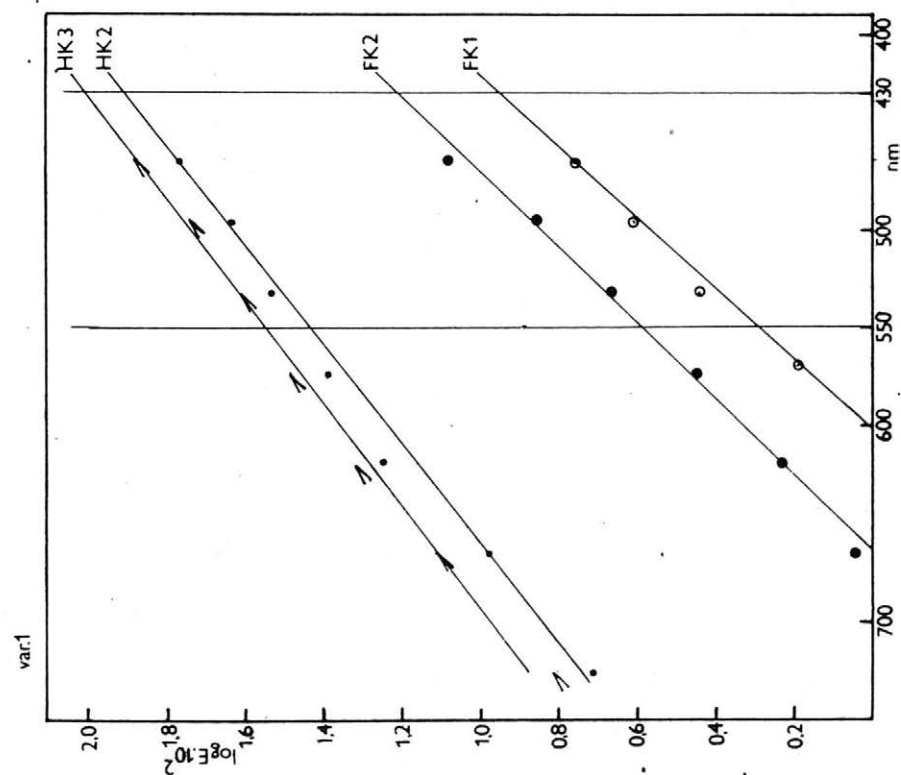
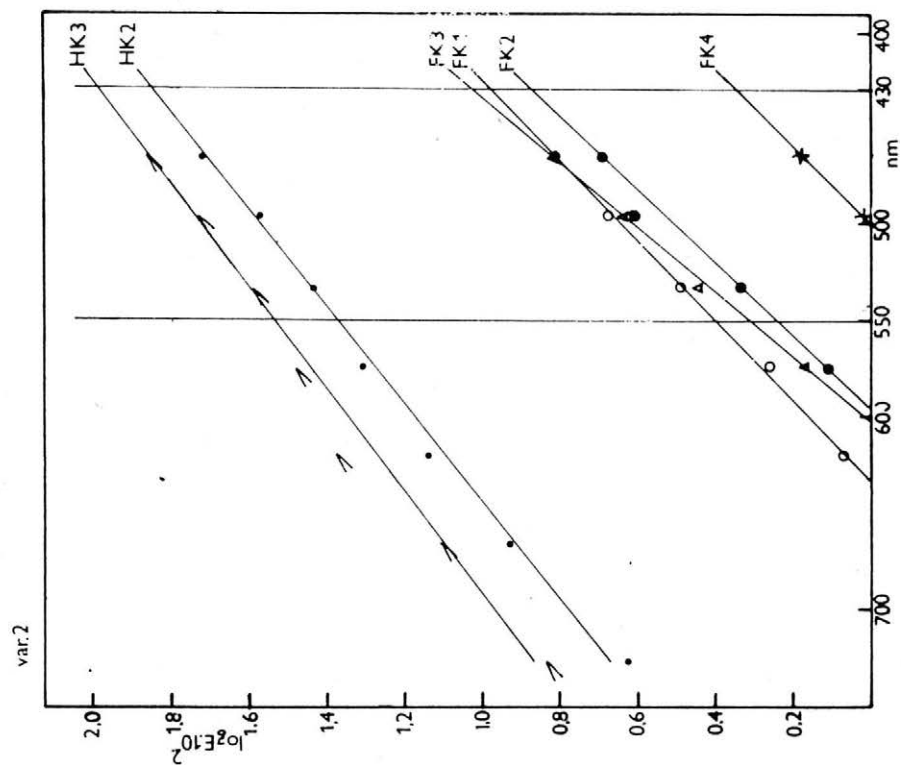
1. Optické krivky frakcií fulvokyselin — The optical curves of fractions of fulvic acids

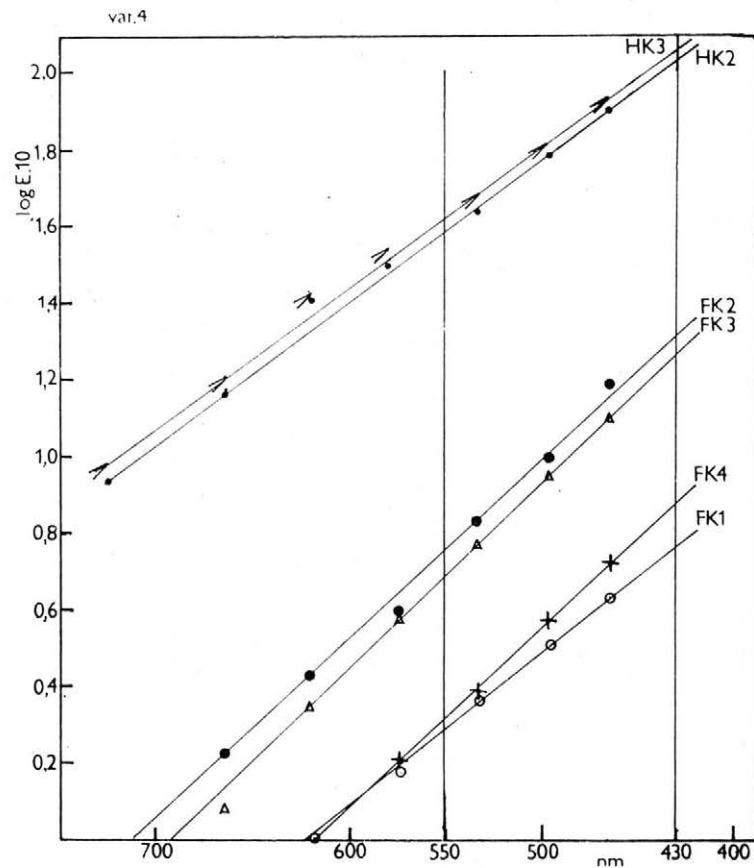
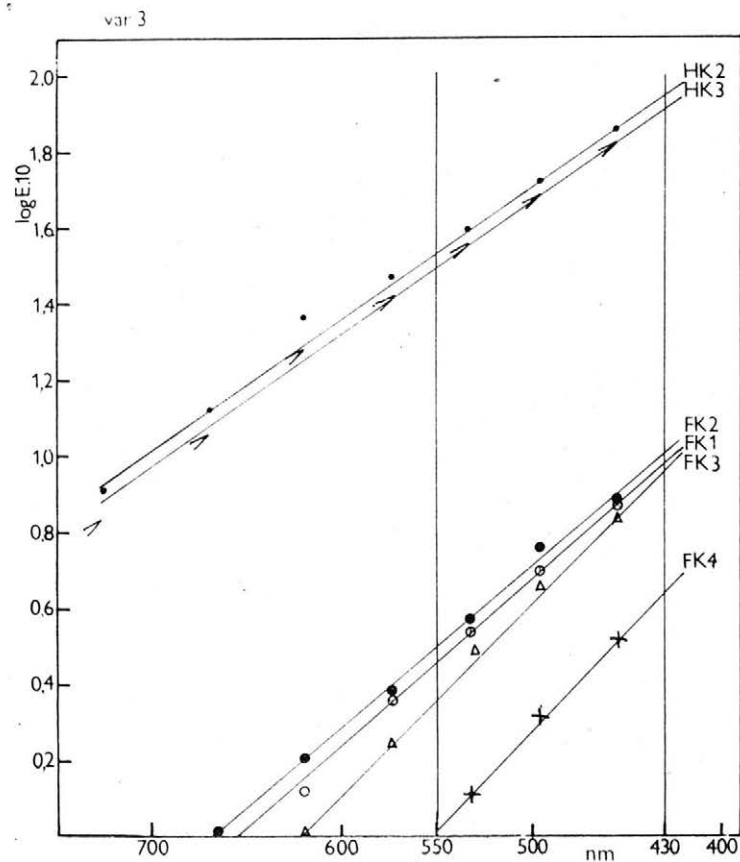




—○— HK 2, —●— HK 3

2. Optické křivky frakcí huminových kyselin — The optical curves of fractions of humic acids





—○— FK-1, —●— FK 2, —△— FK 3, —×— FK 4, —.— HK 2, —→— HK 3

3. Logaritmicke vyjadrenie optických kriviek izolovaných frakcií — The logarithmic expression of optical curves of isolated fractions

Variant	Extrahované látky								Obsah uhlíka vo frakciách			
	g.kg ⁻¹ suchej pôdy				hmotnostné podiely frakcií v %				g			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
FK ₁	20,66	5,47	5,13	6,41	34,79	10,45	11,05	12,32	1,80	0,99	1,03	1,11
FK ₂	0,71	1,27	0,83	1,09	1,20	2,43	1,79	2,09	0,11	0,17	0,17	0,16
FK ₃	2,56	3,67	2,87	2,88	4,31	7,01	6,18	5,53	0,58	0,57	0,90	0,48
FK ₄	22,84	18,23	15,50	13,65	38,46	34,83	33,54	26,23	4,95	4,60	5,02	4,13
FK spolu	46,77	28,64	24,33	24,03	78,76	54,72	52,42	46,18	7,44	6,33	7,12	5,88
HK ₂	4,45	5,95	5,03	5,38	7,49	11,37	10,84	10,34	2,15	1,77	2,92	1,57
HK ₃	8,16	17,75	20,59	22,63	13,74	33,91	44,37	43,49	4,61	5,85	7,45	6,77
HK spolu	12,61	23,70	25,62	28,01	21,24	45,28	55,20	53,82	6,78	7,62	10,37	8,34
Množstvo extrahov. látok	59,38	52,34	46,21	52,04	100	100	100	100	14,22	13,95	17,49	14,22

HK : : FK	1	0,27	C _{HK} : : C _{FK}	1	0,91	N _{HK} : : N _{FK}	1	1,03	C _{ox} v pôde v g.kg ⁻¹	1	29,60
	2	0,83		2	1,20		2	1,84		2	34,10
	3	1,05		3	1,45		3	1,59		3	37,30
	4	1,17		4	1,42		4	1,61		4	37,20

prechode fulvokyselín na humínové kyseliny, o čom sme sa už zmienili, a zároveň je tu možnosť vzrastajúceho trendu syntetických procesov v pôde s najvyššími dávkami dusíka, čo ostatne indikujú aj hodnoty C_{ox} a N_t v pôde. Tento predpoklad však úplne nepotvrdzujú údaje o celkovom obsahu extrahovaných látok. Ich množstvo sa znížilo po dávku 150 kg dusíka a do určitej miery vzrástlo pri dávke 300 kg dusíka na ha. Z týchto dôvodov je zrejme, že hodnoty C_{ox} a N_t v pôde sú výsledkom momentálneho stavu v dobe jarneho odberu vzoriek, kedy je akumulácia organickej hmoty v pôde najväčšia, pričom značná časť pôdneho uhlíka a dusíka sa nachádza v ľahko rozložiteľných zlúčeninách, ktoré ešte nie sú súčasťou humusových látok. Uvedenú možnosť naznačuje aj najvyšší obsah uhlíka vo výluhu 1 M roztoku H₂SO₄ pri 150 a 300 kg dusíka na ha.

Potvrdenie predpokladu o postupnej prevahe syntetických procesov nad dekompozičnými v pôde s najvyššími dávkami živín by bolo pozoruhodné, pretože práve v týchto podmienkach sme v prvých rokoch výskumu, resp. od roku 1977 do roku 1980 stanovovali výrazne nižší obsah C_{ox} a N_t v porovnaní s kontrolou (Ondrášek, 1983) svedčiaci o porušení rovnováhy mineralizačno-imobilizačných procesov. Týmto problémom sa budeme zaoberať v ďalšom príspevku o vývoji pôdnej organickej hmoty.

Na záver môžeme konštatovať, že poklesom obsahu fulvokyselín

Obsah dusíka vo frakciách				Pomer C : N				Q $\frac{4}{6}$				Q ₄ —Q ₅			
g															
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
0,29	0,12	0,10	0,11	6,27	8,51	10,73	10,15	19,33	9,29	9,25	6,14	0,47	0,59	0,52	0,47
0,02	0,02	0,01	0,01	5,68	8,15	15,82	12,53	8,91	14,00	7,50	7,94	0,63	0,64	0,50	0,54
0,07	0,05	0,07	0,03	8,41	11,58	12,90	14,18	—	22,33	13,60	7,50	—	0,73	0,60	0,57
0,37	0,52	0,49	0,47	13,63	8,92	10,34	8,79	—	15,00	16,00	7,43	—	0,69	0,65	0,55
0,75	0,71	0,67	0,62	9,92	9,45	10,63	9,48	—	—	—	—	—	—	—	—
0,24	0,21	0,34	0,19	8,87	8,48	8,61	8,43	5,68	6,32	5,18	5,37	0,48	0,48	0,42	0,45
0,55	0,67	0,71	0,83	8,42	8,80	10,48	8,19	5,82	4,56	6,07	4,97	0,47	0,46	0,42	0,44
0,79	0,88	1,05	1,02	8,58	8,66	9,88	8,18	—	—	—	—	—	—	—	—
1,54	1,59	1,72	1,64	9,23	8,88	10,66	8,67	—	—	—	—	—	—	—	—

C _{MH₂SO₄} v pôde v g . kg ⁻¹	1	2,28	N _t v pôde v g . kg ⁻¹	1	3,60	pH (H ₂ O)	1	4,74	pH (n KCl)	1	3,88
	2	2,43		2	3,50		2	4,67		2	3,84
	3	2,58		3	3,80		3	4,53		3	3,76
	4	2,50		4	3,60		4	4,36		4	3,59

a zvýšením množstva humínových kyselín s rastúcou dávkou priemyselných hnojív sa výrazne zlepšil pomer HK : FK. Z podobných dôvodov sa zlepšil aj pomer $C_{HK} : C_{FK}$ a $N_{HK} : N_{FK}$.

K totožným výsledkom týkajúcich sa pomeru HK : FK dospel aj Andrzejewski (1963) (cit. Kopčanová, 1980). Autor uvádza zvýšenie obsahu humínových kyselín pri intenzívnom hnojení dusíkom, pričom obsah fulvokyselín sa nezvyšuje, resp. môže dôjsť k jeho zníženiu.

Kopčanová (1980) zistila pri vysokých dávkach minerálneho dusíka zvýšenie obsahu humusových látok v pôde horskej lúky v dôsledku vzostupu podielu humínových kyselín. V horskej lúke druhého stanovišťa autorka dospela k opačným výsledkom. V pôde údolnej lúky zostal obsah humusových látok konštantný, ale výrazne sa zúžil pomer HK : FK.

K odlišným výsledkom dospeli Tomka et al. (1972). Autori zistili v lúčnej pôde po dlhoročnej aplikácii 200 kg dusíka na ha prevahu fulvokyselín nad humínovými kyselinami.

Podakovanie

Ďakujem doc. ing. A. Dubovskej, CSc. a doc. RNDr. J. Bernátovi, CSc. za cenné rady a pripomienky.

Literatúra

- APFELTHALER, R.: Changes in the Quality of Humic Acids and the Distribution of Nitrogen after 12 Years Fertilization and Manuring of the Fallow Soil. In: "Studies about Humus", Humus et Planta V, Trans. Internat. Symp., Prague 1971, s. 87.
- BELČIKOVA, N. P.: Nekotoryje zakonomernosti soderžanija sostava gumusa i svojstvo guminovyh kyslot v glavnejšich grupach počv Sojuza SSR. In: Trudy počvenno instituta im. V. V. Dokučajeva, Izd. AN SSSR, 38, 1951, s. 67.
- DUBOVSKÁ, A.: Rozklad humusových látok mikroorganizmami. I. Niektoré poznatky o rozklade fulvokyselín mikromycétami. In: Acta FRNUC, Microbiologia III, 1973, s. 25.
- DUBOVSKÁ, A. — BERNÁT, J.: Rozklad humusových látok mikroorganizmami II. Rozklad frakcií fulvokyselín mikromycétami. Acta FRNUC, Microbiologia III, 1976, s. 25.
- ILJALETIDINOV, A. N.: Mikrobiologičeskije prevraščenija azotsoderžaščich soedinenij v počve. Izd. „Nauka“ Kazachskoj SSR, Alma Ata, 1976, 282 s.
- KOPČANOVÁ, L.: Mikrobiálne procesy v pôdach intenzívne hnojených trvalých trávnych porastov. In: Zborník referátov zo sympózia „Ekológia trávneho porastu“ v B. Bystrici 20. a 21. 3. 1980. s. 78.
- KOPČANOVÁ, L. — ŘEHOŘKOVÁ, V. — ŠTEVLÍKOVÁ, T.: Štúdium vplyvu minerálnych hnojív na intenzitu mikrobiálnych procesov v pôdach s lúčnymi spoločenstvami. [Záv. správa.] Nitra, VŠP 1975, 87 s.
- KOPČANOVÁ, L. — ŘEHOŘKOVÁ, V. — ŠTEVLÍKOVÁ, T.: Vplyv priemyselných hnojív na biologické premeny látok v pôdach pod trvalými lúčnymi porastmi. [Záv. správa.] Nitra, VŠP 1980, 71 s.
- MARENDIAK, D. — KOPČANOVÁ, L. — ŘEHOŘKOVÁ, V.: Mikrobiológia. Vydala VŠP Nitra vo vyd. Príroda, Bratislava, 1978, 277 s.
- ONDRÁŠEK, L.: Skúmanie mikrobiologickej aktivity vo vzťahu k využitiu živín. [Záv. správa.] Banská Bystrica, VÚLP 1980, 77 s.
- ONDRÁŠEK, L.: Príspevok k mikrobiálnym premenám dusíka v lúčnej pôde pri diferencovanej minerálnej výžive. Zbor. ved. Prác VÚLP, č. 17, 1983, s. 91.
- PAULI, F. W.: Soil fertility and biodynamical approach. Adam Hilger LTD London, 1967, 204 s.
- ROCHUS, W.: Die Gewinnung und Stabilisierung von Huminstofffraktionen. Mitt. Dtsch. bodenk. Gessell., 4, 1965, s. 301-306.
- SIMS, J. R. — HABY, V. A.: Simplified Colorimetric Determination of Soil Organic Matter. Soil Science, 112, 1971, č. 2, s. 137-141.
- SOTÁKOVÁ, S.: Organická hmota a úrodnosť pôdy. Príroda, Bratislava 1982, 203 s.
- TOMKA, O. — MORHÁČ, P. — LIHÁN, E. — DŽUBAN, Š.: K otázke humusu a jeho funkcie pri rôzne vysokých dávkach aplikácie živín a mechanických zásahoch na trávnych porastoch. Zbor. ved. Prác VÚLP, č. 8, 1972, s. 35.
- TRESKOŇOVÁ, M.: Fytocenologická klasifikácia pasienkov na Suchom Vrchu. Zbor. ved. Prác VÚLP, 1981, č. 16, s. 57.
- WELTE, E.: Zur Konzentrationsmessungen von Huminsäuren. Z. Pfl.-Ernähr. Düng. u. Bodenkunde, 74, 1956, s. 219-227.

Došlo dňa 21. 3. 1984

ОНДРАШЕК, Л. (Научно-исследовательский институт лугов и пастбищ, Банска Быстрица): Изменения в содержании и качестве гумусных веществ луговой почвы после пятилетнего внесения минеральных удобрений. Rostl. Výt., 31, 1985 (11): 1165-1177.

На участке Сухи Врх близ Банской Быстрицы (высота над уровнем моря 685 м) мы после пятилетнего внесения возрастающих доз минерального азотного удобрения (0, 50, 150, 300 кг азота на га) из луговой почвы (бурая, кислая, илистая и вплоть до тяжелого суглинки с ненасыщенным комплексом поглощения) изолировали фракции фульвокислот и гуминовых кислот. Фракции мы подробно охарактеризовали определением их оптической плотности и анализом содержания в них углерода и азота. Возрастающие дозы внесения минеральных удобрений вызвали отчетливое снижение количества фульвокислот и содержания углерода и азота в их макромолекулах при повышении их оптической плотности. Наоборот, в тех же условиях содержание гуминовых кислот, количество углерода и азота во фракциях и степень их конден-

сации возросли. Сокращение содержания фульвокислот и повышение гуминовых кислот обусловили отчетливое улучшение соотношения $HK : FK$ в почве. По аналогичным причинам улучшились и отношения $CHK : CFK$ и $N_{HK} : N_{FK}$. Общее содержание гумусных веществ понизилось после внесения дозы 150 кг N и до известной степени повысилось при дозе 300 кг азота на га.

луговая экосистема; почвенная органическая масса; фракции гумусных веществ; азотистое удобрение

ONDŘÁŠEK, L. (Grassland Research Institute, Banská Bystrica): *Changes in the Content and Quality of Humic Substances in the Meadow Soil after Five Years of Application of Commercial Fertilizers*. Rostl. Výr., 31, 1985 (11) : 1165-1177.

Graduated amounts of mineral nitrogen (0, 50, 150, 300 kg nitrogen per ha) were applied to a test field at Suchý Vrch located five km from Banská Bystrica at the altitude of 685 m above sea level. Fulvic acid and humic acid fractions were isolated from the soil. The fractions were characterized in detail by determining their optical densities and by analyzing them for the content of carbon and nitrogen. Owing to the increasing application rates of commercial fertilizers, the amount of fulvic acids and the contents of carbon and nitrogen decreased in their macromolecules, and their optical density increased. On the other hand, under the same conditions an increase was recorded in the content of humic acids, in the amount of carbon and nitrogen in fractions and the degree of their condensation. The reduction of the amount of fulvic acids and the rise of humic acids with increased application rates of mineral nitrogen resulted in a marked improvement of the $HA : FA$ ratio in the soil. The $CH_A : C_{FA}$ ratio and the $N_{HA} : N_{FA}$ ratios were also improved for similar reasons. The total content of humic substances decreased at nitrogen application rates up to 150 kg per ha and increased to some degree at 300 kg nitrogen per ha.

meadow ecosystem; organic matter of soil; fractions of humic substances; nitrogen fertilization

ONDŘÁŠEK, L. (Forschungsinstitut für Wiesen und Weiden, Banská Bystrica): *Umwandlungen der Qualität und des Gehaltes der Wiesenböden an Humusstoffen nach einer fünfjährigen Anwendung von Handelsdüngemitteln*. Rostl. Výr., 31, 1985 (11) : 1165-1177.

Auf der Lokalität Suchý Vrch bei der Ortschaft Banská Bystrica (Seehöhe 685 m) isolierten wir nach einer fünfjährigen Anwendung des zunehmenden Spiegels der N-Düngung (0, 50, 150, 300 kg N/ha) aus dem Wiesenboden (Braun-, Sauer-, Ton-, Lehm Boden mit ungesättigtem Sorptionskomplex) Fraktionen von Fulvo- und Huminsäuren. Wir charakterisierten sie eingehender anhand der Bestimmung ihrer optischen Dichte und anhand der Analyse auf den C- und N-Gehalt. Die zunehmende Gabe von Handeldünger verursachte einen bedeutenden Abfall der Menge von Fulvosäuren und des C- und N-Gehaltes in ihren Makromolekülen als auch den Anstieg ihrer optischen Dichte. Unter denselben Bedingungen nahmen hingegen der Gehalt an Huminsäuren, die Menge von C und N in den einzelnen Fraktionen und die Stufe ihrer Kondensation zu. Der Abfall der Menge von Fulvosäuren und der Anstieg der Huminsäuren bewirkten eine bedeutende Verbesserung des Verhältnisses $HS : FS$ im Boden. Aus analogen Gründen verbesserte sich auch das Verhältnis $CH_S : C_{FS}$ und $N_{HS} : N_{FS}$. Der Gesamtgehalt an Humusstoffen nahm bei der Anwendung von 150 kg N ab um nach dem Einsatz von 300 kg N/ha wieder etwas anzusteigen.

Wiesenökosystem; organische Bodenmasse; Fraktionen von Humusstoffen; N-Düngung

Adresa autora:

RNDr. Ludovít Ondrášek, Výskumný ústav lúk a pasienkov, Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica

ZONN, S. V.: ŽELEZO V POČVACH (ŽELEZO V PŮDACH).

Akademia nauk SSSR, Izdatelstvo Nauka, Moskva 1982, 207 s.

Práca je venovaná formám železa v rozličných pôdach sveta. Problematika bola skúmaná systémom analýzy vypracovanej autorom, ktorá umožňuje rozdeľovať zlúčeniny železa v pôdach na dve skupiny — silikátové a voľné. Voľné rozdeľuje na kryštalické a amorfné formy. Podľa obsahu a vzťahu týchto foriem je možné určiť diagnostické ukazovatele základných elementárnych pôdnych procesov a tým typov a podtypov pôd.

Predložená monografia sa pokúša vysvetliť úlohu zlúčenín železa v tvorbe pôdy a snaží sa objasniť zákonitosti geografického rozdelenia týchto zlúčenín v pôdach rozličnej genézy. V práci je základná pozornosť venovaná rozboru zdrojov železa, ich transformácii v pôdach a zdôvodneniu diagnostiky úlohy foriem železa v pôdnej genéze a zákonitosti ich geografického rozdelenia. Hlavným obsahom monografie sú zlúčeniny železa. Sú tu rozoberané fyzikálne a fyzikálno-chemické zvláštnosti zlúčenín železa, prevažne kyslíčnikov a hydroxidov, tvoriacich sa v pôdach odvodených tak od železa nachádzajúceho sa v mineráloch, ako aj od železa kyslíčnikového, minerálneho a organo-minerálneho pôvodu.

V pôdach sa zlúčeniny železa rozdeľujú do dvoch skupín, a to na silikátové a voľné, čiže nesilikátové. Osobitnú pozornosť venuje autor práve voľným zlúčeninám železa. Táto skupina zlúčenín pozostáva z foriem, ktoré sa uvoľňujú podľa ich rozpustnosti v roztokoch rozlične pôsobiach na železo v pôdach. Preto základom monografie je chemický a biogeochemický prístup k rozdeleniu zlúčenín železa na formy.

Predložená práca je jednou z etáp na ceste poznania úlohy železa v tvorbe pôdy a v genéze pôdy. Bezpochyby sa v budúcnosti bude prehľbovať štúdium foriem železa vo vzťahu k jeho úlohe a významu v tvorbe pôdy. Autor sa nezaobera štúdiom železa v pôde náhodou. Práve zlúčeniny železa sú najodolnejšie, najmenej v pôdach migrujú, a preto ich možno brať ako stabilné pri uvažovaní záverov o hromadení ostatných elementov. Zlúčeniny železa sú stabilnejšie ako zlúčeniny kyslíčnika kremičitého, ktoré sú považované za pomerne stabilné.

V závere knihy sa autor pokúša o prognózu úlohy železa v pôdnej vrstve v spojitosti s tým, že vo veku technického pokroku sa do pôdno-geochemického obehu dostáva veľké množstvo železa zo zemných nálezísk. Táto prognóza nemôže byť pedológii cudzia, pretože pôda sa stáva základom všetkého živého.

Kniha má 207 strán, obsahuje grafické a tabuľkové prílohy a končí zoznamom použitej literatúry (224 citácií). Dielo je určené pre pôdoznalcov, geografov, geochemikov, geológov, botanikov, lesníkov a agronómov a pre všetkých, ktorým ležia na srdci problémy ochrany prírody.

Ing. Branislav Košíkár

M. Tomášek

TOMÁŠEK, M. (Výzkumný ústav pro zúrodnění zemědělských půd, Praha): *Odolnost půd proti účinkům kyselých srážek*. Rostl. Výr., 31, 1985 (11) : 1179-1186.

V předkládané práci přinášíme empiricky podložené vzorce k výpočtu stupně odolnosti zemědělských půd vůči negativnímu vlivu kyselých dešťů, které jsou v současné době závažným celosvětovým problémem v ekologickém i ekonomickém smyslu. Vzorec má tvar: $x = T + V$ v případě, kdy nejsou k dispozici údaje o reakci a $x = T + V + A + S$ v případě, jsou-li tyto údaje známy. Přitom: x = odolnost půdy proti účinkům kyselých srážek, T = body za sorpční kapacitu v humusovém horizontu, V = body za stupeň nasycení sorpčního komplexu a obsah karbonátů v humusovém horizontu, A = body za pH srážek a S = body za roční úhrn srážek. V přiložených tabulkách je uvedeno bodové ohodnocení uvedených půdních kritérií, srážkových charakteristik a celkového hodnocení nejvýznamnějších jednotek zemědělských půd Československa. Údaje, ke kterým se na základě výpočtu dochází, je třeba považovat za první přiblížení k řešení této otázky a za údaje relativní.

ochrana životního prostředí; kyselé srážky; půdy ČSSR; kategorizace půd

Jedním z nejzávažnějších ekologických a současně i ekonomických světových problémů je v naší době negativní působení kyselých srážek na životní prostředí v nejširším slova smyslu. Zdaleka nejtěživější situace je pak v průmyslově vyspělých zemích, mezi které patří i naše republika.

Vedle jiných oborů lidské činnosti kyselé deště nepříznivě postihují především zemědělce, a to zejména jeho základní výrobní prostředek — zemědělskou půdu. Mechanismus negativního působení je v hrubých rysech znám: Škodlivý vliv na půdu se projevuje hlavně drastickým poklesem půdní reakce, doprovázeném destrukcí organické a minerální půdní složky, výraznou debazifikací sorpčního komplexu, pronikavými změnami v biologických poměrech půdy, uplatněním nepříznivých chemických pochodů v půdě, narušením živinového režimu a mnoha dalšími negativními jevy. To se pak nutně musí výrazně obrazit v produkční schopnosti zemědělské půdy. Mimo půdní sféru se škody nápadně projevují zejména ve fyziologii a biologii kulturních rostlin a jejich zdravotním stavu.

Ze strany praxe i výzkumu bývá však kladena otázka, do jaké míry jsou kyselými srážkami poškozovány půdy různého charakteru a současně, jak se projevuje vliv reakce a množství srážkové vody, která se půdě dostává. Negativním účinkem kyselých dešťů je sice postihována všechna půda, jsou však značné rozdíly mezi jednotlivými půdními ty-

py, subtypy, druhy a jinými klasifikačními jednotkami půd, v závislosti na jejich vlastnostech. Tyto rozdíly jsou velmi výrazné vzhledem k mimořádně pestré půdní mozaice státu.

O odolnosti různých půd přitom nalézáme jen sporadické a nesystematické údaje jak v zahraniční, tak naší literatuře.

Za nejvýznamnější čin na tomto poli lze u nás považovat návrh normy RVHP, vypracovaný Holobradým (1983). Autor posuzuje půdy ze dvou hledisek: podle odolnosti (6 stupňů) a citlivosti (5 stupňů) vůči účinkům kyselých srážek; přitom uvažuje tato kritéria: obsah a kvalitu humusu, prohumóznění, obsah frakcí pod 0,01 a 0,001 mm, jílové minerály, substrát a T-hodnotu.

V našem příspěvku se snažíme poskytnout další orientační vodítko, které by dalo prvou, hrubší představu o chování jednotlivých významnějších půd ČSSR v podmínkách uplatnění kyselých srážek, a to za pomoci jednoduchých, empiricky podložených výpočtů.

MATERIÁL A METODY

V příspěvku používáme upravené nové čs. klasifikace půd (Němeček, 1973, 1981) a pro srovnání také klasifikace KPZP (Němeček et al., 1967), která je uvedena v závorkách.

Při hodnocení půdních vlastností vycházíme především z výsledků KPZP — z průvodních zpráv k jednotlivým okresům (1962—1972), některých půdně-systematických prací (Němeček, 1981; Tomášek a Zuska, 1974, 1975, 1977), Zuska a Tomášek (1977) a prací z oboru půdní chemie a agrochemie (Sirový, Damaška — výzkumné zprávy).

Pro zjednodušení bylo při hodnocení půdních vlastností přihlíženo k humusovým horizontům půd, které jsou kyselými srážkami především atakovány.

Hodnocení zrnitosti zemin, T a V-hodnot i obsahu karbonátů odpovídá Metodice KPZP (Sirový et al., 1967).

Mechanické složení zeminy uvažujeme jenom ve třech hlavních kategoriích: půdy lehké (písčité, hlinitopísčité — v tab. označené L), střední (písčitohlinité, hlinité — označené S) a těžké (jílovitohlinité, jílovité, jíl — označené T).

Rozmezí reakce srážkové vody bylo na jedné straně vymezeno obvyklým pH destilované vody a na druhé straně nejnižší, v literatuře citovanou reakcí srážkových vod.

Při hodnocení srážkových údajů jsme vycházeli z Atlasu podnebí ČSR (1958).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Co vlastně rozumíme pod pojmem „odolnost půdy proti účinkům kyselých srážek“? Rezistenci půd vůči kyselým deštům lze v podstatě chápat jako schopnost odolávat pronikavým negativním, ireversibilním změnám půdních vlastností, které jsou bez uplatnění tohoto vlivu v sekundárně chápaném časovém úseku, za stejných bioklimatických a jiných podmínek, relativně stabilní.

Rezistence se prakticky projevuje především přes neutralizační schopnost půd, která vede k vyrovnávání nepříznivého vlivu nízké reakce srážkové vody. Uvedená schopnost je pochopitelně rozdílná u půd různého charakteru.

Odolnost půd proti kyselým srážkám závisí na celé řadě významných faktorů jak půdních, tak srážkových.

I. Bodové ohodnocení půdních vlastností — Score evaluation of soil characteristics

Půdní typ	Půdní subtyp	T-hodnota			V-hodnota		
		L	S	T	L	S	T
Černozem	modální (typická)	2,5	5	6	5	5	5
	karbonátová	2,5	5	6	6,5	6,5	6,5
	degradovaná	—	4	—	—	4	—
	erozní formy (smytá)	—	4	5	—	6,5	6,5
	lužní	—	5	6	—	5	5
	lužní karbonátová	—	5	6	—	6,5	6,5
Šedozem	modální (černozem illimerizovaná)	—	3	—	—	4	—
	hnědozemní (hnědozem černozemní)	—	4	—	—	4	—
Hnědozem	modální (typická)	—	4	—	—	4	—
	rubefikovaná	—	4	—	—	4	—
	erozní formy (smytá)	—	3	—	—	5,5	—
	oglejená	—	4	5	—	4	4
Illimerizovaná půda	modální (typická)	1,5	3	—	1,5	3	—
	rubefikovaná	—	3	—	—	3	—
	oglejená	—	3	4	—	3	3
Pseudoglej (oglejená půda)	modální (typická)	—	3	4	—	3	3
	okyselený	—	3	4	—	2	2
	stagnoglej	—	3	4	—	2,5	2,5
Hnědá půda	eubázická (nasycená)	2	3	4,5	4	4	4
	mezobázická (kyselá)	2	3	4,5	3	3	3
	oligobázická (silně kyselá)	2	3	4,5	1,5	1,5	1,5
	eutrofní	—	3,5	5	—	4	4
	andosolová	—	3,5	5	—	4	4
	karbonátová	2	3	4,5	5	5	5
	oglejená	2	3	4,5	4	4	4
	mezobáz. až oligobáz. oglejená (kyselá až silně kyselá oglejená)	2	3	4,5	2,5	2,5	2,5
	eutrofní oglejená	—	3,5	5	—	4	4
Rezivá půda (hnědá půda podzolovaná)	modální	2	3	—	1	1	—
Podzol (podzolová půda)	železitý	2	3	—	1	1	—
	humusoželezitý	2	3	—	1	1	—
	oglejený	2	3	—	1	1	—
	glejový	2	3	—	1	1	—

Půdní typ	Půdní subtyp	T-hodnota			V-hodnota		
		L	S	T	L	S	
Rendzina	modální	—	4	5	—	8	8
	hnědá	—	4	5	—	5,5	5,5
	smolová až tanglová	—	4	5	—	5	5
Pararendzina (rendzina)	modální	3	4	5	6,5	6,5	6,5
Pelosol	modální až hnědý	—	—	5	—	—	4,5
	karbonátový (rendzina)	—	—	5	—	—	7,5
	erozní formy	—	—	5	—	—	4,5
	karbonátový — erozní formy	—	—	5	—	—	8
	oglejený	—	—	5	—	—	4,5
	karbonátový oglejený	—	—	5	—	—	7
Smonice (černo- zem smonice)	modální	—	—	6	—	—	5
Terraе calcis, plastosol		—	—	4,5	—	—	4,5
		—	—	4,5	—	—	3,5
Regosol (areno- sol, drnová půda)	modální	1	—	—	1,5	—	—
	černozemní	1,5	—	—	3,5	—	—
	glejový	1	—	—	2	—	—
Ranker (nevyvinutá půda)	modální až hnědý	2	3	—	2,5	2,5	—
	eutrofni	—	3,5	—	—	3,5	—
	podzolovaný	2	3	—	1	1	—
Surová půda	litosolová	1,5	2	—	1,5	1,5	—
	karbonátová	1,5	2	—	9	9	—
	suťová	1	—	—	1	—	—
	suťová karbonátová	1	—	—	9	—	—
	alpínská	1,5	2	—	1	1	—
	alpínská karbonátová	1,5	2	—	9	9	—
	naplavená	1	—	—	1	—	—
	naplavená karbonátová	1	—	—	9	—	—
Nivní půda	modální	3	4	5	4	4	4
	karbonátová	3	4	5	6	6	6
	okyselená	3	4	5	3	3	3
	glejová	3	4	5	3,5	3,5	3,5
	oglejená	3	4	5	3,5	3,5	3,5

Půdní typ	Půdní subtyp	T-hodnota			V-hodnota		
		L	S	T	L	S	T
Černice (lužní půda)	modální	3	5	6	5	5	5
	karbonátová	3	5	6	6,5	6,5	6,5
	glejová	3	5	6	5	5	5
Glej (glejová půda)	modální	—	3	4	—	2	2
	zrašelinělý	—	2	3	—	1,5	1,5
	hydroglej	—	2	3	—	1,5	1,5
Zasolené a alkalické subtypy		—	—	5,5	—	—	5,5
Solončak		—	—	6	—	—	6,5
Solonec		—	—	5	—	—	5

Z půdních faktorů jsou to zejména:

- zrnitostní složení zeminy,
- mineralogické složení jílové frakce,
- obsah a složení půdních organických látek,
- chemismus zeminy (zejména obsah karbonátů),
- obsah výměnných bází aj.

Ze srážkových faktorů uvádíme především:

- reakci srážkové vody,
- množství srážek.

Z celé řady údajů o půdních, analyticky podložených vlastnostech jsme zvolili jednak výměnnou sorpční kapacitu (T-hodnotu), která ob-
ráží obsah i složení minerálních a organických koloidů v půdě, jednak
stupeň nasycení sorpčního komplexu (V-hodnotu), který procentuálně
vyjadřuje nasycení bázemi; tento údaj je dále rozšířen o obsah karbonátů
v zemině.

Navrhované empirické vzorce výpočtu odolnosti půd proti účinkům
kyselých srážek mají dvojí tvar:

$x = T + V$, v případě, nejsou-li známy údaje o reakci srážek a
 $x = T + V + A + S$, v případě, jsou-li tyto údaje k dispozici;
přičemž:

- x = odolnost půdy proti účinkům v humusovém horizontu,
- T = body za sorpční kapacitu v humusovém horizontu,
- V = body za stupeň nasycení sorpčního komplexu v humusovém horizontu,
- A = body za pH srážek,
- S = body za úhrn srážek.

II. Bodové ohodnocení srážkových charakteristik — Score evaluation of rainfall characteristics

pH srážek	Body	Roční úhrn srážek/mm	Body
5,6–6,0	6	400–600	6
5,1–5,5	5	601–800	5
4,6–5,0	4	801–1000	4
4,1–4,5	3	1001–1200	3
3,6–4,0	2	1201–1400	2
3,0–3,5	1	nad 1400	1

Pozn.: L — půda lehká; S — půda střední; T — půda těžká

Bodová ohodnocení jednotlivých kritérií, stejně jako celkové hodnocení odolnosti půd, jsou uvedena v tabulkách I až III.

Z výsledků získaných uvedeným výpočtem vyplývá, že rezistence půd proti vlivu kyselých dešťů vzrůstá především:

- se zvyšujícím se podílem vysokodisperzní minerální složky půdy,
- s rostoucí roztažitelností krystalové mřížky jílových minerálů,
- se vzrůstem obsahu organických látek,
- se zvyšující se kvalitou humusu,
- s rostoucím stupněm nasycení sorpčního komplexu výměnnými báze,
- s rostoucím obsahem karbonátů v zemině,
- se zvyšujícím se pH srážkové vody (s poklesem acidity),
- s klesajícím úhrnem srážek.

III. Hodnocení odolnosti půd proti účinkům kyselých srážek — Evaluation of soil resistance to the effects of acid rain

x	Půdy	Označení
a) nejsou známy údaje o reakci srážek ($x = T + V$)		
13–15	nejodolnější	I
10–12	odolné	II
7–9	středně odolné	III
4–6	méně odolné	IV
2–3	nejméně odolné	V
b) jsou známy údaje o reakci srážek ($x = T + V + A + S$)		
23–27	nejodolnější	I
18–22	odolné	II
13–17	středně odolné	III
8–12	méně odolné	IV
4–7	nejméně odolné	V

Výsledky, ke kterým v této etapě docházíme, je třeba chápat jako údaje relativní. Celá problematika si žádá dalšího rozpracování a zejména kvantifikace údajů na experimentálním podkladě.

Literatura

- HOLOBRADÝ, K.: Norma RVHP 01-66504: Ochrana přírody — pody. Metody stanovení znečišťujících látek. Všeobecné požadavky na pody; návrh, VÚPVR Nitra 1983.
- NĚMEČEK, J.: Přehled nejnovějších klasifikačních systémů půd. Praha, ÚVTI 1973.
- NĚMEČEK, J.: Základní diagnostické znaky a klasifikace půd ČSR. Studie ČSAV, č. 8, Academia, Praha 1981.
- NĚMEČEK, J. a kol.: Průzkum zemědělských půd ČSSR. 1. díl; Praha, MZVŽ 1967.
- SIROVÝ, V. — FACEK, Z. a kol.: Průzkum zemědělských půd ČSSR; 3. díl. Praha, MZVŽ 1967.
- TOMÁŠEK, M. — ZUSKA, V.: Svojstva smonic na třetínych glinach severo-zapadnoj Čechii. Věd. Práce VÚRV, 18, 1974, s. 27-31.
- TOMÁŠEK, M. — ZUSKA, V.: Charakteristik der illimerisierten Tschernosemen auf dem Gebiet der ČSR. Věd. Práce VÚRV, 20, 1975, s. 89-96.
- TOMÁŠEK, M. — ZUSKA, V.: Statistické vyhodnocení stálých vlastností půd na intruzivech a rulách ČSR. Rostl. Výr., 1977, č. 1, s. 1-8.
- ZUSKA, V. — TOMÁŠEK, M.: Souhrnné vyhodnocení základních vlastností černozemních půd ČSR. Rostl. Výr., 1977, č. 2, s. 113-122.

Došlo dne 23. 10. 1984

TOMÁŠEK, M. (Научно-исследовательский институт плодородия почвы, Прага): Устойчивость почв против действия кислых осадков. Rostl. Výr. 31, 1985 (11) : 1179-1186.

В работе представлены эмпирически составленные формулы для вычисления степени устойчивости сельскохозяйственных земель против отрицательного влияния кислых дождей, являющихся в настоящее время серьезной всемирной проблемой в экологическом и экономическом отношениях. Формула имеет вид: $x = T + V$ на случай отсутствия данных о реакции и $x = T + V + A + S$ на случай, когда эти данные известны. При этом: x = устойчивость почвы против действия кислых осадков, T = баллы за поглощающую способность в гумусном горизонте, V = баллы за степень насыщения сорбционного комплекса и за содержание карбонатов в гумусном горизонте, A = баллы за pH осадков и S = баллы за годовую сумму осадков. В прилагаемых таблицах приведена балльная оценка приведенных почвенных критериев, характеристик осадков и общей оценки важнейших видов сельскохозяйственных почв Чехословакии. В результате вычисления получаемые данные следует считать относительными и первым приближением к решению этого вопроса.

охрана окружающей среды; кислые осадки почвы ЧССР; категоризация почв

TOMÁŠEK, M. (Research Institute for Soil Improvement, Praha): Soil Resistance to the Effects of Acid Rain. Rostl. Výr., 31, 1985 (11) : 1179-1186.

Acid rain is a serious worldwide problem, both ecologically and economically. Empirically verified formulae for the calculation of the degree of resistance of farm soils to the adverse action of acid rain are given in the present paper. The formula is $x = T + V$ for cases in which the data on soil reaction are not available and $x = T + V + A + S$ for cases when such data are available (x = soil resistance to the action of acid rain, T = scores for sorption capacity in humus horizon, V = scores for the degree of saturation of the sorption complex and carbonate content in the humus horizon, A = scores for the pH of the rain and S = scores for the annual precipitation sum). The score evaluation of the soil criteria, precipitation characteristics, and over-all evaluation of the most important agricultural land units in Czechoslovakia are indicated in tables. The data obtained as a result of the calculation should be considered as the first steps towards solving this problem; as such, these data are relative.

environment conservation; acid rain; Czechoslovak soils; soil categorization

TOMÁŠEK, M. (Forschungsinstitut für Bodenfruchtbarkeit, Praha): *Bodenresistenz gegen Wirkungen des Sauerregens*. Rostl. Výr., 31, 1985 (11) : 1179-1186.

In der vorliegenden Arbeit bringen wir empirisch untermauerte Formeln zur Berechnung der Stufe der Resistenz der landwirtschaftlich ausgenutzten Böden gegen den negativen Einfluss des Sauerregens, der gegenwärtig ein bedeutendes Weltproblem sowohl im ökologischen als auch im ökonomischen Sinne ist. Die Formel sieht folgendermassen aus: $x = T + V$ im Falle, wo keine Angaben über die Reaktion zur Verfügung stehen und $x = T + V + A + S$ im Falle, wo diese Angaben zur Verfügung stehen. Dabei: x = Bodenresistenz gegen den Einfluss des Sauerregens, T = Punkte für die Sorptionskapazität im Humushorizont, V = Punkte für die Sättigungsstufe des Sorptionskomplexes und für den Gehalt des Humushorizontes an Karbonaten, A = Punkte für den pH-Wert der Niederschläge und S = Punkte für die Jahresgesamtniederschlagsmenge. In den beiliegenden Tabellen ist die Punktbewertung der erwähnten Bodenkriterien, der Niederschlagscharakteristiken und der Gesamtbewertung der wichtigsten Einheiten der in der Tschechoslowakei landwirtschaftlich ausgenutzten Böden angeführt. Die Angaben, zu denen man aufgrund der Berechnung kommt, müssen als die erste Annäherung im Rahmen der Lösung dieser Frage und somit als relative Angaben angesehen werden.

Umweltschutz; Sauerregen; tschechoslowakische Böden; Bodenkategorisierung

Adresa autora:

RNDr. Milan Tomášek, CSc., Výzkumný ústav pro zúrodnění zemědělských půd,
255 80 Praha - Zbraslav

HODNOCENÍ ZNEČIŠTĚNÍ PŮD V OSTRAVSKÉ AGLOMERACI

Z. Facek

FACEK, Z. (Výzkumný ústav pro zúrodnění zemědělských půd, Praha): *Hodnocení znečištění půd v ostravské aglomeraci*. Rostl. Výr., 31, 1985 (11): 1187-1196.

Setření se uskutečnilo celkem na 32 lokalitách s převahou illimerizovaných půd oglejených, glejových a oglejených půd, a to vždy souběžně na orné půdě a trvalých travních porostech (TTP) ve dvou časových intervalech (1981 a 1982). Vzorky půdy z hloubky 0–0,05 m a 0,20–0,30 m byly analyzovány na obsah Mn, Zn, Cu, Pb, Cd, Hg, Cr, Mg, S, humus a pH. Byl sestaven klasifikátor, podle něhož byla překročena hranice přístupnosti u Mn ve 3,3 % půdních vzorků, Zn — 5,3 %, Pb — 8,5 %, Cd — 14,0 %, Hg — 24,5 %, S — 7,8 % půdních vzorků. Jelikož pH u 81,5 % vzorků bylo nižší než 6,5 byla celková mobilita prvků značně podpořena. Byly vymezeny lokality s nadlimitními koncentracemi metalických prvků. Největší nebezpečí přísluší Hg a Cd, které se nacházely ve všech sledovaných oblastech. U všech těžkých kovů byl vyšší obsah v ornici a TTP. Výjimku činila rtuť s větší akumulací v ornici půd orných a v podornici u TTP. Za jeden rok bylo zaznamenáno výrazné zvýšení koncentrace u Pb a Zn, méně u Hg a Mn (Cd nebylo v roce 1981 stanoveno). U antropogenních půd různého stáří nelze časově hodnotit změny v důsledku různé doby expozice a původu materiálu. Na vybraných lokalitách nedovolila různost rostlinných kultur posoudit vztah obsahu Cd, Pb a F v půdě a rostlině. Stanovení Pb a Cd (1 M HCl) atomovou absorpcí a iontové selektivními elektrodami se zdají být dobře srovnatelné.

těžké kovy; kontaminace; meze přípustnosti pro půdy

Pod vlivem imisí z průmyslových zdrojů se nachází v ČSR téměř 500 tis. ha zemědělské a přes 400 tis. ha lesní půdy. Ze zemědělského hlediska se dle stupně poškození řadí Ostravsko-karvinské pásmo (ostravská aglomerace) na přednější místo ze 13 v ČSSR vládami vymezených oblastí.

Hlavním naším úkolem byl pokus o kategorizaci koncentrace těžkých kovů v půdách v globální interpretaci s půdně-ekologickými podmínkami.

Od počátku sedmdesátých let bylo kolem problematiky těžkých kovů (od půdy přes celý potravní řetězec) publikováno více než 30 tis. prací a nelze je v tomto příspěvku ani selektivněji dokumentovat, a tím méně seriózněji konfrontovat. Práce na toto téma obvykle neopomíjejí dílo Bowena (1979), v kterém jsou podávány obsahy těžkých kovů ve světových půdách. Velmi pozoruhodná práce poslední doby je od Scheffera a Schachtschabela (1984), kde je účast znečišťujících látek posuzována jednotlivě, i v komplexu dalších prvků a sloučenin s ohledem na specifické půdní podmínky.

K uvedenému účelu jsme především užili periodické odběry půdních vzorků, které prováděli v letech 1981–1982 po pečlivé terénní reko-gnoskaci ing. Dušan Smolík, CSc. a Jaroslav Knob z VÚZP Výzkumné stanice Ostrava.

MATERIÁL A METODY

V sledované oblasti převládají illimerizované půdy oglejené na sprašové hlíně a také glejové a oglejené půdy zaujímají největší plochu. Z toho se dá soudit, že poměrně bohatá srážková činnost (více než 700 mm) se projevuje stagnací vody ve svrchních partiích půd, to znamená, že drenážní schopnost půd je značně omezena. Také z obsahu humusu (více než 4 % má 63 % půd pod trvalými travními porosty — TTP) se dá usuzovat na větší hydromorfismus a nižší kvalitu humusu.

Setření bylo prováděno v letech 1981–1982 v trojúhelníku Ostrava — Frýdek Místek — Třinec současně na orné půdě a pod TTP z hloubky 0–0,05 a 0,2–0,3 m, celkem na 32 lokalitách. Na to navazoval odběr vzorků z vybraných lokalit (1984) mezi Ostravou a Hlučínem (pod haldou Lidice — rekultivace ukončena v roce 1970, v roce 1983 a rostlá půda z nejbližšího okolí; Vrbice — rekultivace ukončena v roce 1971 a rostlá půda z nejbližšího okolí). Vedle půdních vzorků byly před sklizní (1984) odebrány vzorky rostlin a v lednu 1985 vrstva sněhu po ca jednoměsíčním spadu.

U 32 lokalit byl stanoven obsah: Mn, Zn, Cu, Pb, Cd, Hg, Mg v 1 M HCl, S — stanovena ve vodním výluhu, dále pH a C_{ox} . Těžké kovy stanoveny pomocí atomové absorpce (AAS-1).

Ve vybraných lokalitách byl stanoven obsah:

v půdě — F, S ve vodním výluhu, Cd, Pb a pH;

v rostlině — totéž mimo pH;

ve sněhu — Pb, Cd a pH; Pb, Cd a F stanoveny iontové selektivními elektrodami.

Pro uvedené prvky (kromě Cr — velmi nízké hodnoty, F — stanoven jen u vybraných lokalit) bylo vytvořeno pět kategorií, kde kategorie 3 znamená obsah, který byl současně hranicí přípustnosti.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Pro stanovení mezních hodnot pro půdy jsme vycházeli především z cizích pramenů, které byly řadou spolupracovníků a institucí v konečné úpravě korigovány — prvá aproximace pro připravenou metodiku „Zvýšení hygieny zemědělských půd“ (Facek et al., 1984).

Dle sestaveného klasifikátoru jsou nejvíce půdy zatíženy rtutí, kadmíem a olovem (tab. II, obr. 1). Více případů nadlimitního obsahu rtuti přichází v podorničí než v orničním horizontu a u TTP. Kadmium je koncentrováno v orničním horizontu, větší měrou u orných půd a jen u TTP byl nadlimitní obsah zjištěn také v podorničí. Podobně je tomu u olova, kde však u orných půd oproti TTP došlo k výraznému poklesu. Také u zinku došlo k překročení mezních hodnot u relativně značného množství půd pod TTP, podobně jako u manganu, kde však rozdíly mezi srovnávanými lokalitami se stírají. Obsahu mědi není třeba věnovat pozornost.

Obsah síry jen zřídka přesahuje stanovenou mez a u orných půd se více koncentruje v podorničí.

Snadnější uvolňování těchto prvků je okolnost, že více než 75 % půd má pH nižší než 6,5.

Srovnáme-li oba sledované ekosystémy a časový odstup jednoho roku, potom u:

I. Klasifikátor stupně znečištění půd — Classifier for the degree of soil contamination

Prvek v mg . kg ⁻¹	Kategorie				
	1	2	3	4	5
Mn méně než	100	100—300	300—600	600—1000	> 1000
Zn	10	10— 30	30— 60	60— 100	> 100
Cu	10	10— 30	30— 50	50— 60	> 60
Pb	10	10— 30	30— 60	60— 100	> 100
Cd	0,1	0,1 —0,5	0,5 —1,0	1,0—1,5	> 1,5
Hg	0,03	0,03—0,06	0,06—0,1	0,1—0,4	> 0,4
S	10	10— 30	30— 60	60— 100	> 100
Obsah humusu v %	1	1—2	2—3	3—4	> 4
Kyselost — pH	4,5	4,5—5,5	5,5—6,5	6,5—7,2	> 7,2

pH — vyšší hodnoty jsou v ornících a u orné půdy,
— došlo k zvýšení, především u orných půd.

Z tabulky II je zřejmé, že u všech prvků byl vyšší obsah v ornici a TTP. Výjimku činila rtuť s větší akumulací v ornici orných půd a v podorníci pod TTP.

II. Zastoupení stanovišť (%), kde bylo dosaženo mezní hodnoty prvků (A) a kde byla tato hranice překročena (B). U humusu znamená A obsah menší než 1 %, B = větší než 4 %; u pH znamená A < než 6,5, B > 6,5 — Representation of localities (%) where the limit value of elements (A) was reached and where this limit was exceeded (B). In humus A means the content below 1 %, B = above 4 %; in pH, A is lower than 6.5 and B is higher than 6.5

Prvek	TTP			Orná půda								
	hloubka (cm)											
	0—5			20—30			0—5			20—30		
	A	B	celk.	A	B	celk.	A	B	celk.	A	B	celk.
Mn	56	10	66	12	—	12	69	3	72	19	—	19
Zn	44	12	56	10	3	13	31	6	37	6	—	6
Cu	—	—	—	—	—	—	3	—	3	—	—	—
Pb	56	16	72	19	12	31	44	6	50	9	—	9
Cd	62	19	81	19	6	25	56	31	87	31	—	31
Hg	34	22	56	47	32	79	41	22	63	56	22	78
S	44	6	50	19	6	25	31	6	37	31	13	44
Humus	—	63		31	6		19	25		56	—	
pH	78	22		94	6		79	21		75	25	

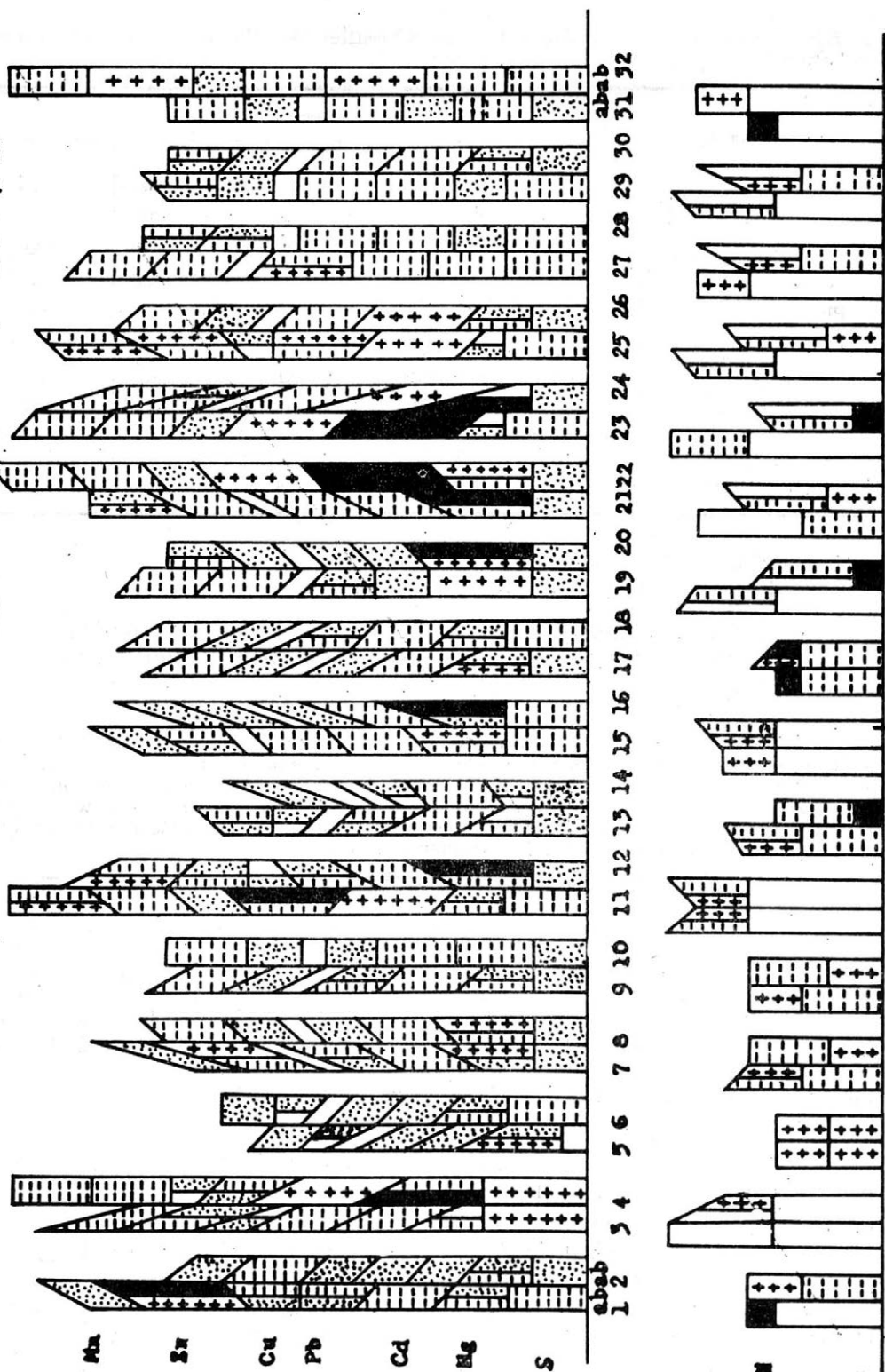
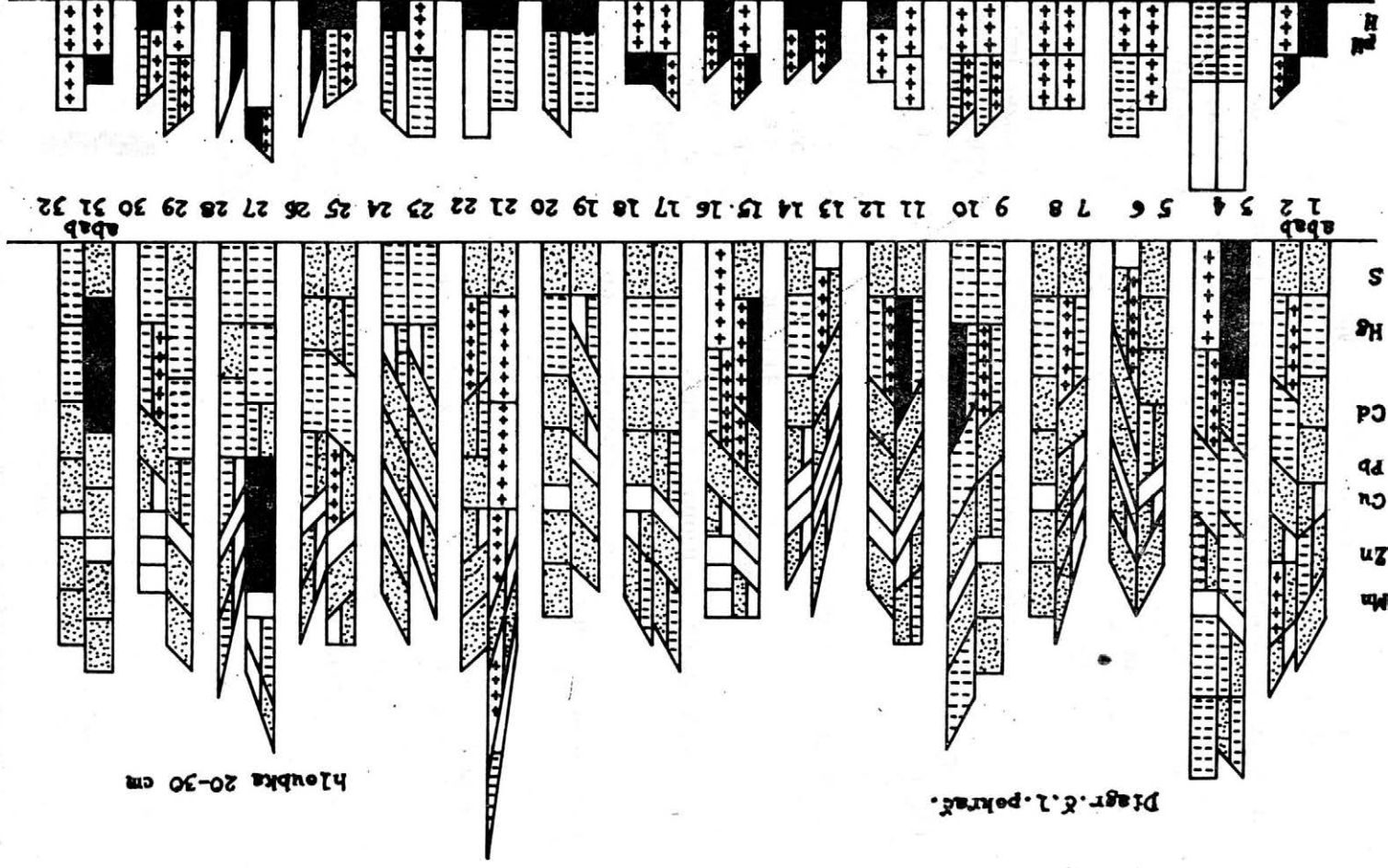


Diagram č. 1. pokrač.



1. Vymezení kategorií na jednotlivých stanovištích — Determination of categories at different sites



Vysvětlivky:

Lichá čísla = trvalé travní porosty

Sudá čísla = orná půda

a = odběr v roce 1981

b = odběr v roce 1982

U humusu a pH jsou kategorie oproti uvedenému klasifikátoru úmyslně obráceny (pro větší názornost)

Kategorie:	1	2	3	4	5
Humus v %	více 4	4—3	3—2	2—1	méně 1
pH	více 7,2	7,2—6,5	6,5—5,5	5,5—4,5	méně 4,5

- Mn — po Cd vykazovaly půdy největší rozdíl mezi orníci a podorníci,
— k zvýšení došlo v podorníci a orných půdách,
Zn — obsah se zvýšil výrazně pod TTP,
Cu — změny jsou bezvýznamné,
Pb — zvýšení se projevilo především v podorníci, méně v orních
a orných půdách,
Cd — největší difference mezi orníci a podorníci,
Hg — výrazné zvýšení jen pod TTP,
Cr — došlo k celkovému snížení hodnot,
S — nebylo shledáno podstatných rozdílů, jak co do kultury, tak
hloubky.

Z tabulky III je zřejmé, že ze sledovaných prvků se depozicemi dostávají do půdy Pb, Zn a Hg (u Cd a S chybí údaje z roku 1981). Současně můžeme konstatovat příznivý vývoj půdní reakce. Rovněž hořčíkem jsou půdy velmi dobře zásobeny.

Velmi vážné je spektrum nadlimitních koncentrací prvků v šetřených lokalitách (obr. 1):

- | | |
|--|-----------------|
| severovýchodní část Ostravska (lokalita 1 až 6) | — Zn, S, Hg, Cd |
| východní část Ostravska (lokalita 7 až 10) | — Hg, Zn, Cd |
| okresek jižně od Havířova (lokalita 11 až 12) | — Hg, Pb, Cd |
| severovýchodní část okresu Frýdek-Místek (lokalita 13 až 20) | — Hg, Cd |
| okolí Třince (lokalita 21 až 30) | — Cd, Pb, Hg |

Také u kontrolních stanovišť (lokalita 31 a 32) se objevuje vysoký obsah rtuti.

Můžeme tedy konstatovat, že největší nebezpečí přísluší dvojici — rtuť a kadmium, které se společně nacházejí u všech sledovaných oblastí.

III. Průměrný obsah prvků v roce 1981 (1) a 1982 (2) v mg.kg⁻¹ a hodnoty roku 1982 vyjádřené v % roku 1981 — The average content of elements recorded in 1981 (1) and 1982 (2) in mg per kg and the 1982 values expressed as % of those recorded in 1981

	TTP				Orná půda			
	hloubka v cm							
	0—5		20—30		0—5		20—30	
	odběr							
	1	2	1	2	1	2	1	2
Mn	373	354	176	192	328	365	211	227
%		95		109		111		107
Zn	35	42	15	22	26	26	13	15
%		120		146		100		115
Cu	11	10	6	7	9	8	5	7
%		100		116		89		104
Pb	41	46	27	36	36	37	15	24
%		112		133		102		160
Cd	—	0,87	—	0,53	—	0,79	—	0,48
Hg	0,105	0,142	0,141	0,148	0,144	0,144	0,144	0,120
%		135		104		100		83
Cr	3,32	2,93	2,79	2,48	3,04	2,86	2,64	2,62
%		88		88		94		100
Mg	187	—	158	—	136	—	120	—
S	35	—	28	—	31	—	30	—
Humus v %	3,39	—	1,46	—	2,03	—	1,31	—
pH	5,54	5,66	5,10	5,32	5,55	5,78	5,05	5,66
%		102		104		104		112

Z průměrných hodnot sledovaného půdního profilu 32 lokalit dále vyplývá, že za jeden rok se obsah zvýšil u olova o 27, zinku o 20, rtuti o 6 a manganu o 6 %. To je pro olovo a zinek velmi značný nárůst, uvážíme-li jistý odběr plodinami a ztráty posunem do hlubších partií půdního profilu.

Z toho důvodu pro ověření jsme v roce 1984 provedli srovnání tří lokalit antropogenních půd, v různém časovém odstupu zrekultivovaných a dvou přirozených orných půd různě zatížených. Hodnotili jsme především obsah olova, kadmia a fluóru (fluór nebyl v předchozí periodě odběrů stanoven). Z tabulky IV je zřejmé, že nelze časově hodnotit změny u antropogenních půd, poněvadž deponovaná ornice a podorníci mohly být různou dobu před navážkou exponovány v různé atmosférické depozici. K tomu přistupuje různý litologický původ půdního materiálu. Srovnáme-li orné půdy stejného stanoviště (a, b- a a, b) jeví se po

IV. Hodnoty pH a některých prvků v půdě, rostlinách a sněhu — The pH value and the content of some elements in soil, plants and snow

Číslo vzorku	Lokal. odběr	Půda						Sníh			Rostlina			
		1984						1985			1984			
		pH		mg. kg ⁻¹				pH	mg. l ⁻¹		mg. kg ⁻¹			
		akt.	vým.	výluh H ₂ O		1M HCl			odparek v HNO ₃	výluh H ₂ O	HNO ₃			
S	F			Pb	Cd	Pb	Cd				F	S	Pb	Cd
1a	rekult.	7,7	7,1	st.	5	20	0,5	4,6	0,13	st.	nestanoveno			
1b	ukončena 1983	7,2	7,1	83	4	19	0,6							
2a	rekult.	4,9	4,8	st.	1	24	0,7	5,6	0,18	st.	kukuřice			
2b	ukončena 1970	6,1	6,0	17	2	27	0,7				17	413	7,5	st.
3a	orná	5,9	5,8	st.	3	27	0,7	6,8	0,23	st.	kukuřice			
3b		5,9	5,8	50	3	24	0,8				18	549	8,8	st.
4a	rekult.	7,7	7,6	26	7	45	1,4	7,9	0,25	st.	jetel			
4b	ukončena 1971	7,5	7,4	26	7	38	1,0				13	577	11,3	st.
a	orná	4,6	4,5	83	3	28	0,8	8,0	0,20	st.	pšeničná sláma			
b		5,2	4,9	31	1	33	0,8				6	197	st.	st.
	odběr	1982												
a	orná	5,3	4,9	22	—	25	0,5							
b		4,8	4,6	26	—	25	0,6							

a = hloubka 0–5 cm

b = hloubka 20–30 cm

dvou letech zvýšení všech prvků (S, Pb, Cd) v celém profilu. Předpokládali jsme, že snížení pH v ornici je důsledek vnosu depozice přes zimní období (vzorky odebrány na jaře 1984), ale naopak je překvapující zásaditá reakce odebraného vzorku sněhu (následujícího roku). I poměrně nízká koncentrace olova ve vzorku sněhu podporuje jeho zvyšující se trend v půdách.

U rostlin je známo, že kromě délky vegetace se uplatňuje selekce příjmu a akumulace cizorodých látek dle druhu, odrůdy a jednotlivých orgánů (Petříková, 1984). Bohužel se nám nepodařilo na sledovaných lokalitách zajistit stejnou kulturu. Kromě pšeničné slámy byly u ostatních kultur odebrány celkové nadzemní části rostlin. Při jediném možném srovnání kultur, a to kukuřice (na siláž), lze dobře postřehnout

(tab. IV) nárůst obsahu prvků na lokalitě 3, kde bylo současně jejich větší zastoupení v půdě. V jeteli (lokalita 4) již množství olova převyšovalo přirozenou mez, i když v půdě nebylo limitu dosaženo ($45 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). U fluóru se projevila jeho větší rozpustnost v půdě při vyšším pH, ale v rostlině (jeteli) k větší akumulaci nedošlo, tak jako při nadměrném obsahu kadmia v půdě ($1,4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). Jak se dalo předpokládat, nejnižší koncentrace prvků byla v pšeničné slámě, i když v půdě byly v nemalé míře zastoupeny.

Pro posuzování stupně znečištění půd je prioritní záležitostí volba analytických postupů vzorkového materiálu. Pro tento účel se doporučuje stanovení totálního obsahu těžkých kovů a ne podíl uvolnitelný 1 M HCl. Nelze však upřít, že právě extrakcí HCl se uvolňuje množství prvků jako předpoklad pro tu kterou půdu, které mohou vstoupit do potravního řetězce.

V našich výsledcích nelze samozřejmě absolutizovat rozdíly mezi prvním (1981) a druhým (1982) odběrem, které prokázaly nárůst obsahu většiny prvků po jednom roce (např. Pb zvýšení o 27 %), neboť již samotný průběh počasí toho roku ovlivňující půdní procesy, počínaje odchylkami v hydrotermickém režimu půd a konče etapami sérií rozborů v laboratoři, mohou více méně ovlivnit získané hodnoty. Ukazuje se tedy nezbytné volit oba způsoby analýz.

Současně se ukázalo, že výsledky rozborů obsahu olova a kadmia v 1M HCl stanovené atomovou absorpcí (1982) a iontově selektivními elektrodami (1984) jsou v relacích dobře srovnatelné.

Spolehlivým kritériem však zůstává srovnání výsledků analýz kontaminujících prvků v půdě a rostlině, kdy je možno dále specifikovat a diferencovat pufrací schopnost půd a navrhnout účinná hygienicko-produkční opatření.

Zůstává však stále otázkou, co přechází do rostliny z půdy, z atmosféry a co ulpívá na habitu rostlin. Proto současně musí být zajištěn monitoring mokré a suché atmosférické depozice, kde však vedle globální charakteristiky se mohou uplatňovat dílčí specifické vnosy, významné jen pro malá území, jak tomu bylo na lokalitě Vrbice ovlivňované provozem chemické továrny (vzorek sněhu měl pH 8). Můžeme tedy uzavřít stanoviskem Pireta a Kookena (1979), že příjem metalických látek z půdy je důsledek permanentní kontaminace, zatímco příjem z atmosféry odráží okamžité znečištění vlivem atmosférického spadu, což udává možnost kontaminace rostlin i v případě výrazného omezení nebo vyloučení dalšího znečištění ovzduší.

Literatura

- BOWEN, H. J. A.: Environmental chemistry of the elements. Academic Press, London 1979.
PETŘÍKOVÁ, V.: Kontaminace rostlin cizorodými látkami. [Záv. zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1984.
PIRET, T. — KOOKEN, G.: Étude du transfert air-plante du cadmium et du zinc. Bull. Rech. agron. Gembloux, 14, 1979, č. 2, s. 177-186.
SCHEFFER, F. — SCHACHTSCHABEL, P.: Lehrbuch der Bodenkunde. 11. neu bearbeitete Auflage. Ferdinand Enke Verlag Stuttgart 1984.

Došlo dne 6. 6. 1985

ФАЦЕК, З. (Научно-исследовательский институт плодородия почв, Прага): *Оценка загрязнения почв в остравской агломерации*. Rostl. Výr. 31, 1985 (11): 1187-1196.

Обследование проводилось в общем в 32 местах с преобладанием оглеенных илилмеризованных почв, глеевых и псевдоглеевых почв, причем всегда параллельно на пахотной земле и на площадях с многолетними травостоями в двух интервалах времени (1981 и 1982 гг.). Почвенные образцы из профилей 0—0,05 м и 0,20—0,30 м анализировались на содержание Mn, Zn, Cu, Pb, Cd, Hg, Cr, Mg, S, гумус и pH. Составлен классификатор, согласно которому был превзойден предел допустимости у Mn в 3,3 % почвенных образцов, у Zn — 5,3 %, Pb — 8,5 %, Cd — 14,0 %, Hg — 24,5 %, S — 7,8 % почвенных образцов. Ввиду того, что pH у 81,5 % образцов не достигал значения 6,5, общая подвижность элементов была значительно стимулирована. Определены местности со сверхлимитными концентрациями металлических элементов. Наибольшую опасность представляют Hg и Cd, которые были установлены во всех областях. У всех тяжелых металлов содержание было выше в пахотном слое и в почвах под многолетними травостоями. Исключение составляла ртуть с повышенным накоплением в пахотном слое пахотных земель и в подпахотном слое почв под многолетними травостоями. За один год отмечено резкое повышение концентрации у Pb и Zn, меньше уже у Hg и Mn (Cd в 1981 году не был обнаружен). У антропогенных почв различного возраста нельзя оценивать изменения во времени ввиду разных сроков экспозиции и происхождения материала. В некоторых местностях разнородность растительных культур на позволила оценить соотношение содержания Cd, Pb и F в почве и в растении. Определение Pb и Cd (1 M HCl) атомной абсорбцией и ионными селективными электродами представляются хорошо сравнимыми.

тяжелые металлы; загрязнение; пределы допустимости для почв

FACEK, Z. (Research Institute for Soil Improvement, Praha): *Evaluation of Soil Contamination in the Industrial Agglomeration of Ostrava*. Rostl. Výr., 31, 1985 (11): 1187-1196.

The investigation was conducted at 32 localities with a prevalence of pseudogley illimerized soils, gley soils and pseudogley soils. All trials were performed parallelly in arable land and in permanent grassland (PGL) in two intervals (1981 and 1982). The soil samples taken from the depth of 0—0.05 m and 0.20—0.30 m were analyzed for the content of Mn, Zn, Cu, Pb, Cd, Hg, Cr, Mg, S, humus, and pH value. A classifier was compiled; according to this classifier the permissible level of Mn was exceeded in 3.3 % of soil samples, Zn in 5.3 %, Pb in 8.5 %, Cd in 14.0 %, Hg in 24.5 %, S in 7.8 %. Since in 81.5 % of the samples the pH value was lower than 6.5 %, the over-all mobility of elements was highly supported. Localities with above-limit concentrations of metallic elements were identified. Hg and Cd, found in all the regions under study, constituted the greatest danger. All heavy metals had a higher content in topsoil and in permanent grassland. The only exception was mercury with a greater accumulation in the topsoil of arable land and subsoil in PGL. After a year, a marked increase of concentration was recorded in Pb and Zn, and a smaller increase in Hg and Mn (Cd was not recorded in 1981). The changes in relation to time cannot be evaluated in the anthropogenic soils, owing to different exposure time and different origin of material. Various crop cultures planted at the selected localities did not allow for evaluating the relationship between Cd, Pb and F content in the soil and plant. The determinations of Pb and Cd (1 M HCl) by means of atom absorption and ion-selective electrodes seem to be well comparable.

heavy metals; contamination; permissible levels of metals for soils

Adresa autora:

Dr. ing. Zbyněk Facek, CSc., Výzkumný ústav pro zúrodnění zemědělských půd, 255 80 Praha-Zbraslav

VLIV POČASÍ NA DEPOZICI ZNEČIŠŤUJÍCÍCH ČÁSTIC V ROSTLINNÉM POROSTU

P. Kovář, E. Brabec

KOVÁŘ, P. — BRABEC, E. (Botanický ústav ČSAV, Průhonice): *Vliv počasí na depozici znečišťujících částic v rostlinném porostu*. Rostl. Vyr., 31, 1985 (11) : 1197-1204.

V pokusu zaměřeném na krátkodobé, ale kontinuální sledování depozice částic v kukuřičné kultuře (14. 7.—27. 7.) byla potvrzena významnost vyhraněných meteorologických epizod. Potvrdilo se, že v srážkově bohatých obdobích dochází ke stimulaci hromadění depozitu ve struktuře porostu (graminoidního typu plodiny) za současného zvýšení rozkolísanosti hodnot specifického depozitu a narušení korelace depozit-biomasa. Variabilita je zjevně působena morfologií stonkových útvarů (úžlabí), které určují kvantitu celkového sedimentačního prostoru na rostlině, což vystupuje výrazně v deštivých periodách. Listové čepele zadržely v průměru 0,05—0,1 g depozitu na jednu rostlinu, což v relativních hodnotách znamená 1,5 až 2X více depozitu než kvantum depozitu v listových úžlabích, po změně k bezdeštnému počasí až 2,6X. Náhodná koincidence ve výskytu přívalových srážek a dálkového transportu částic ukazuje na funkci vymývání (vypršení) částic z ovzduší a na vydatný příspěvek tohoto spadu k depozici v porostu.

depozice částic; srážky; kukuřice; morfologie rostliny

O tom, že kontaminace listoví rostlinných porostů částicemi může mít větší význam než příjem toxických látek kořeny, není pochyb. Nejnověji to opět dokládá „klasik“ výzkumného směru zaměřeného na depozici [Chamberlain, 1983]. Přehled prací z posledních let, které z různých aspektů studují depozici atmosférických částic, je uveden v rešeršní práci [Kovář 1983a].

V rozmezí let 1979—1983 se depozice stala předmětem našeho výzkumu v souvislosti se studiem těžkých kovů v prostředí a vyústila v řadu terénních, skleníkových, případně laboratorních pokusů, jejichž výsledky byly buď publikovány [Brabec et al., 1981; Kovář et al., 1982; Krajíčková a Mejstřík, 1984; Kovář 1984, atd.] anebo jsou připravovány k zveřejnění souborně [Mejstřík et al., 1986]. Ta část terénního výzkumu, která byla lokalizována v okolí struskopopílkových složišť elektrárny Mělník, je shrnuta v práci [Kovář, 1983b].

Vedení polních experimentů bylo dosud zaměřeno na sezónní průběhy depozice. Přímá pozorování i odvození z datových souborů přispěla k objasnění některých zákonitostí a mechanismů při intercepci, translokaci, retenci, případně resuspenzi částic — např. stimulační účinek určitého typu srážky na akumulaci depozitu v porostu byl popsán

v práci Brabec et al. (1981). Studie zaměřené přímo na různé depoziční situace pro bylinné porosty jsou vzácné (např. Khemani et al., 1980), vliv rozložení srážek v určitém období lze pouze odhadovat (Thorpe a Scott, 1982). Vzhledem k faktu, že v široké problematice znečištění ovzduší je interakce rostlina — atmosférické částice málo prozkoumána, a že tyto problémy začínají mít masový dopad i v rozvojových zemích (Datta, 1981; Sanhueza et al., 1982) a s přihlédnutím k tomu, že v kontextu našich sezónních testů chyběl detailnější výhled do kontinua krátkého časového období, byl uspořádán následující pokus s kukuřicí, která je takřka globálně využívanou plodinou, kde to klimatické podmínky jen trochu dovolují.

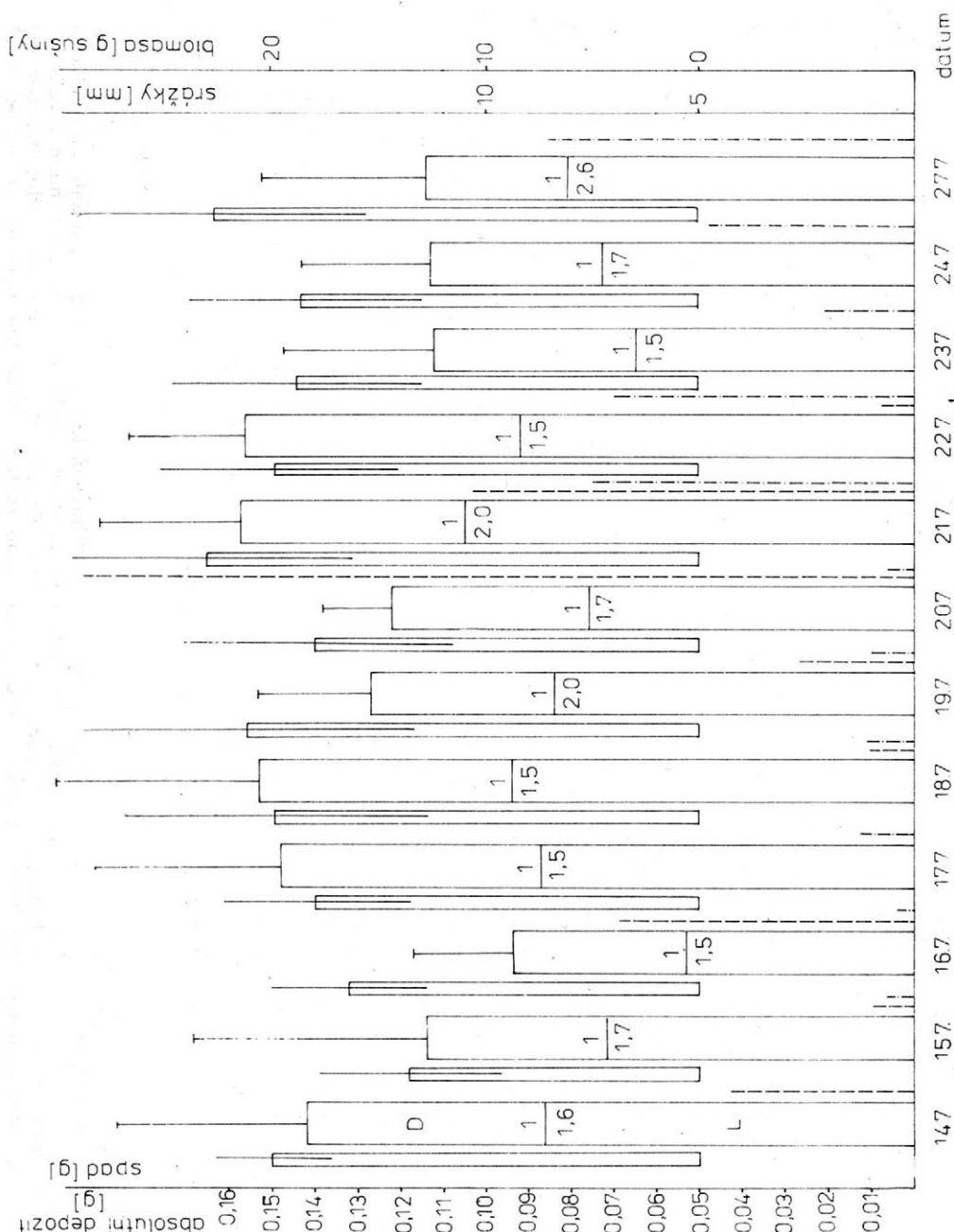
MATERIÁL A METODY

V rozmezí 14. až 27. července 1980 byla denně odebírána série 10 vzorků — exemplářů kukuřice z polní kultury v prostoru mezi obcí Horní Počápy — odkališti — elektrárnou (popis makrolokality je uveden v práci Brabec et al., 1981). Na lokalitě byla vždy od předešlého dne exponována série spadových nádob (kolektorů), tj. pět fotografických misek o rozměrech 38 X 48 cm s vodní hladinou a s vývodem (hadičkou) do sběrné polyetylenové láhve (pro případ přebytku vody z větších srážek). Misky byly umístěny na úrovni svrchního patra porostu (posunovány s růstem).

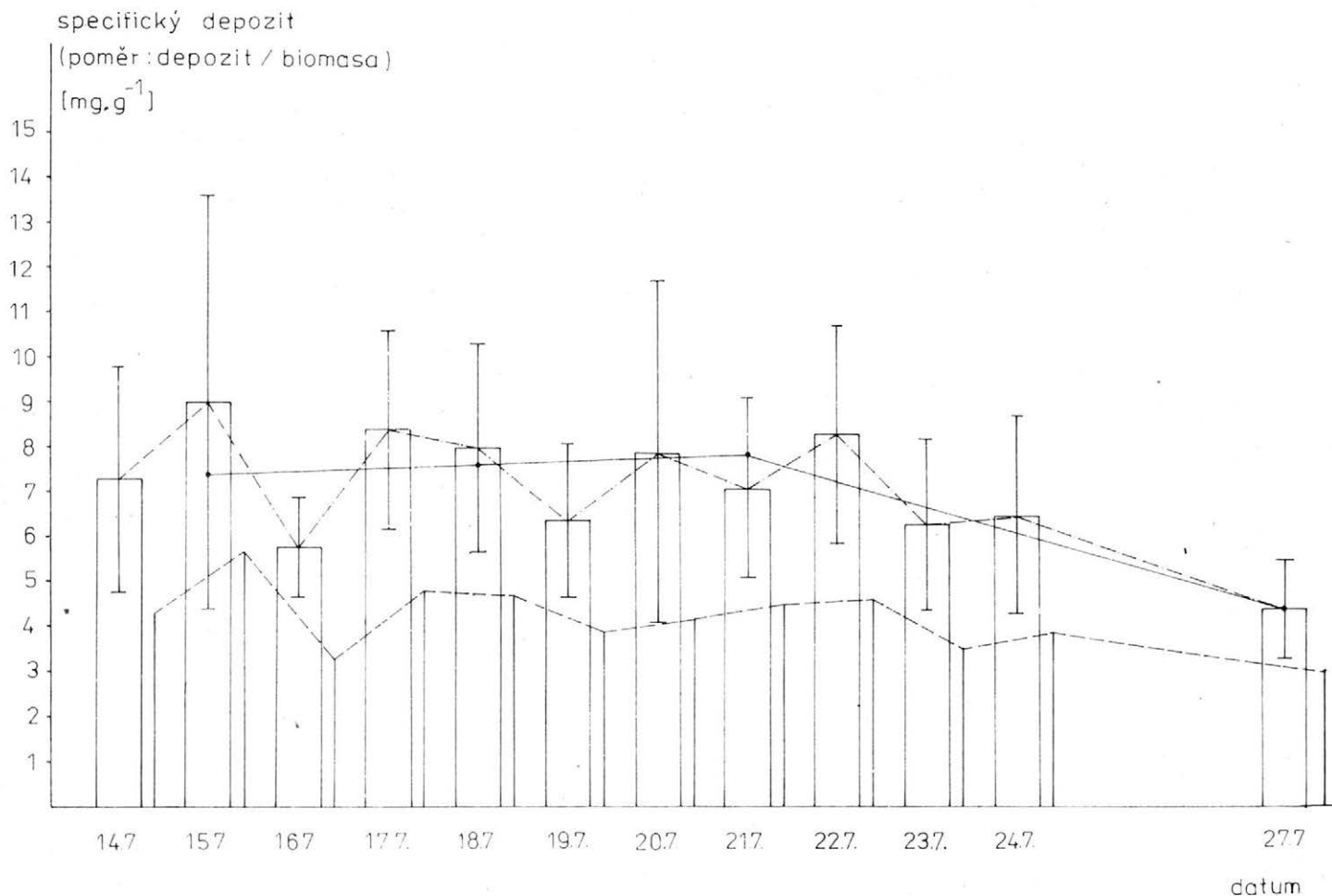
Vzorky rostlin byly ošetřeny standardní metodikou: vymytím destilovanou vodou, tlakovou filtrací a vysušením při 80 °C byl zjištěn (odděleně) depozit na listových čepelích a v listových úžlabích (sedimentačních dutinách), podrobnosti metodiky (používané i při sezónních pokusech) viz Kovář (1983b). Rovněž byl kvantifikován denní spád a biomasa vzorků kukuřice (suchá hmota). Údaje o denních srážkách a teplotách pro sledované období jsou k dispozici z meteorologické stanice Brozánky.

VÝSLEDKY A DISKUSE

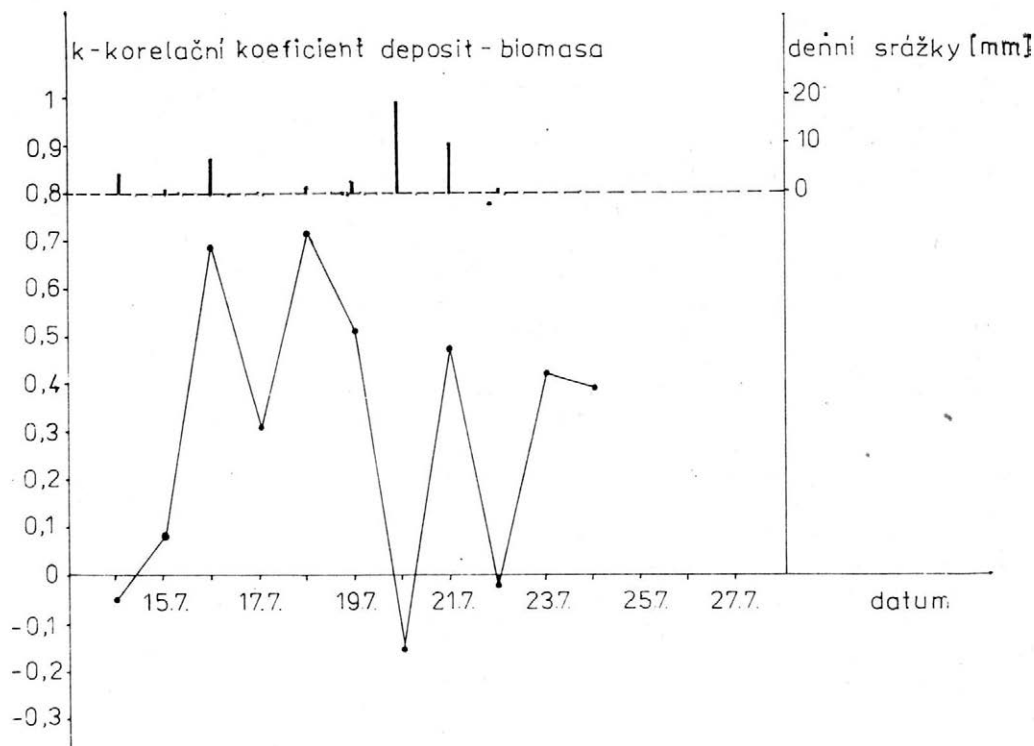
Odhalit souvislosti mezi chodem depozice, spadem, vegetačními charakteristikami (v tomto případě biomasou) a počasím (v tomto případě srážkami) v průběhu daného časového intervalu není nikterak snadné, jak by se mohlo zdát při sestavení pokusu a odhadu, co a jak měřit. Největší překážkou je přirozená variabilita rostlin a fluktuace chodu meteorologických proměnných i spadu (obr. 1). Kukuřice se navíc nachází v růstovém (elongačním) stadiu svého fenologického vývoje a jak diagram naznačuje, proměnlivost biomasy v souboru exemplářů přesahuje přírůstky zaznamenatelné v tak krátkém časovém úseku. Dá se předpokládat, že odvozená charakteristika — depozit bude vykazovat přinejmenším stejné, ne-li větší výkyvy — jak to dokládá grafické znázornění na obr. 1. Rovněž mírně kolísavý je poměr depozitu zadrženého v listových úžlabích a na čepelích (listový povrch v průměru obnáší 1,5—2 X více depozitu než úžlabí, po změně k bezdeštnému počasí až 2,6 X víc). Počasí v intervalu lze povšechně charakterizovat dvěma odlišnými periodami — první, delší (od 14. 7. do 22. 7.) se vyznačovalo nepřetržitou oblačností s vydatnými srážkami (s maximem 20. 7.), zatímco od 23. 7. dochází ke zlomu k jasnému a teplému období. Nejméně vyrovnaný průběh má spád, který svou extrémní hodnotou 21. 7. v součinnosti s vysokým srážkovým úhrnem výrazně zasáhl do chodu depozice.



1. Diagram sledovaných charakteristik v pokusném období. Absolutní depozit (g): D (depozit v sedimentačních dutinách), L (depozit v listových čepelích), vzájemný poměr D a L vyjádřen číselně; biomasa (g sušiny) — tenké sloupce; srážky (mm) — čárkovaně; spad (g) — čerchovaně — Diagram of the characteristics studied in the test period. Absolute deposit (g): D (deposit in sedimentation cavities), L (deposit in leaf blades), the ratio of D and L expressed numerically; biomass (g dry matter) — thin columns; rainfall (mm) — dash line; fallout (g) — dot-and-dash line



2. Diagram hodnot specifického depozitu (poměr: depozit/biomasa; mg.g⁻¹); čerchovaná křivka — v poměru zahrnuta celková biomasa; čárkovaná křivka — v poměru zahrnuta pouze listová biomasa; plně vyznačena spojnice průměrných hodnot vždy tři po sobě následujících odběrových souborů — Diagram of the values of specific deposit (deposit:biomass ratio; mg per g); dot-and-dash curve — the ratio includes total biomass; dash curve — the ratio includes only the biomass of leaves; solid line — connecting line of the mean values for each group of three successive sample sets



3. Průběh hodnot korelačního koeficientu depozit-biomasa doplněný o úhrny denních srážek v pokusném období — The values of the correlation coefficients of deposit-biomass, complemented by the sums of daily rainfall in the test period

Aby bylo možné srovnávat časově řazená data, je vhodné použít relativizovaných hodnot, nejlépe poměru depozit/biomasa (v $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$), resp. specifický depozit (obr. 2). Hodnoty nepravidelně kolísají se značným variačním rozpětím. Teprve ke konci sledovaného období je nápadný absolutní pokles hodnot i rozkolísanosti v odběrových souborech, což evidentně souvisí se změnou počasí z deštivého k radičnímu. Nejnápadnější je (maximální) variační rozpětí hodnot ve srážkově bohatém dni (20. 7.) doprovázené vzápětí poklesem — následujícího dne (21. 7.) dochází ke koincidenci dvou faktorů: mimořádně vysokého spadu a silných srážek, což lze vysvětlit pouze fenoménem dálkového transportu částic (analýza zachyceného spadu v kolektorech hypotézu potvrzuje — zbarvení a chemické složení částic provedené rentgenovou difrakcí nasvědčuje alochtonnímu původu [spraše], Rauch (ústní sdělení). Vyneseme-li specifický depozit pouze pro listovou biomasu (spodní, čárkovaná křivka na obr. 2), vidíme (20. — 21. 7.) naopak růst, tzn., že na jednotku biomasy listů připadá zvyšující se podíl depozitu. Tento protichůdný trend u obou křivek je nápadný pro svůj výskyt pouze u uvedeného data odběrů, ve všech ostatních si křivky uchovávají směr shodný, i když s různou strmostí. Můžeme vyvodit, že tato skutečnost potvrzuje hypotézu [Brabec et al., 1981], že variabilita depozičních charakteristik je způsobena převážně stonkovými útvary, tj. rozmanitou velikostí, tvarem a počtem úžlabních sedimentačních dutin na každé rostlině.

„Vyhladit“ rozkolísanost může pomoci jednoduchá operace — sloučení každých tří po sobě následujících odběrových souborů a vynesení jejich průměru. Křivka takto získaných průměrných hodnot odhalí základní trend během delších úseků: za dlouhého deštivého období (14. až 22. 7.) jde o lineární mírný vzestup (sycení porostu depozitem, spjaté se srážkami), během následujícího období slunečného počasí (23. až 27. 7.) bez srážek jde o poměrně strmý lineární pokles (i přes relativně vysoký spád — z toho vyplývá potvrzení domněnky o mnohem slabší retenční schopnosti suchých listových povrchů, z nichž mohou být volně deponované částice snadno erodovány; k změně trendu může přispívat zrychlení růstu kukuřice po vydatné zálivce pod silnou sluneční radiací a za příhodných teplot — růst pak přesahuje proces depozice a hodnota depozit/biomasa klesá).

Ještě průkaznější ve vztahu k rozkolísanosti poměru depozit/biomasa v období dlouhivého růstu plodiny je vynesení hodnot korelačního koeficientu depozit/biomasa (obr. 3). Hodnoty varírují den ze dne a v několika případech nabývá hodnota korelace záporného znaménka (extrémně nízká hodnota připadá na 20. 7., kdy bylo zaznamenáno maximum denních srážek, což potvrzuje vliv výrazných srážkových epizod na „pokazení“ korelace — to bylo prozatím pozorováno v měřítku celé vegetační sezóny — Kovář (1983b), zde je fenomén zvýrazněn v detailu několikadenní sekvence).

Literatura

- BRABEC, E. — KOVÁŘ, P. — DRÁBKOVÁ, A.: Particle deposition in three vegetation stands: seasonal change. *Atmospheric Environment*, 15, 1981, s. 583-587.
- CHAMBERLAIN, A. C.: Fallout of lead and uptake by crops. *Atmospheric Environment*, 17, 1983, s. 693-706.
- DATTA, S. C.: Plants as monitors of air pollution. *Science and Culture*, 47, 1981, s. 20-23.
- KHEMANI, L. T. — NAIK, M. S. — MOMINI, G. A. — KACHRE, K. S. D. — MARY SELVAM, A. — RAMANA MURTY, B. V.: A study of the gaseous and particulate pollutants in the environment of a thermal power plant project area. *Water Air Soil Pollut.*, 13, 1980, s. 303-316.
- KOVÁŘ, P.: Zachycování a zadržování pevných aerosolů vegetací. *Stud. Inform. ÚVTIZ, Ochrana a tvorba životního prostředí v zemědělství a lesnictví*, 1983a, č. 1, s. 5-51.
- KOVÁŘ, P.: Povrchová depozice částic u vybraných rostlinných porostů se zaměřením na zemědělské kultury. [Kandidátská dis. práce.] *Knih. Bot. Úst. ČSAV Průhonice u Prahy*, 1983b, s. 1-191.
- KOVÁŘ, P.: Pollution problem in agroecosystems: Transport of atmospheric particles in a grass stand and in a maize stand (Balance field study). In: BRANDT, J. — AGGER, P. (eds.) *Proc. 1st Inter. Seminar of IALE "Methodology in Landscape Ecological Research and Planning"*, Roskilde, Denmark, October 15-19, 1984. Vol. II: Theme II. Methodology and Techniques of Inventory and Survey, 1984, s. 121-126.
- KOVÁŘ, P. — BRABEC, E. — HOLUBOVÁ, J.: Particle deposition in Prague grasslands. *Ekológia (ČSSR)*, 1, 1982, č. 2, s. 251-256.
- KRAJÍČKOVÁ, A. — MEJSTRÍK, V.: The effect of fly ash particles on the plugging of stomata. *Environ. Pollut., Ser. A*, 36, 1984, s. 83-93.
- MEJSTRÍK, V. a kol.: Ecotoxicological study on the trace element transport in the environment. *Sci. Total Environ.* (v tisku).
- SANHUEZA, E. — AFRICANO, M. — ROMERO, J.: Air pollution in tropical areas. *Sci. Total Environ.*, 23, 1982, s. 3-10.

THORP, J. M. — SCOTT, B. C.: Preliminary calculations of average storm duration and seasonal precipitation rates for the northeast sector of the United States. *Atmospheric Environment*, 16, 1982, s. 1763-1774.

Došlo dne 20. 3. 1985

КОВАРЖ, П. — БРАБЕЦ, Э. (Ботанический институт ЧСАН, Пругонице): Влияние погоды на накопление загрязняющих частиц в растительной поросли. *Rostl. Výr.*, 31, 1985 (11) : 1197-1204.

В опыте, ориентированном на кратковременное непрерывное наблюдение за накоплением загрязняющих частиц в культуре кукурузы (с 14. 7. по 27. 7.), подтвердилась достоверность влияния определенных метеорологических эпизодов. Оказалось, что в обильные осадками периоды стимулируется накопление депозита частиц в структуре посевов культур травянистого типа при одновременном повышении вариативности значений удельного депозита и нарушении взаимоотношения между депозитом и биомассой. Вариативность несомненно обусловлена морфологией листовых пазух, определяющих объем общего седиментационного пространства растения, что особо четко проявляется в дождливые периоды. Пластинки листьев задержали в среднем от 0,05 до 0,1 г депозита на одно растение, что в относительных значениях представляет в 1,5—2 раза больше депозита, чем количество депозита в пазухах листьев, а после перехода к погоде без дождей — до 2,6 раза. Случайное совпадение ливневых осадков с дальним транспортом частиц свидетельствует о функции вымывания дождем частиц из воздуха и о большой доле этого рода имиссии в общей депозиции загрязняющих частиц в посевах.

накопление частиц; осадки; кукуруза; морфология растения

KOVÁŘ, P. — BRABEC, E. (Botanical Institute, Czechoslovak Academy of Sciences, Průhonice): *The Effect of Weather on the Deposition of Pollutant Particles in a Plant Stand*. *Rostl. Výr.*, 31, 1985 (11) : 1197-1204.

The significance of distinct meteorological episodes was demonstrated in a trial aimed at a short-time continuous investigation of the deposition of particles in a maize stand. Evidence was obtained proving that the accumulation of deposit in stand structure (a graminoid type of crop) is stimulated in the periods rich in rainfall; the fluctuation of the values of specific deposit is increased and the deposit-biomass correlation is rather loose at the same time. The variability appears to be caused by the morphology of the stem formations (leaf axils) which determine the total sedimentation space on the plant; this is particularly marked in rainy periods. The leaf blades captured 0.05—0.1 g of deposit per plant, on an average, which is (in relative values) 1.5 times to twice more deposit as accumulated in the leaf axils, and up to 2.6 times more when rainless weather set in. Coincidence in the occurrence of rainstorms and long-distance particle transport suggests that the particles are washed from the air by rain and that this process is markedly involved in the deposition of this fallout in stands.

particle deposition; rainfall; maize; plant morphology

KOVÁŘ, P. — BRABEC, E. (Botanisches Institut der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften, Průhonice): *Einfluss des Wetters auf die Ablagerung von verunreinigenden Partikeln im Pflanzenbestand*. *Rostl. Výr.*, 31, 1985 (11) : 1197-1204.

In einem auf eine kurzfristige, aber systematische Untersuchung der Ablagerung von Partikeln im Maisbestand (14. 7.—27. 7.) orientierten Versuch wurde die Bedeutung der ausgeprägten meteorologischen Episoden bestätigt. Es zeigte sich, dass in Perioden mit hohen Niederschlägen das Anhäufen der in der Bestandsstruktur abgelagerten Partikel bei gleichzeitiger Steigerung der Schwankung der Werte der spezifischen Ablagerung und bei Störung der Korrelation „Ablagerung-Biomasse“ stimuliert wird. Die Variabilität ist offenkundig auf die Morphologie der Blattachsen

zurückzuführen, die die Quantität des Gesamtsedimentationsraumes der Pflanze bestimmen, was besonders während der Regenperioden zum Ausdruck kommt. Die Blattspreiten fingen im Durchschnitt 0,05—0,1 g Ablagerungen je Pflanze auf, was in Relativwerten 1,5—2X mehr Ablagerungen als in den Blattachseln, nach dem Wettersturz zur regenlosen Witterung bis 2,6X mehr Ablagerungen bedeutet. Die zufällige Übereinstimmung im Auftreten der Regengussniederschläge und des Ferntransportes der Partikel deutet auf das Auswaschen der Partikel aus der Atmosphäre und auf einen beträchtlichen Beitrag dieses Befalls zur Ablagerung im Pflanzenbestand hin.

Ablagerung der Partikel; Niederschläge; Mais; Pflanzenmorphologie.

Adresa autorů:

RNDr. Pavel Kovář, CSc., Eduard Brabec, Botanický ústav ČSAV, 252 43 Průhonice

KONTAMINACE ROSTLIN A PŮD TĚŽKÝMI KOVY V PRAŽSKÉ AGLOMERACI

S. Leblová, E. Špirhanzlová, J. Dvořáková

LEBLOVÁ, S. — ŠPIRHAZLOVÁ, E. — DVOŘÁKOVÁ, J. (Přírodovědecká fakulta UK, Praha): *Kontaminace rostlin a půd těžkými kovy v pražské aglomeraci*. Rostl. Výr., 31, 1985 (11) : 1205-1214.

Účelem práce bylo přispět k poznání míry kontaminace pražské aglomerace těžkými kovy. Z kovů bylo pomocí atomové absorpční spektroskopie (AAS) sledováno množství olova, mědi, kobaltu, kadmia, niklu a zinku ve vzorcích vegetace i povrchových vrstvách půd. Odběry byly provedeny třikrát během roku 1984 na 11 lokalitách Prahy a okolí s rozdílně exponovanými bodovými zdroji kontaminace, frekvencí dopravy, zástavbou atd. Rostliny a půda jsou v Praze silně kontaminovány zinkem, olovem, mědí, obsahy kobaltu a niklu jsou řádově nižší. Podle míry výskytu lze seřadit kovy do řady od nejhojnějšího Zn přes Pb, Cu a Ni k Co a Cd ve vegetaci, i půdě shodně. Obsah v povrchových vrstvách půd je však až řádově vyšší než ve vegetaci. Obsah kovů v biotické i abiotické složce silně závisí na lokalitě: středové oblasti Prahy jsou kontaminovány výrazně, okrajové rekreační nikoliv.

pražská aglomerace; těžké kovy; vegetace; kontaminace; analytické postupy

Při studiu životního prostředí se do popředí zájmu dostává sledování účinku těžkých kovů na organismy. Ve světové literatuře se ročně sta příspěvků zabývají novými poznatky o zásahu těžkých kovů do biochemických i fyziologických pochodů (Ottaway, 1980; Harrison a Hoae, 1980; McKinney, 1981; Bencko et al., 1984). Je proto pochopitelné, že vyspělé státy se snaží omezit výskyt těžkých kovů, jimiž je organismus zatěžován, vylepšováním technologických postupů spojených s nežádoucím uvolňováním kovů do biosféry. Současně se sledují koncentrace těžkých kovů v životním prostředí. Rovněž v Praze je koordinován výzkum kontaminace pražské aglomerace Ateliérem životního prostředí ÚHA. Do této studie je rovněž zapojeno naše pracoviště.

V předkládané práci věnujeme pozornost obsahu těžkých kovů (Co, Cd, Cu, Ni, Pb, Zn) v rostlinách a povrchových vrstvách půd, odebraných na 11 lokalitách pražské aglomerace. Práce obsahuje popis postupu pro přípravu extraktu kovů z půd a vegetace vhodného pro proměření pomocí atomové absorpční spektroskopie (dále AAS) a dokumentuje míru kontaminace rostlin a povrchových vrstev půd.

MATERIÁL A METODY

ODBĚR, PŘÍPRAVA A ANALÝZY VZORKŮ ROSTLIN

Experimentálním materiálem byly jednotně na všech sledovaných lokalitách pražské aglomerace listy bezu černého (*Sambucus nigra*). Byly odstříhány nerez nůžkami pokud možno na všech stranách keřů a v různé výši. Odebírali jsme množství asi 0,5 kg. Listy byly zváženy, vloženy do plátěných sáčků a předsušeny asi 2 hodiny při 80 °C. Poté byly ve skleněných kádinkách sušeny do konstantní hmotnosti při 110 °C. Usušené listy byly jemně rozmělněny a uloženy do polyetylénových prachovnic. Extrakci kovů z usušených rostlin jsme prováděli třemi způsoby (Mavrodineau, 1977; Rove, 1973).

Mineralizace na suché cestě: vzorky byly spalovány 5 hodin v muflové peci při teplotě 450 °C v porcelánových kelímcích přikrytých víčky. Získaný popel byl extrahován 10 ml kyseliny dusičné, která byla odpařena na pískové lázni na objem ca 2–3 ml. Po filtraci byl vzorek doplněn na konečný objem 25 ml deionizovanou vodou.

Mineralizace směsí HNO₃ + HClO₄ + HF: k 1–2 g přesně naváženého vzorku bylo přidáno 10 ml HNO₃ ředěné 1:1 vodou. Po několikahodinovém stání byla směs zahřívána po přidání další dávky 10 ml HNO₃ a poté s 5 ml HNO₃ a 2 ml HClO₄. Vzorek byl odpařen téměř do sucha. Po přidání 15 ml HF byla směs zahřívána opět téměř k odpaření do sucha a zbytek v teflonových kádinkách byl rozpuštěn v H₂O, filtrován a objem byl doplněn do 50 ml deionizovanou vodou.

Mineralizace s HNO₃ + H₂O₂: 1–2 g přesně odváženého vzorku byly přelity 20 ml HNO₃ ředěné v poměru 1:1. Druhý den byly odpařeny na pískové lázni do sucha a přelity další dávkou 20 ml HNO₃. Směs byla zahřívána do vyjasnění. Do studené směsi byly pipetovány 2 ml 30% H₂O₂ a baňky opět zahřívány. Po odbarvení vzorku byl obsah zahuštěn na minimální objem, naředěn vodou, filtrován a objem doplněn deionizovanou vodou na 25 ml.

Pro všechny postupy mineralizace byl stanoven variační koeficient a směrodatná odchylka. Získané hodnoty jsou zachyceny v tabulce I. Vyplývá z ní, že:

I. Střední hodnoty ($\bar{x}$), směrodatná odchylka (s) a variační koeficienty ($v.k.$) pro dva používané mineralizační postupy — The mean values ($\bar{x}$), standard deviation (s) and variation coefficients ($v.k.$) for the two methods of mineralization

Způsob mineralizace		$\bar{x}$ (μg/g)	s (μg/g)	$v.k.$ (%)
Pb	Suchá cesta	19,58	0,898	4,59
	Mokrá cesta (dusičná, chloristá, fluorovodíková)	18,76	1,6	8,5
Ni	Suchá cesta	4,846	0,604	12,20
	Mokrá cesta	5,38	0,365	6,78
Cd	Suchá cesta	0,367	0,026	7,35
	Mokrá cesta	0,25	0,10	42,70
Co	Suchá cesta	1,39	0,091	6,50
	Mokrá cesta	0,455	0,26	57,14
Zn	Suchá cesta	41,10	5,20	12,60
	Mokrá cesta	67,65	3,89	5,75
Cu	Suchá cesta	13,246	0,70	5,34
	Mokrá cesta	17,782	1,11	6,25

— mineralizace na suché cestě je zatížena chybou pohybující se u šesti námi sledovaných prvků v rozmezí 4,6–12,6 %. Hodnota variačního koeficientu je vyšší než 10 % pouze při stanovení niklu a zinku. Ve srovnání s oběma dalšími postupy je tato rychlá metoda zatížena nejmenší chybou;

— mineralizace se směsí kyselin, přestože je zatížena chybou pohybující se v rozmezí 5,7–54,1 %, je považována za metodu nejspolehlivější. Umožňuje nejdokonalější extrakci kovů, jak jsme se sami přesvědčili při sériové práci s nejrůznějším rostlinným materiálem. Pro sériová stanovení je tato metoda značně náročná na čas, vyžaduje teflonové nádoby, vzorky se musí velmi pečlivě zpracovávat a přesto nelze vyloučit nebezpečí výbuchu;

— mineralizace s kyselinou dusičnou a peroxidem je mnohem méně pracná než metoda předchozí. Extrakce kovů však není zdaleka tak dokonalá jak s přidavkem kyseliny fluorovodíkové a chloristé. V případě jehličí nebo obilných klasů lze doporučit pouze postup s kyselinou fluorovodíkovou a chloristou jako spolehlivý.

ODBĚR, PŘÍPRAVA A ANALÝZY PŮDNÍCH VZORKŮ

Povrch půd byl odebírán bezprostředně u rostlin, z nichž byly analyzovány listy. K odběru byla použita upravená fotografická miska, seříznutá hrana umožňovala odebrat asi 1 cm mocnou vrstvu.

Dobře prosušená zemina byla prosáta sítím o konstantní velikosti otvorů. Čtyřikrát bylo naváženo 5 g vzorku do Erlenmayerových baněk. Vzorky byly protřepávány s 100 ml 1 N HNO₃ hodinu při laboratorní teplotě, extrakt filtrován přes skládaný filtr.

Koncentrace kovů v extraktu byla měřena pomocí AAS s chybou danou směrodatnou odchylkou pro Ni = 11 %, Co = 20 %, Pb = 9 %, Ni = 4 %, Cd = 5 %, a Zn = 7 %.

PROMĚŘENÍ VZORKŮ POMOCÍ AAS

Koncentrace požadovaných kovů byla proměřena na přístroji Video II AA — AS Spectrophotometer 951 fy Instrumentation Laboratory s použitím atomizace v plameni acetylén — vzduch při dvoukanálovém dvouapaprskovém uspořádání. Tiskárna přístroje uvádí přímo koncentraci měřeného vzorku v původním vzorku odečítaném z šestibodové kalibrační křivky a přepočteném z objemu zředovacího roztoku na původní navážku. Vzhledem k tomu, že u žádného ze stanovených prvků nebylo zjištěno nebezpečí ovlivnění výsledků ostatními složkami matrice dodaných roztoků, byly pro kalibraci použity čisté standardy bez modelovacích příměsí. Rovněž od korekce pozadí proti neselektivní absorpci (doporučované především pro Zn a Cd) bylo ve většině případů upuštěno.

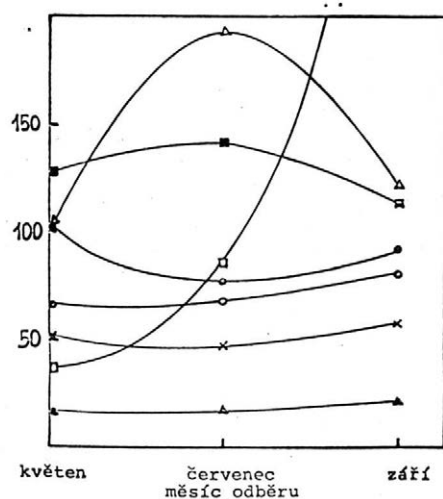
VÝSLEDKY A DISKUSE

V předkládané práci jsme sledovali obsah těžkých kovů v povrchových vrstvách půd a ve vegetaci na vytypovaných lokalitách pražské aglomerace. Lokality byly voleny tak, aby postihly velkou rozrůzněnost prostředí pražské aglomerace. Některé jsou situovány v pražské kotlině, jiné na vyvýšených okrajích Prahy, některé leží v husté zástavbě, jiné blízko komunikací. Zahrnuty jsou rovněž rekreační oblasti Prahy (tab. II).

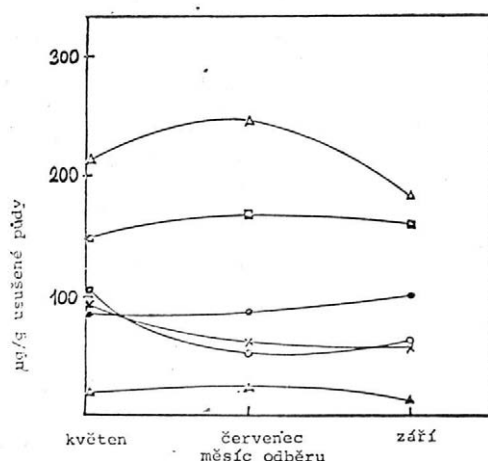
Na těchto 11 lokalitách byly postupem popsaným v metodické části odebrány vzorky vegetace a půd třikrát během roku (duben, červenec a konec září) a analyzovány na olovo, zinek, měď, kobalt, kadmium a nikl. Letní sběr byl proveden opakovaně během dvou dnů: poprvé po delší periodě sucha, podruhé bezprostředně po dešti. Mezi obsahem kovů nebyl nalezen rozdíl.

II. Lokality pražské aglomerace, na nichž byly odebírány vzorky bezu černého a povrchových vrstev půd — The localities of the Prague agglomeration where samples were taken from European elder and from the surface layers of soil

Lokalita	Charakterizace	Vzdálenost od komunikace
Karlovo náměstí	park proti Faustovu domu	10 m
nám. Jiřího z Poděbrad	střed náměstí u farní zahrady	40 m
Riegrový sady	parčík u tělocvičny	10 m
Dělnická	parčík, křižovatka s ul. na Maninách	20 m
Palmovka	u křižovatky	5 m
Prosek	okraj staveniště	50 m
Divoká Šárka	hráz koupaliště Džbán	
Smíchov	parčík nám. 14. října	50 m
Jílská	Rajský dvoreček, dům č. 8	20 m
Smetanovo nábřeží	parčík	20 m
Lahovice	silnice u odbočky na Radotín	3 m



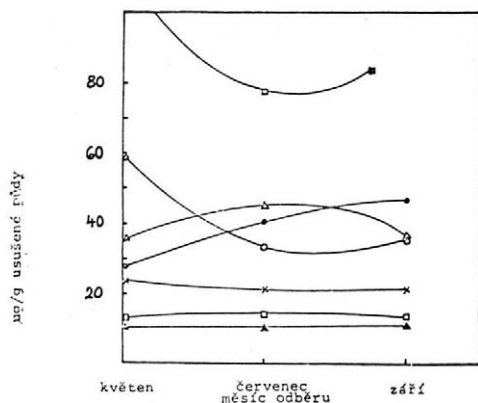
1. Obsah Pb ve vrchních vrstvách půd pražské aglomerace během vegetačního období — The content of Pb in the upper layers of the soils of the Prague agglomeration during the growing season



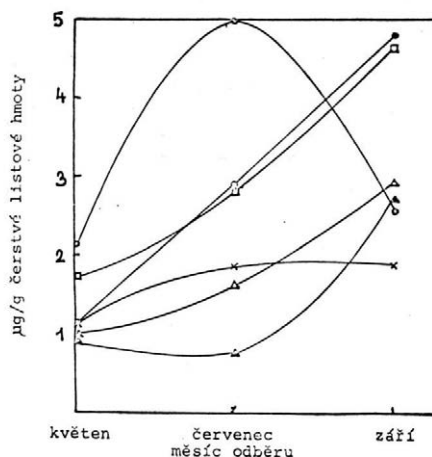
2. Obsah zinku ve vrchních vrstvách půd pražské aglomerace během vegetačního období — Zinc content in the upper layers of the soils of the Prague agglomeration in the growing season

—●— Karlovo náměstí
—○— nám. Jiřího z Poděbrad
—×— Riegrový sady
—▲— Šárka

—△— Jílská
—□— Lahovice
—■— Palmovka



3. Obsah mědi ve vrchních vrstvách půd pražské aglomerace během vegetačního období — Copper content in the upper layers of the soils of the Prague agglomeration during the growing season

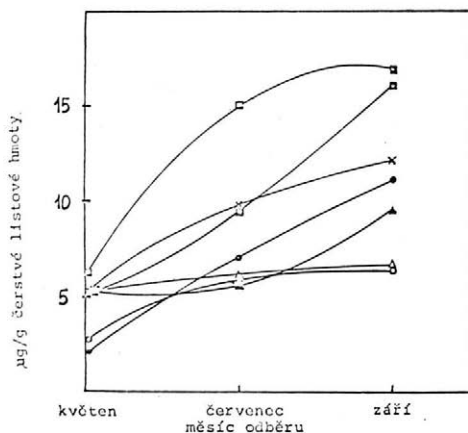


4. Obsah olova v listech bezu černého rostoucího na pražských lokalitách — Lead content in the leaves of European elder growing at the Prague localities

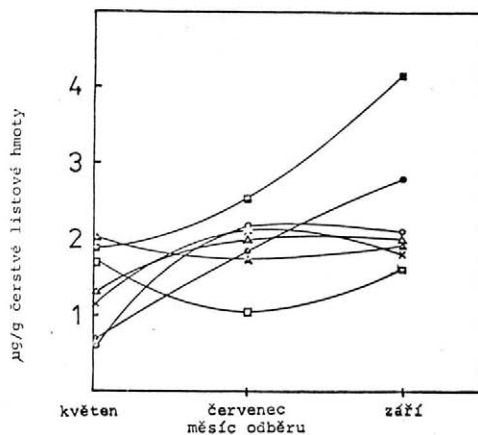
V tabulce III a IV jsou koncentrace šesti studovaných kovů obsažené ve výluhu půd a listech. Část výsledků je zpracována formou grafů (obr. 1 až 6). Hodnoty v grafech i tabulkách jsou průměrem nejméně tří paralelních stanovení.

Z tabulek vyplývá, že:

— v povrchových vrstvách půd je zastoupen v daleko největší koncentraci zinek, dále s poklesem koncentrací následuje olovo, měď, nikl, kobalt a kadmium; pořadí koncentrací je shodné u odběru na jaře, v létě i na podzim;



5. Obsah zinku v listech bezu černého rostoucího na pražských lokalitách — Zinc content in the leaves of European elder growing at the Prague localities



6. Obsah mědi v listech bezu černého rostoucího na pražských lokalitách — Copper content in the leaves of European elder growing at the Prague localities

III. Koncentrace Pb, Cu, Zn, Cd, Co, Ni v extraktech vrchních vrstev půd na pražských lokalitách během vegetačního období. Koncentrace kovů udány jako $\mu\text{g/g}$ usušené půdy — The concentrations of Pb, Cu, Zn, Cd, Co, Ni in the extracts of the upper soil layers at the Prague localities during the growing season. The concentrations of the metals are given as μg per g of oven-dry soil

Lokalita		Pb	Cu	Zn	Cd	Co	Ni
Karlovo nám.:	jaro	102,7	38,4	89,8	0,7	2,4	7,1
	léto	78,0	40,7	89,5	0,7	4,9	11,5
	podzim	95,3	46,7	101,7	0,5	4,4	14,4
nám. Jiřího z Poděbrad:	jaro	65,6	58,0	103,1	0,6	1,5	4,4
	léto	69,3	33,7	54,9	0,5	6,1	10,5
	podzim	70,7	35,8	64,9	0,2	5,2	8,8
Riegrovy sady:	jaro	49,9	23,6	95,2	0,7	1,4	4,7
	léto	48,0	21,3	64,8	0,3	2,7	7,4
	podzim	58,7	21,4	63,2	0,4	0,9	5,8
Dělnická:	jaro	85,8	48,1	223,0	0,9	2,4	6,2
	léto	116,0	55,3	171,5	1,1	4,7	9,3
	podzim	99,3	49,2	189,1	1,0	1,8	7,8
Palmovka:	jaro	128,3	24,1	150,5	1,4	2,7	10,7
	léto	142,0	77,9	169,6	1,0	3,6	12,8
	podzim	114,0	84,3	166,1	1,0	1,2	9,2
Prosek:	jaro	81,9	22,5	123,0	2,8	3,7	11,1
	léto	72,7	23,0	133,1	2,5	5,2	9,7
	podzim	72,0	20,4	121,1	2,3	6,4	9,2
Šárka:	jaro	17,8	10,1	19,1	0,2	1,3	3,7
	léto	18,7	10,5	22,9	0,3	3,3	7,3
	podzim	22,7	11,2	14,3	0,1	2,3	3,6
Smíchov:	jaro	71,9	43,3	108,4	0,9	2,0	7,3
	léto	46,0	29,4	101,1	0,9	5,6	9,1
	podzim	84,0	36,0	58,1	0,4	2,3	5,4
Jílská:	jaro	103,9	36,8	216,7	1,5	2,7	5,5
	léto	194,7	45,0	248,5	0,8	4,8	5,1
	podzim	122,7	36,5	186,5	0,7	4,3	4,4
Smetanovo nábřeží:	jaro	89,6	102,4	351,9	6,2	4,1	19,6
	léto	95,0	107,6	303,7	5,0	6,7	19,5
	podzim	97,3	103,4	317,5	5,8	7,1	20,7
Lahovice:	jaro	38,0	13,7	53,4	0,7	1,9	4,6
	léto	88,0	14,2	172,9	0,7	3,3	9,1
	podzim	316,0	13,0	407,0	1,4	4,5	6,0

IV. Koncentrace Pb, Cu, Zn, Cd, Co, Ni ve zmineralizovaných listech bezu černého na pražských lokalitách. Koncentrace kovů udány jako $\mu\text{g/g}$ suché hmotnosti pleťiva — The concentrations of Pb, Cu, Zn, Cd, Co, Ni in the mineralized leaves of European elder at the Prague localities. The concentrations of the metals are given as μg per g of tissue dry-matter weight

Lokalita		Pb	Cu	Zn	Cd	Co	Ni
Karlovo nám:	jaro	8,94	5,92	32,06	0	0,50	1,58
	léto	13,80	8,83	40,80	0	1,50	2,80
	podzim	24,48	14,31	61,52	0,1	3,17	4,65
nám. Jiřího z Poděbrad:	jaro	16,60	4,77	31,67	0	0,82	0,57
	léto	24,70	10,90	32,40	0,02	0,03	2,10
	podzim	12,93	10,73	37,10	0	1,59	3,78
Riegrovy sady:	jaro	7,12	7,51	33,50	0	0,71	1,50
	léto	8,90	10,90	47,50	0	0,50	5,60
	podzim	9,45	10,73	68,93	0,1	1,38	6,08
Dělnická:	jaro	8,83	11,41	32,39	0,01	0,57	1,64
	léto	12,40	13,43	59,42	0	1,80	2,10
	podzim	19,37	21,82	71,03	0,15	1,69	3,83
Palmovka:	jaro	7,16	12,34	46,58	0	0,54	1,73
	léto	13,70	12,10	71,80	0,12	1,80	4,23
	podzim	24,53	21,21	94,08	0,26	0,92	3,32
Prosek:	jaro	6,25	7,61	26,85	0	0,43	1,59
	léto	6,65	7,46	37,16	0,17	0,98	0,63
	podzim	10,05	13,90	48,24	0,15	1,74	4,85
Šárka:	jaro	4,50	9,93	25,50	0	0	1,26
	léto	3,72	7,09	28,77	0,15	0,33	0,33
	podzim	13,85	10,17	47,42	0,51	1,07	3,83
Smíchov:	jaro	26,00	9,65	51,65	0,04	—	3,25
	léto	17,58	8,15	39,66	0,11	1,45	1,62
	podzim	24,48	11,91	85,54	0	1,69	5,42
Jílská:	jaro	8,12	10,84	41,65	0	0,99	3,80
	léto	7,72	10,00	36,00	0,08	1,04	1,37
	podzim	14,97	9,96	41,24	0	1,23	2,85
Smetanovo nábřeží:	jaro	6,63	8,90	26,76	0,06	3,60	3,00
	léto	13,71	9,85	39,10	0,16	1,46	2,48
	podzim	21,56	14,87	69,85	0	4,45	5,16
Lahovice:	jaro	9,34	9,28	29,10	0,22	0,77	2,84
	léto	13,73	4,92	44,41	0,13	1,12	0,53
	podzim	23,76	8,23	86,87	0,10	2,61	3,42

	Pb	Cu	Zn	Cd	Co	Ni
Zemská kůra*)	12,5	55,0	70,0	0,20	25,0	75,0
Půdy*)	10,0	20,0	50,0	0,06	8,0	40,0
Pražské půdy (rok 1983)	102,1	56,3	168,1	1,27	3,5	9,2
Pražské půdy (rok 1984)	89,6	40,5	141,4	1,35	3,6	9,2
Půdy středu Prahy (rok 1984)	110,0	60,3	198,4	1,89	3,9	10,9
Půdy okraje Prahy (rok 1984)	19,7	10,6	18,8	0,20	2,3	4,9

*) = Vinogradov, 1954

— v pletivech rostlin je seřazení kovů podle výskytu analogické: zinku je více než olova, následuje měď, nikl, kobalt a kadmium. Šest sledovaných kovů lze podle koncentrací, v nichž jsou přítomny v listech, rozdělit do čtyř skupin: v množství do $0,60 \mu\text{g/g}$ je přítomno kadmium, maximálně do $6,0 \mu\text{g/g}$ nikl a kobalt, nad touto hladinou olovo a měď a v desítkových koncentracích zinek;

— obsah kovů v půdách je vyšší než v rostlinách, v některých případech (Pb, Cd) dokonce řádově.

Z předběžného statistického hodnocení vyplývá, že:

— faktor lokalita je statisticky významný — obsah kovů je rozdílný podle odběrové lokality; nejvyšší obsahy kovů mají ve vegetaci i půdách středové oblasti Prahy;

— faktor roční období je pro rostliny významný u olova, kde je výrazný nárůst koncentrace mezi jarem a podzimem.

Vzorky půd jsou v Praze výrazně kontaminovány olovem, měďí, zinkem a kadmíem. Množství těchto čtyř prvků je v půdách středových lokalit vyšší než je průměr zemské kůry (tab. V). Tento poznatek signalizuje nebezpečí kontaminace, neboť kovy z půdy se mohou dostat do biotických složek. Jednou možností je příjem kovů kořeny rostlin (a to i v zahradnictví — viz Lahovice), další možností je vdechování aerosolů a konečně třetí je kontaminace rukou zahradníků, uklízečů, ale i dětí při hrách na hřištích, v parcích i ulicích. Pomocí regresní analýzy bylo zjištěno, že z množství kovů přítomných v půdě ulpívá na rukou 21 % niklu, 17 % zinku, 11 % olova a 10 % mědi (Leblová et al., 1984). U vegetace je především znepokojivě vysoký obsah olova (pokud by šlo o potravu — až desetinásobný obsah oproti hygienické normě). Snad situaci vyřeší zavedení benzínů s omezeným obsahem olova.

Z předběžných výsledků přinejmenším vyplývá: je nanejvýš potřebné pokrýt maximum ploch v Praze zelení. Vedle účinnu estetického a příznivého efektu zeleně spojeného s ozdravením ovzduší díky fotosyntéze se rovněž sníží koncentrace těžkých kovů v prostředí a výrazně se sníží prašnost.

Poděkování

Za proměření vzorků děkujeme pracovníkům laboratoře PÚD'S ing. Kameníčkové a ing. Halešovi.

Literatura

- BENCKO, V. — CIKERT, M. — LENER, J.: Toxické látky v pracovním prostředí člověka. Avicenum, Praha 1984.
- HARRISON, P. M. — HOARE, R. J.: Metals in Biochemistry. Chapman and Hall, London and NY 1980.
- Mc KINNEA, J. D.: Environmental Health Chemistry. Ann Arbor Science, Michigan 1981.
- LEBLOVÁ, S. — EICHLEROVÁ, I. — LEBL, J. — PÍCHAL, Z.: Stanovení těžkých kovů v povrchových vrstvách půd, kontaminace rukou. Acta hygienica, epidemiologica et microbiologica, 1984, příloha, č. 2, s. 47.
- MAVRODINEANU, R.: Procedures used at the national bureau of standards to determine selected trace elements in biological and botanical materials. U. S. Department of Commerce, Washington 1977.
- OTTAWAY, J. H.: The Biochemistry of Pollution. Edwards Arnold Pub., London 1980.
- ROWE, C. J.: Food analysis by atomic absorption spectroscopy. Varian Techtron Pty, Ltd. Springvale 1973.
- VINOGRADOV, A. P.: Geochemie seltener und nur in Spuren vorhandenen chemischer Elemente in Boden. Akademie Verlag, Berlin 1954.

Došlo dne 8. 10. 1984

LEBLOVÁ, S. — ŠPIRIGANZLOVÁ, E. — DVORŽÁKOVÁ, J. (Přírodovědecký fakultet Karlova univerzity, Praha): *Загрязнение растений и почв тяжелыми металлами в пражской агломерации*. Rostl. Výr., 31, 1985 (11) : 1205-1214.

Цель работы заключалась в том, чтобы помочь определить степень загрязнения пражской агломерации тяжелыми металлами. Из металлов при помощи атомной абсорбционной спектроскопии (AAS) изучали содержание свинца, меди, кобальта, кадмия, никеля и цинка в образцах вегетации и поверхностных слоях почв. Взятия проводились трижды в ходе 1984 года в 11 местах Праги и ее окрестностей с различно сильными локальными точками контаминации, с разной частотой транспорта, с разной застройкой. Растения и почва в Праге сильно загрязнены цинком, свинцом, медью, содержанием кобальта и никеля несколько ниже. По количеству наличия можно металлы последовательно упорядочить от самого обильного цинка через свинец, медь и никель к кобальту и кадмию, соответственно в вегетации и в почве. Содержание упомянутых металлов в поверхностных слоях почв, однако, значительно выше, чем в вегетации. Содержание металлов в биотическом и в абиотическом компонентах сильно зависит от местности: центральные области Праги загрязнены весьма значительно, окраинные зоны отдыха — нет.

пражская агломерация; тяжелые металлы; вегетация; загрязнение; аналитические приемы

LEBLOVÁ, S. — ŠPIRIGANZLOVÁ, E. — DVORŽÁKOVÁ, J. (Faculty of Science, Charles University, Praha): *Heavy Metal Contamination of Plants and Crops in the Prague Urban Agglomeration*. Rostl. Výr., 31, 1985 (11) : 1205-1214.

The study was aimed at the determination of the degree of heavy-metal contamination of the Prague agglomeration. The contents of lead, copper, cobalt, cadmium, nickel and zinc in plant samples and samples of the surface soil layers were determined by means of atom absorption spectroscopy. Samples were taken three times during the year 1984 at 11 localities of the city of Prague and in the proximity of the city with different levels of exposure to contamination (point contamination sources), different traffic density, different built-up areas, etc. Plants and soil in Prague are heavily contaminated with zinc, lead and copper; the contents of cobalt and nickel are lower by an order. According to the levels of occurrence, the metals can be arranged from Zn (highest occurrence) through Pb, Cu and Ni to Co and Cd, in the soil and plants alike. However, the content of these metals in the surface soil layers is higher by an order than in the plants. The content of metals in the biotic and abiotic components highly depends on the locality: they are heavily

contaminated in the centre of Prague and only slightly contaminated in the recreational outskirts of the city.

Prague urban agglomeration; heavy metals; vegetation; contamination; analytical procedures

LEBLOVÁ, S. — ŠPIRHANZLOVÁ, E. — DVOŘÁKOVÁ, J. (Naturwissenschaftliche Fakultät der Karlsuniversität, Praha): *Kontamination der Pflanzen und Böden durch Schwermetalle in der Prager Agglomeration*. Rostl. Vyr., 31, 1985 (11) : 1205-1214.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, zur Erfassung der Stufe der Kontamination der Prager Agglomeration mit Schwermetallen beizutragen. Mit Hilfe der atomaren Absorptionsspektroskopie (AAS) wurde die Menge Pb, Cu, Co, Cd, Ni, Zn in Vegetationsproben und in Bodenoberflächenschichten untersucht. Die Entnahmen wurden dreimal im Jahre 1984 auf 11 Standorten in Prag und in der nächsten Umgebung mit unterschiedlich exponierten Punktquellen der Kontamination, mit unterschiedlicher Verkehrsfrequenz und mit unterschiedlichem Wohnungsbau vorgenommen. Sowohl die Pflanzen als auch der Boden sind in Prag beträchtlich mit Zn, Pb, Cu kontaminiert, die Gehaltswerte von Co und Ni sind bereits niedriger. Entsprechend dem Vorkommen können die Metalle in einer Reihe von dem am häufigsten vorkommenden Zn über Pb, Cu und Ni bis zum Co und Cd angeordnet werden. Und dies gleichermassen in der Vegetation als auch im Boden. Der Gehalt an oben erwähnten Metallen in den Bodenoberflächenschichten ist aber höher als es in der Vegetation der Fall ist. Der Gehalt an Metallen in der biotischen und abiotischen Komponente hängt bedeutend von der Lokalität ab: die zentralen Gebiete Prags sind beträchtlich kontaminiert, die peripheren Erholungsgebiete hingegen nur unbedeutend.

Prager Agglomeration; Schwermetalle; Vegetation; Kontamination; analytische Verfahren

Adresa autorek:

Doc. dr. Mr. Sylva Leblová, CSc., Elfrieda Špirhanzlová, Jana Dvořáková, katedra biochemie přírodovědecké fakulty UK, Albertov 230, 128 40 Praha 2

VLIV POČASÍ V LETECH 1976–1980 NA ZTRÁTOVOST SKLIZNÍ ZPŮSOBENOU ATMOSFÉRICKÝMI IMISEMI

J. Spálený

SPÁLENÝ, J. (Ústav krajinné ekologie ČSAV, Průhonice): *Vliv počasí v letech 1976–1980 na ztrátovost sklizní způsobenou atmosférickými imisemi*. Rostl. Výr., 31, 1985 (11) : 1215–1230.

Na základě údajů ústřední evidence Českého statistického úřadu v Praze byly během let 1976–1980 sledovány výnosy některých významných zemědělských plodin ve třech znečištěných okresech Severočeského kraje (Teplice, Most a Chomutov). Výnosy byly srovnávány se sklizněmi v málo znečištěném a ekologicky blízkém okrese Louny, který byl zvolen jako kontrolní. Výnosy plodin ve všech sledovaných okresech byly dále srovnávány s průměrným výnosem ČSR v tom kterém roce. Bylo konstatováno, že výsledky v jednotlivých letech značně kolísají, převážně však korelují s průměrnými výnosy ČSR. Rozdíly mezi kontrolním okresem a okresy znečištěnými se v jednotlivých letech značně liší, především v závislosti na chodu dešťových srážek. V některých letech byly rozdíly značné, jindy byl negativní vliv na rostliny, teoreticky připadající na vrub imisí, víceméně nezřetelný. Rozdíly mezi výnosy v okresech znečištěných a okrese kontrolním, vyznačujícím se citlivostí plodiny vůči průmyslovým exhalacím, byly srovnávány s výsledky modelových pokusů publikovaných v domácí i zahraniční literatuře některými autory. Bylo zjištěno, že výsledky dosažené experimentálně se někdy neshodují s výnosy dosaženými v praxi. atmosférické imise; snížení výnosů; zemědělské plodiny

Rozdílná odolnost zemědělských plodin vůči atmosférickým imisím poskytuje jistou možnost zemědělské výrobě zlepšit výnosy vhodnou volbou druhů plodin a způsobem jejich ošetřování. O diferencované odolnosti jednotlivých druhů rostlin existuje řada prací, které uvádějí výsledky pokusů nebo pozorování konaných na různých úrovních [Stoklasa, 1923; Zahn, 1961; Blattný, 1963; Barker et al., 1966; Guderian, 1977]. Byly to zvláště gazoinkubace v pokusných sklenících s umělou atmosférou, popř. hodnocení sklizní plodin pěstovaných ve vhodných nádobách nebo na pokusných plochách ve zvolených vzdálenostech od průmyslového zdroje exhalací. Srovnání výsledků dosažených jednotlivými pracovníky v různých částech světa však ukazují, že experimentální výsledky se ne vždycky shodují. Dá se předpokládat, že jednou z příčin těchto nesrovnalostí jsou různé ekologické podmínky, za kterých atmosférické škodliviny na jednotlivé druhy rostlin působily.

Cílem této práce bylo ověřit odolnost vybraných zemědělských plodin ve třech okresech Severočeského kraje, spojitě znečištěných atmosférickým SO₂. Jsou to okresy Teplice, Most a Chomutov. Pro hodnocení

sklizení bylo využito centrální evidence výnosů v jednotlivých okresech, jak je zachycuje Český statistický úřad v Praze. Výnosy byly sledovány během pětileť 1976—1980. Rozdílné podmínky v jednotlivých letech umožnily srovnávání sklizní v závislosti na různém průběhu počasí. Vlastní hektarové výnosy byly srovnány jednak s průměrnými výnosy České socialistické republiky, jednak s výnosy okresu Louny, jakožto oblastí relativně málo znečištěnou, avšak ekologicky blízkou sledované oblasti imisní.

MATERIÁL A METODY

SLEDOVANÉ PLODINY

Výnosy vybraných zemědělských plodin byly sledovány u těchto plodin: vaječná, ječmen červený dvousečný, luční porosty trvalé, cukrovka (celkem), brambory (celkem), pšenice (celkem), ječmen (celkem), ozimé a jarní žito, oves (včetně směsi s ječmenem), kukuřice a její směsi na siláž.

ZNEČIŠTĚNÍ ATMOSFÉRY VE SLEDOVANÝCH OKRESECH

Imisní oblast je nejvíce zatížena produkty spalování hnědého uhlí z tepelných elektráren: atmosférickým kyslíkem siričným a tuhými imisemi, které obsahují značné množství rozpustného síranového aniontu. V okrese Most k tomu přispívají další exhalace z místního chemického závodu: sirovodík, organické sloučeniny sulfidického charakteru, uhlovodíky, amoniak i další produkty odpadu.

Okresy imisní zóny, Teplice, Most a Chomutov, jsou spojitě znečištěny atmosférickým SO_2 (koncentrace SO_2 vyšších hodnot než $100 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ vzduchu v okrese Most 28,9 %, v okrese Teplice 19,3 % a v okrese Chomutov 11,3 % území). Okres Louny je nepoměrně čistší, neboť 86,7 % území nevykazuje koncentraci vyšší než $50 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ vzduchu (tab. I).

I. Znečištění ovzduší ve sledovaných okresech v roce 1977. Podíl ovlivněné plochy je vyjádřen v procentech — Air pollution in the districts under study in 1977. The proportion of the exposed area is given as percentage

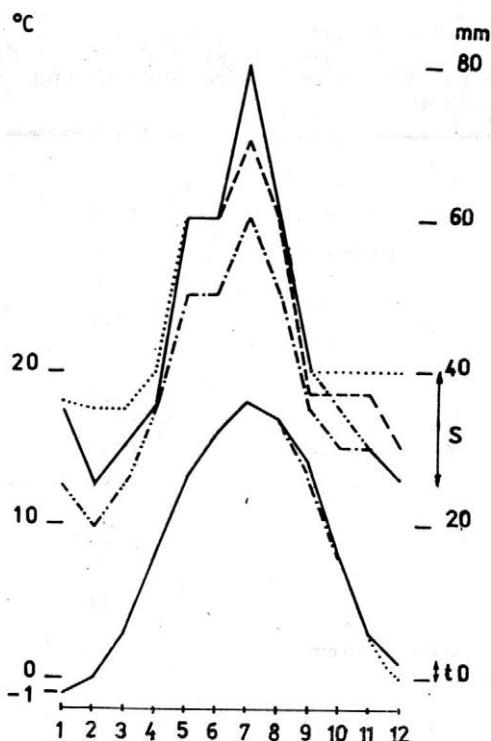
Okres	Nad $100 \mu\text{g}$	50— $100 \mu\text{g}$	40— $50 \mu\text{g}$	do $50 \mu\text{g}$
Teplice	19,3	80,7	0,0	0,0
Most	28,9	61,3	5,6	4,2
Chomutov	11,3	82,8	3,4	2,5
Louny	0,0	2,1	11,3	86,7

KLIMA SLEDOVANÝCH OKRESŮ

Sledované okresy v imisní zóně leží v deštovém stínu Krušných hor. Nejtypičtějším je okres Most, jehož převážná část (60—70 %) je definována jako teplá — poměrně teplá — převážně suchá. Podobně je tomu v okrese Teplice. Okres Chomutov se liší tím, že sem v omezené míře zasahuje oblast chladná — mírně chladná — mírně vlhká. Klima pásma Krušných hor není v této souvislosti uvažováno. Kontrolní okres Louny je ještě poněkud teplejší a sušší, neboť převážnou část jeho rozlohy vyplňuje oblast teplá — poměrně teplá — převážně suchá. Podrobnější údaje jsou uvedeny v práci Kurpelové et al. (1975).

Značnou agroklimatickou podobnost sledovaných okresů dokládají i dlouhodobé klimogramy (obr. 1).

1. Dlouhodobé klimogramy meteorologických stanic v Mostě (— — — —), Teplicích (.....), Chomutově (— . — . —) a Lounech (— . . — . —) vykazují podobnost klimatu ve sledovaných okresech (— — — — = křivka společná alespoň dvěma stanicím, t = křivky průměrných teplot, S = křivky průměrných srážek). Podle Atlasu podnebí Československé republiky (Ústřední správa geodézie a kartografie v Praze, 1958) — Long-term climatic diagrams of the meteorological stations at Most (— — — —), Teplice (.....), Chomutov (— . — . —) and Louny demonstrate the similarity of climate in the studied districts (— — — — = curve common to at least two stations, t = curves of average temperatures, S = curves of average precipitation). According to the Atlas of the Climate of the Czechoslovak Republic (Central Administration of Geodesy and Cartography, Prague, 1958)



Rychlosti větru v oblasti imisní (stanice Teplice) — kontrolní (stanice Podbořany) jsou v dlouhodobých průměrech obdobné. Stanice Teplice vykazuje bezvětří 12 %, stanice Podbořany 12 %. Pokud jde o směry větru, jsou v imisní oblasti méně četné větry od severu a jihu. Pokud jde však o rychlosti větru v jednotlivých směrech, oblast imisní se od oblasti kontrolní liší jen málo (G ö t z, 1966).

PEDOLOGICKÉ ČLENĚNÍ

Významným představitelem půd ve sledovaných okresech jsou černozemě (Smolíkova, 1982). Zaujímají téměř celý okres Louny a převážnou část okresu Most a Teplice, nepřehlídíme-li k půdám pásma Krušných hor. Černozemě zasahují významným způsobem i do okresu Chomutov, kde se však ve větší míře vyskytují

II. Zastoupení zemědělských výrobních oblastí v procentech výměry sledovaných okresů v imisní zóně (Teplice, Most, Chomutov) a v kontrolním okrese Louny — The proportions of agricultural production regions as percentage of the area of the studied districts in the zone exposed to emissions (Teplice, Most, Chomutov) and in the control Louny district

Zemědělská výrobní oblast	Okres			
	Teplice	Most	Chomutov	Louny
Řepařská	55,7	59,4	39,5	95,7
Horská	14,0	20,7	34,6	0,0
Bramborářská	22,3	16,5	17,1	4,3
Bramborářsko-ovesná	8,0	3,4	8,8	0,0

III. Výnosy zemědělských plodin ve sledovaných okresech (Teplice, Most, Chomutov) a v kontrolním okrese (Louny; 1976—1980) — The yields of farm crops in the studied districts (Teplice, Most, Chomutov) and in the control Louny district (1976—1980)

Plodina		1976	1977	1978	1979	1980
Pšenice celkem	T	1,91	3,44	3,65	2,48	3,57
	M	1,70	3,32	4,67	1,50	4,84
	Ch	2,41	3,65	3,87	3,15	4,27
	L	2,28	3,84	4,41	3,67	4,96
	ČSR	3,45	3,98	4,36	3,41	4,42
Žito ozimé a jarní	T	1,87	2,37	2,86	2,64	2,49
	M	1,18	2,84	2,88	1,61	3,50
	Ch	2,58	2,89	3,10	3,01	2,97
	L	2,09	3,24	3,82	3,05	3,81
	ČSR	2,98	3,11	3,47	3,03	3,23
Ječmen celkem	T	1,84	2,21	3,28	2,93	3,52
	M	1,37	3,24	3,80	2,96	4,10
	Ch	1,90	2,92	3,33	2,89	3,63
	L	1,82	3,47	3,99	3,72	4,31
	ČSR	3,24	3,84	4,02	3,62	3,85
Oves včetně směsí s ječmenem	T	1,13	1,54	1,75	2,18	3,23
	M	1,01	2,63	2,70	2,10	3,50
	Ch	1,48	1,88	2,15	2,49	2,13
	L	1,71	2,38	4,27	3,84	5,12
	ČSR	2,23	2,84	3,54	3,29	3,55
Kukuřice a její směsi na siláž	T	11,60	39,84	16,36	27,61	21,02
	M	13,33	46,66	10,89	19,38	26,00
	Ch	20,29	34,77	17,65	29,03	23,89
	L	19,31	35,92	22,12	33,45	25,41
	ČSR	27,98	37,53	28,81	39,52	32,08
Brambory celkem	T	10,50	19,04	19,42	17,62	15,96
	M	11,06	22,87	18,42	12,33	13,22
	Ch	19,40	12,15	12,92	13,74	14,17
	L	14,76	15,49	15,00	17,36	13,17
	ČSR	19,25	18,32	20,71	18,87	15,03

Plodina		1976	1977	1978	1979	1980
Cukrovka celkem	T	13,38	35,88	22,37	24,14	22,45
	M	15,42	35,41	21,24	27,44	28,00
	Ch	15,65	34,18	22,52	26,05	18,93
	L	14,12	39,92	29,20	33,12	30,12
	ČSR	40,95	23,53	34,84	37,52	33,24
Jetel červený dvousečný	T	2,45	5,80	4,87	4,20	5,39
	M	2,72	2,71	3,40	1,62	2,00
	Ch	3,01	5,68	3,99	4,37	4,93
	L	3,27	6,49	5,40	5,67	6,00
	ČSR	6,03	8,43	7,71	8,08	8,95
Vojtěška	T	3,16	7,62	6,87	5,43	6,87
	M	2,24	7,36	6,72	2,85	3,45
	Ch	3,67	6,95	6,22	5,93	7,11
	L	3,61	7,71	6,15	5,48	6,62
	ČSR	6,27	9,17	7,15	7,78	8,64
Luční porosty trvalé	T	1,87	3,24	3,50	3,89	3,34
	M	1,13	1,05	1,23	1,22	1,20
	Ch	1,96	2,83	2,97	2,60	3,39
	L	1,21	1,92	1,64	1,35	2,10
	ČSR	3,23	4,31	4,18	4,23	4,34

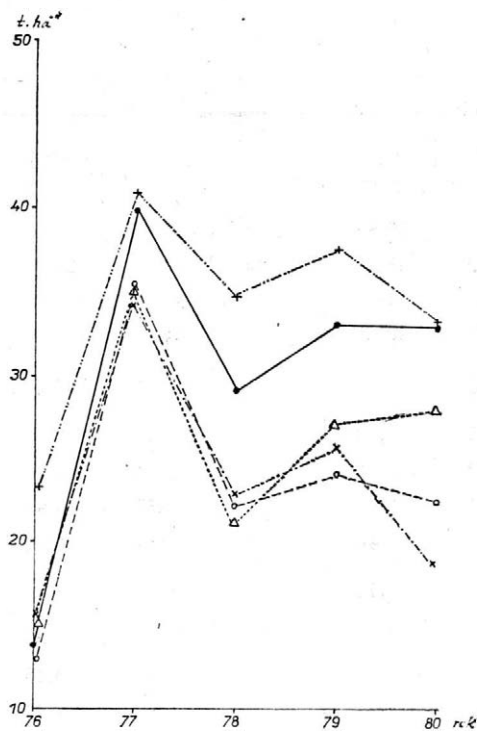
i hnědé půdy illimerizované a hnědozemě (Němček, 1962). Je třeba však upozornit na to, že rozloha zemědělských půd se v uvažované oblasti vlivem otvírky nových dolů a rekultivace v posledních dvaceti letech rychle mění.

SLEDOVANÉ OKRESY JAKO DEFINOVANÉ ZEMĚDĚLSKÉ VÝROBNÍ OBLASTI

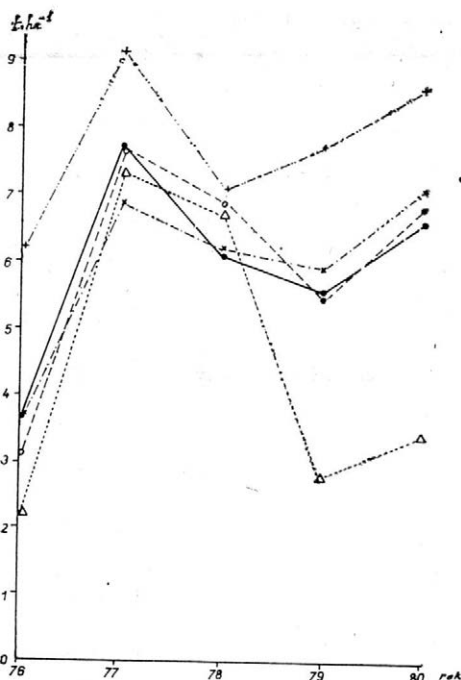
Ve všech čtyřech sledovaných okresech převažuje výrobní oblast řepařská, avšak v různém stupni. Dále jsou zastoupeny výrobní oblasti bramborářská, horská a bramborářsko-ovsná. Podrobněji jsou rozlohy jednotlivých zemědělských výrobních oblastí ve sledovaných okresech popsány v tabulce II.

VÝSLEDKY

Výnosy vybraných zemědělských plodin sledované v této studii vykazují v jednotlivých letech značnou rozkolísanost (tab. III). Rozdílné průměrné výnosy ČSR v průběhu pětiletí 1976–1980 jsou důsledkem nestejněho průběhu počasí v roce, pokud jde o kontrolní okres Louny, v převážné většině případů koreloval zde průběh výše výnosů během pětiletí s průměrnými výnosy ČSR. Výjimkou byly brambory. Přitom



a



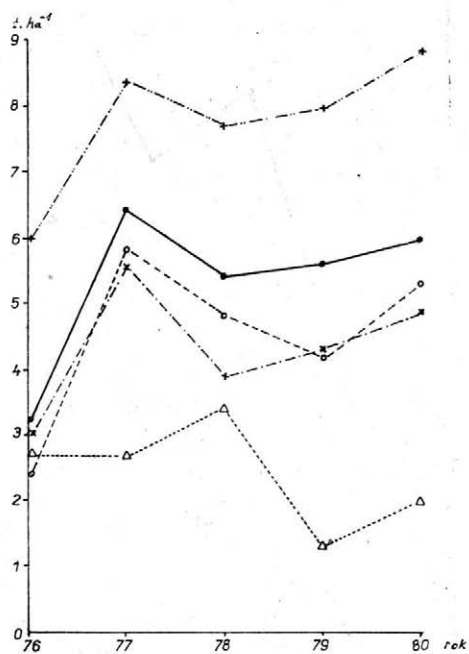
b

2. Výnosy sledovaných zemědělských plodin [a) cukrovka, b) vojtěška, c) jetel červený dvousetný, d) brambory, e) pšenice, f) ječmen, g) žito ozimé a jarní, h) oves včetně směsi s ječmenem, ch) kukuřice a její směs na siláž, i) luční porosty trvalé] v letech 1976—1980 (t. ha⁻¹) ve sledovaných okresech Teplice (— — —), Most (....), Chomutov (— . — . —), v kontrolním okrese Louny (—) a průměrné výnosy v ČSR (— —) — The yields of the studied farm crops a) sugar-beet, b) lucerne, c) two-cut red clover, d) potatoes, e) wheat, f) barley, g) winter rye and spring rye, h) oats, including mixtures with barley, ch) maize and its mixtures for silage, i) permanent grassland in 1976—1980 (tons per ha) in the studied districts of Teplice (— — —), Most (....), Chomutov (— . — . —), in the control Louny district (—) and the average yields for the Czech Socialist Republic (— —)

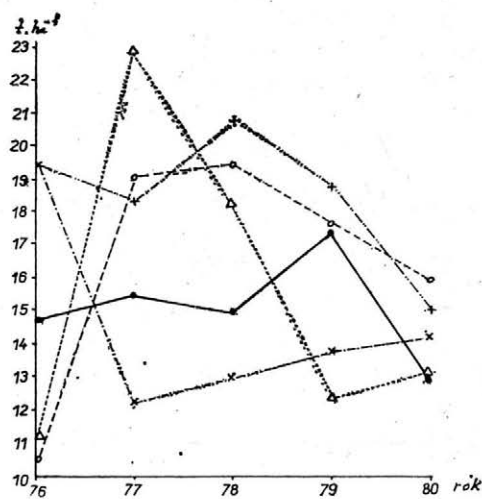
vojtěška, jetel červený, luční porosty trvalé, cukrovka, brambory, ječmen a kukuřice na siláž dávaly výnosy téměř menší, než byl zjištěný průměr ČSR. Opačně tomu bylo u položek: pšenice, ozimé a jarní žito a oves včetně směsi s ječmenem, které dávaly sklizně převážně vyšší, než vykazovaly průměry ČSR.

Výnosy plodin ve znečištěných okresech Teplice, Most a Chomutov většinou zaostávaly jak za průměrem ČSR, a to v 93,33 %, tak za kontrolním okresem Louny (78,67 % případů). Jednotlivé znečištěné okresy se ve svých výnosech někdy vzájemně příliš nelišily, jindy byl rozptyl hodnot značný. Podrobnější studium vzájemného srovnání výnosů ve zvolených oblastech však v každém případě dovoluje najít některé významné ekologické závislosti, zvláště pokud jde o vliv imisí na vývoj porostů a jeho závislost na průběhu počasí v roce.

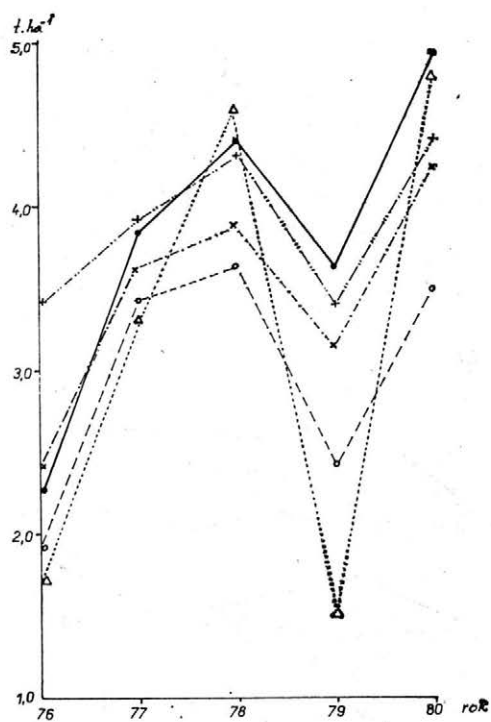
Tak např. výnosy cukrovky (obr. 2a) byly ve znečištěných okresech v 87 % případů nižší než v okrese kontrolním. Snížení výnosů oproti kontrole v jednotlivých letech však nebylo stejné. Jednou byl



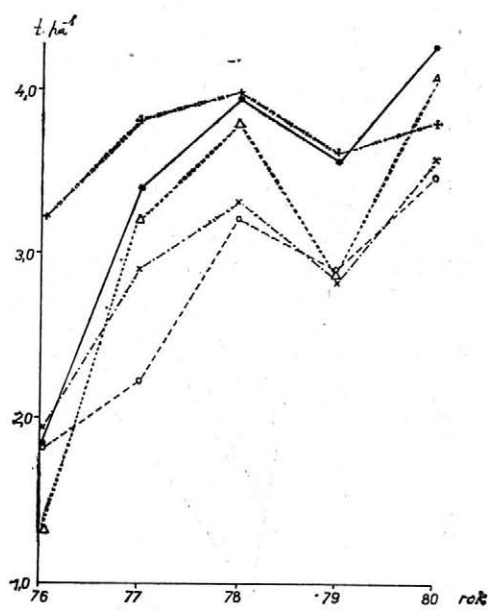
c



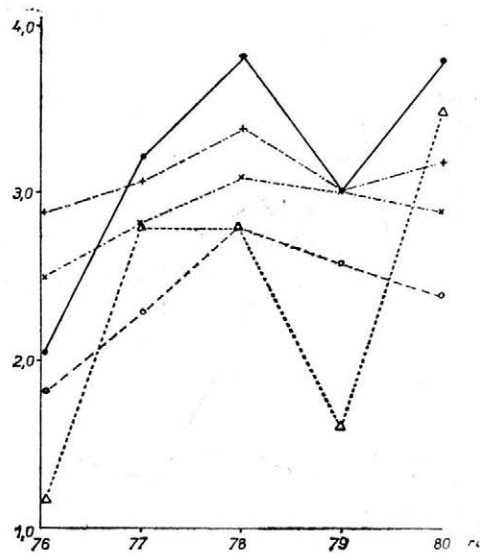
d



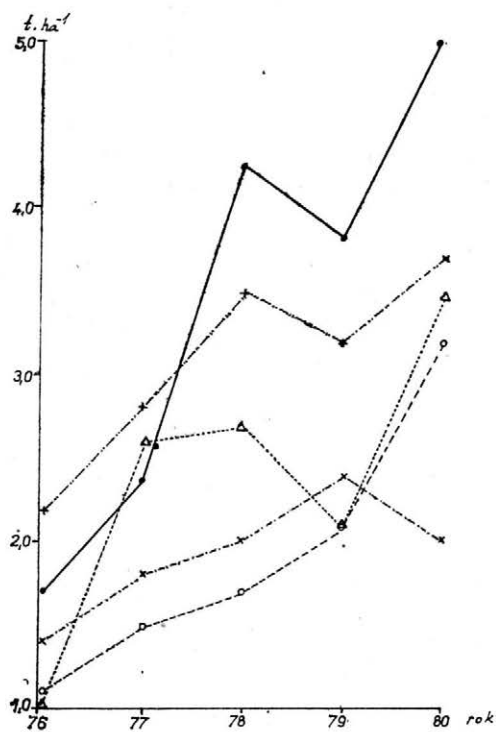
e



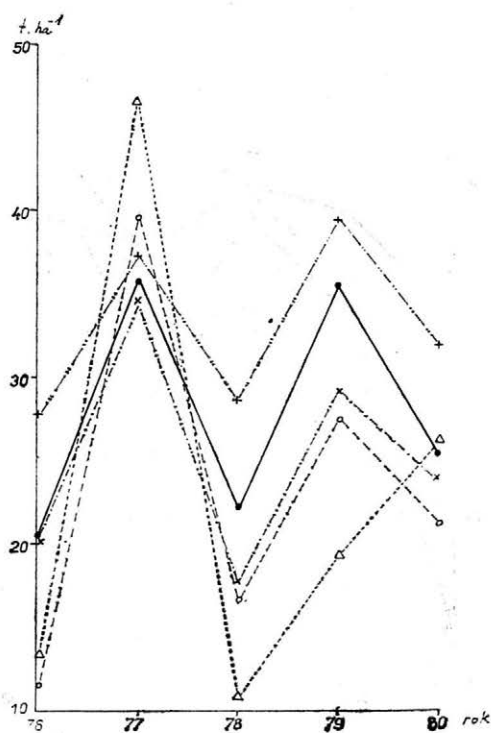
f



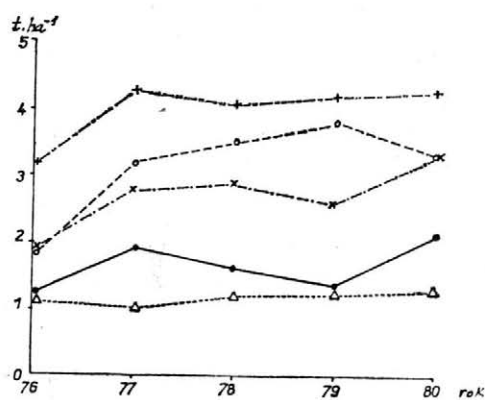
g



h



ch



i

rozdíl nepatrný, jindy značný. Na druhé straně však výnosy v jednotlivých znečištěných okresech se vzájemně lišily velmi málo (s výjimkou roku 1980). Lze tedy předpokládat, že v letech 1976—1979 byl průběh počasí v těchto okresech shodný, alespoň pokud jde o ovlivnění růstu cukrovky. Rozdíly ve výnosech mezi okresem kontrolním a zónou imisní lze v tomto případě přičíst převážně vlivu imisí, zvláště atmosférického SO_2 . Avšak, jak bylo již popsáno, sama deprese výnosů oproti kontrole nebyla ve všech letech na stejné úrovni. Při podrobnějším zkoumání lze zjistit závislost této deprese na průběhu počasí, které v tom roce v ČSR převládalo. Uvažovaná závislost však není, alespoň v prvním přiblížení, jednoduchá.

V roce 1977 byl průběh počasí pro vývoj cukrovky z hlediska celostátního průměru ČSR optimální. V tomto roce bylo možno zaznamenat dvě vydatná dešťová období, a to koncem jara a koncem léta. Mezi těmito dvěma obdobími panovalo však vyrovnané střídání slunečního záření, teploty a srážek. Spíše vlhký rok optimalizoval sklizeň také v kontrolním okrese Louny ($39,92 \text{ t. ha}^{-1}$), který se tak poměrně těsně přiblížil celostátnímu průměru, který dosáhl $40,95 \text{ t. ha}^{-1}$. Ve znečištěných okresech byly sklizně z celého sledovaného období rovněž maximální a zaostání za okresem kontrolním lze označit jako depresi střední intenzity, když bylo dosaženo $34,18$ — $35,88 \text{ t. ha}^{-1}$, což je $85,62$ — $89,88 \%$ výnosu kontrolního okresu.

Zcela jinou situaci bylo možno naopak zjistit v roce 1976, který byl pro většinu plodin pěstovaných v ČSR téměř katastrofální. Opožděný příchod jara a zvláště pak značný nedostatek vodních srážek již od konce dubna, který zasáhl téměř celou Evropu, byly příčinou minimálních výnosů i v případě cukrovky. Jestliže průměrný výnos ČSR činil $23,53 \text{ t. ha}^{-1}$, pak okres Louny ležící ještě v dešťovém stínu Krušných hor dosáhl pouze hodnoty $14,12 \text{ t. ha}^{-1}$. Znečištěné okresy na tom byly stejně špatně, avšak jestliže by se matematicko-statisticky vyjádřilo zaostání za okresem kontrolním, nebylo by možno prokázat téměř žádné. Za daných okolností se škodlivé působení imisí jakoby ztratilo v celkových velmi nepříznivých podmínkách způsobených především suchem. Modelová situace tohoto typu nastala v roce 1976 u celé řady dalších plodin: pšenice, ječmene, vojtěšky a jetele červeného dvousečného.

Maximální zaostávání výnosů cukrovky v imisní oblasti za okresem kontrolním bylo naopak možno pozorovat v letech, která se jak v celkové bilanci ČSR, tak v kontrolním okrese Louny jevila pro tuto plodinu jako průměrná. Ve znečištěných okresech dosahovaly výnosy v letech 1978—1980 pouze $62,85$ — $72,89 \%$ kontroly. Uvedené příklady ukazují, že škodlivost imisí se neprojevuje v každém vegetačním období stejně, ale že do značné míry závisí na průběhu počasí v roce, v jakém stupni se projeví.

Závislost působení imisí na průběhu počasí lze do jisté míry sledovat i u vojtěšky (obr. 2b), i když tato závislost není stejného typu jako tomu bylo v případě cukrovky. V experimentech navozovaných umělou gazoinkubací SO_2 se převážně většině výzkumníků jevila vojtěška jako plodina nejvýše citlivá. O'Gara [cit. Barker et al., 1966] ji spolu s ječmenem, bavlníkem a trávou letní považuje za nejcitlivější zemědělskou plodinu vůbec. Podobně se v pokusech jevila i Baldaccimu a Cecarellimu [cit. Blattný, 1963]. Výsledky ze-

mědělské praxe ve znečištěných okresech studovaných v této práci však pětileté výnosy vojtěšky v imisní zóně sice nikdy nepřekročily průměr ČSR v roce, ale ve 40 % případů překročily výnosy okresu kontrolního. Velice suchý rok 1976 se odrazil jak v celkově nejnižším výnosu celé ČSR za sledované pětiletí ($6,27 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), tak ve výnosu kontrolního okresu Louny, a to velmi tíživě, když činil pouhých $3,61 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Ve znečištěných okresech byly výnosy nižší, i když oproti kontrolnímu okresu ne o mnoho ($2,24$ — $3,67 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Naopak ve spíše vlhkém roce 1977 se výnos kontrolního okresu výrazně zvýšil na $7,71 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ a spolu s ním i výnosy okresů znečištěných ($6,95$ — $7,62 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Pro sklizeň vojtěšky byl příznivý i následující rok 1978, kdy okresy v imisní zóně výnosově dokonce o něco převýšily okres kontrolní ($6,22$ — $6,87 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Počasí ve znečištěných okresech bylo tedy do té míry vhodné, že alespoň zdánlivě eliminovalo vliv průmyslových imisí. V případě vojtěšky se ukazuje zvláště důležitým přívod. vláhy a jestliže by bylo možno řízenou závlahou zkrátit vegetační dobu a omezit tak dobu působení imisí na minimum, byly by výsledky ještě pozitivnější.

Jistou závislost vlivu znečištěného ovzduší na chodu počasí v roce lze zjistit i u jetele červeného dvousečného (obr. 2c). V suchém a pro pěstování nevhodném počasí roku 1976 sice výnosy ve znečištěných okresech hluboce zaostávaly za průměrem ČSR, avšak za tímto průměrem zaostával značně i okres kontrolní, takže ztráty připsatelné na vrub atmosférických imisí, vyplývající z použitého srovnání, se jevíly být téměř nulové.

Podobně tomu bylo i ve vlhkém, pro jetel velice vhodném roce 1977, kdy výnosy značně stouply jak v okrese kontrolním, tak v okresech znečištěných, avšak rozdíl mezi nimi, který je možno vyložit jako následek vlivu imisí, byl nevelký. V dalších letech byly tyto rozdíly výraznější. Jistou výjimkou byl okres Most se zvláště nízkými výnosy během celého sledovaného pětiletí. Vcelku se však jetel červený v letech 1976—1980 jevil ve znečištěných okresech jako plodina značně poškozená, když bylo dosaženo v imisní oblasti pouze $28,74$ — $57,94$ % průměru ČSR.

Na rozdíl od jetele červeného dvousečného patřily výnosy brambor (obr. 2d) v okresech imisní zóny k nejlepším ze všech pěstovaných plodin. Tato skutečnost je v souladu s výsledky experimentálními, kdy většině výzkumníků se brambory jeví jako plodina velmi odolná (Stoklasa, 1923; O'Gara — cit. Barker et al., 1966; Zahn, 1961; Guderian, 1977). Naproti tomu srovnání mezi okresem kontrolním a okresy znečištěnými pro vyjádření vlivu průmyslových imisí na výnosy v tomto případě zřejmě selhává. Ekologické podmínky v okresech Teplice a Most a patrně i v okrese Chomutov jsou do jisté míry pro brambory výhodnější než v kontrolním okrese Louny, takže ze získaných údajů faktický vliv atmosférických imisí nelze zjistit. To je patrné z toho, že v 60 % případů výnosy v oblasti imisí kontrolní okres předčily.

Z obilnin pšenice, ječmen, žito a oves (obr. 2e až 2h) se v různých pokusných kombinacích jeví převážně jako rostliny vůči atmosférickému SO_2 středně citlivé (Zahn, 1961). U jednotlivých výzkumníků se vzájemné pořadí stanovené citlivosti poněkud liší. Pokud jde o výsledky zemědělské praxe sledované v této práci, odpovídají výnosy vcelku

V. Pořadí zemědělských plodin podle úspěšnosti pěstování (1976—1980) v okresech Teplice, Most a Chomutov. Průměrné výnosy za pětiletí v jednotlivých okresech jsou srovnávány s průměrem kontrolního okresu Louny, který je uvažován jako 100 ‰. Čísla v závorce značí průměrné výnosy (t. ha⁻¹) — The order of farm crops arranged according to the success of growing in the districts of Teplice, Most and Chomutov (1976—1980). The average yields for the five-year period are compared with the average for the control Louny district which is taken as 100 ‰. The data in parentheses mean the average yields (tons per ha)

	Teplice		Most		Chomutov	
1.	luční porosty trvalé	192,70 (3,16)	brambory celkem	102,79 (15,58)	luční porosty trvalé	167,27 (2,75)
2.	brambory celkem	108,92 (16,50)	ječmen celkem	89,38 (3,09)	vojtěška	101,40 (5,97)
3.	vojtěška	101,28 (5,99)	cukrovka celkem	87,05 (25,50)	brambory celkem	95,52 (14,47)
4.	kukuřice a její směs na siláž	85,48 (23,28)	kukuřice a její směs na siláž	85,36 (23,25)	kukuřice a její směs na siláž	92,24 (25,12)
5.	jetel červený dvousečný	84,65 (4,54)	pšenice celkem	83,67 (3,20)	ozimé a jarní žito	90,89 (2,91)
6.	cukrovka celkem	80,71 (23,64)	vojtěška	76,50 (4,52)	pšenice celkem	90,56 (3,83)
7.	ječmen celkem	76,91 (2,75)	ozimé a jarní žito	75,00 (2,40)	ječmen celkem	84,75 (2,93)
8.	pšenice celkem	78,55 (3,01)	luční porosty trvalé	70,93 (1,16)	jetel červený dvousečný	81,93 (4,39)
9.	ozimé a jarní žito	76,39 (2,44)	oves včetně směsi s ječmenem	68,94 (2,38)	cukrovka celkem	80,10 (23,46)
10.	oves včetně směsi s ječmenem	56,76 (1,96)	brambory celkem	46,41 (2,49)	oves včetně směsi s ječmenem	58,49 (2,02)

IV. Pořadí zemědělských plodin podle úspěšnosti pěstování (1976—1980) v okresech Teplice, Most a Chomutov. Průměrné výnosy za pětiletí v jednotlivých okresech jsou srovnávány s průměrem ČSR, který je uvažován jako 100 %. Čísla v závorce značí průměrné výnosy (t.ha⁻¹) — The order of farm crops arranged according to success of growing in the districts of Teplice, Most and Chomutov (1976—1980). The average yields for the five-year period in each district are compared with the average for the Czech Socialist Republic, taken as 100 %. The data in parentheses mean the average yields (tons per ha)

	Teplice		Most		Chomutov	
1.	brambory celkem	89,55 (16,50)	brambory celkem	84,51 (15,58)	ozimé a jarní žito	91,18 (2,91)
2.	luční porosty trvalé	78,07 (3,16)	ječmen celkem	83,31 (3,09)	pšenice celkem	88,50 (3,47)
3.	ozimé a jarní žito	77,31 (2,44)	pšenice celkem	81,71 (3,20)	ječmen celkem	79,00 (2,93)
4.	vojtěška	76,78 (5,99)	oves včetně směsi s ječmenem	77,29 (2,38)	brambory celkem	78,53 (14,47)
5.	pšenice celkem	76,71 (3,01)	ozimé a jarní žito	75,92 (2,40)	vojtěška	76,60 (5,97)
6.	ječmen celkem	74,21 (2,75)	cukrovka celkem	74,98 (25,50)	kukuřice a její směs na siláž	75,72 (25,12)
7.	kukuřice a její směs na siláž	70,18 (23,28)	kukuřice a její směs na siláž	70,07 (23,25)	cukrovka celkem	68,99 (23,46)
8.	cukrovka celkem	69,51 (23,64)	vojtěška	57,99 (4,52)	luční porosty trvalé	67,77 (2,75)
9.	oves včetně směsi s ječmenem	63,63 (1,96)	jetel červený dvousečný	31,77 (2,49)	oves včetně směsi s ječmenem	65,70 (2,02)
10.	jetel červený dvousečný	57,94 (4,54)	luční porosty trvalé	28,74 (1,16)	jetel červený dvousečný	56,10 (4,39)

experimentálním předpovědím. Přitom se vzájemně pořadí jednotlivých obilnin, pokud jde o citlivost, v jednotlivých sledovaných okresech poněkud liší. Rovněž u obilnin lze zjistit vliv chodu počasí na ovlivnění výnosů imisemi. V převážné většině případů výnosy ve znečištěných okresech do značné míry zaostávaly za okresem kontrolním. Přece však lze nalézt případy, kdy tomu tak nebylo. Tak např. v roce 1978 byly ve znečištěném okrese Most výnosy vyšší, a to jak vzhledem ke kontrolnímu okresu Louny, tak k celkovému průměru ČSR. Podobně tomu zde bylo v tomto roce u ječmene, kdy výnosy jen nepatrně zaostaly za okresem kontrolním i průměrem ČSR. V roce 1979 to bylo v tomto okrese žito, které se výnosem vyrovnalo jak okresu Louny, tak průměru ČSR.

Kukuřice na siláž (obr. 2ch) svými výnosy zaostávala ve znečištěných okresech jak za průměrem ČSR, tak za kontrolním okresem Louny. Pozorované rozdíly v jednotlivých letech však nebyly stejné a také v případě kukuřice na siláž lze zjistit závislost vlivu imisí na průběhu počasí v roce. Ve vlhkém roce 1977 s nadměrnými srážkami v létě a na podzim, výnosy ve znečištěných okresech Most a Teplice dokonce převýšily jak průměrnou sklizeň ČSR ($37,53 \text{ t. ha}^{-1}$), tak výnos kontrolního okresu Louny ($35,92 \text{ t. ha}^{-1}$), když dosáhly $46,66$ a $39,84 \text{ t. ha}^{-1}$. Podobně jako v případě vojtěšky se zde projevil zásadní význam dostatečné zásoby vláhy, která jakoby eliminovala retardující vliv imisí.

Luční porosty trvalé (obr. 2i) se ode všech ostatních liší ve výnosech tím, že v období 1976—1980 se v jednotlivých rocích a v jednotlivých zónách vzájemně neliší, jako kdyby se zde neuplatňovaly atmosférické vlivy. Přitom výnosy ve znečištěných okresech Teplice a Chomutov jsou významně lepší než v kontrolním okrese Louny. Pouze okres Most za kontrolním okresem Louny poněkud zaostával. Vystává zde závažná otázka, do jaké míry jsou sklizně skutečně kontrolovány vážením, nebo jde-li o pouhé odhady *per oculos* a do jaké míry tyto odhady odpovídají skutečnosti. Přesto je tato plodina pro úplnost uvedena.

Jak vyplývá z předkládaného statistického materiálu, výnosy jednotlivých zemědělských plodin v časovém průběhu značně kolísají a mnohdy se vzájemně liší i v téže roce v téže zóně. Přesto však korelace za delší časový úsek může poskytnout cenné informace. Jestliže se provede srovnání s průměrnými výnosy celé ČSR, získávají se hodnoty dokumentující výhodnost pěstování té či oné plodiny. Jestliže se průměrný výnos ČSR za sledované pětiletí uvažuje jako 100 %, pak např. v okrese Chomutov se poměrně výhodnou plodinou jeví ozimé a jarní žito, dosahující 91,2 % průměru ČSR. V okrese Teplice to byly brambory s výnosem 89,5 % výnosu ČSR. V okrese Most byly rovněž nejméně ztrátové brambory, když dosáhly 84,5 % výnosu ČSR. Naopak, nejztrátovější plodinou byly luční porosty trvalé v okrese Most, kde bylo dosaženo pouze 28,7 % výnosu ČSR. Přehledné srovnání průměrných výnosů jednotlivých plodin za období 1976—1980 uvádí tabulka IV.

Jestliže podobným způsobem srovnáme výnosy ve sledovaných znečištěných okresech s výnosem kontrolního okresu Louny, projeví se zde spíše vlastní fyziologická odolnost té či oné plodiny k znečištěnému ovzduší. Z tohoto srovnání např. vyplývá, že k nejodolnějším plodinám patří luční porosty trvalé v okresech Teplice a Chomutov, jestliže údaje byly zveřejněny přesně. Dále pak brambory v okresech Teplice a Most. Jako nejcitlivější se projevil jetel červený dvousečný v okrese Most

a oves včetně směsi s ječmenem v okresech Teplice a Chomutov. Přehledné srovnání odolnosti plodin podle průměrných výnosů za období 1976—1980 uvádí tabulka V.

DISKUSE

Přepokladem správnosti výsledků uváděných v této práci je skutečnost, že výnosy sklizní hlášené jednotlivými zemědělskými závody a zpracovávané státními statistickými institucemi odpovídají realitě. Někdy se uvažuje o tom, že mohou existovat jisté záměry, pro jejichž realizaci je výhodné, aby podnik své výsledky poněkud upravil směrem nahoru nebo dolů. Podle názoru autora této práce byly v roce 1976 a dalších letech poměry v našem zemědělství do té míry stabilizovány, že hlášené výsledky musely být v soulase s finančním hospodařením podniku. Tyto vztahy pak podléhaly kontrole orgánů státní správy. Jestliže však někdy přece k jistému zkreslení došlo, byly to spíše odchylky spadající do oblasti chyb měření.

Další nepřesnost, pokud jde o hodnocení snížení výnosů imisemi, vyplývá z toho, že okres kontrolní je okresem znečištěným ekologicky blízký, nikoliv však ekologicky totožný. Tím není nijak zpochybněn zásadní výsledek této práce týkající se vlivu počasí na výnosy v imisní zóně. Pokud jde o přesnější zodpovězení nesnadné otázky, o kolik biomasy byla rostlinná výroba v roce imisemi skutečně ochuzena, bylo by vhodné statistická vyhodnocení doplnit experimentálními způsoby srovnání *in situ*, jak je pro oblast severozápadních Čech uskutečnil B e n d a (1980), nebo pro oblast Bratislavy N a v a r a et al. (1973).

Literatura

- BARKER, a kol.: Znečištění ovzduší. Praha, Stát. zdrav. naklad. 1966.
BENDA, P.: Soubor poznatků a vliv průmyslových imisí na rostlinnou výrobu. Rostl. Výr., 26, 1980, s. 363-372.
BLATTNÝ, C.: Některé poznatky o škodách působených rostlinám exhalacemi průmyslu. Rostl. Výr., 9, 1963, s. 194-208.
GÖTZ, A. a kol.: Atlas ČSSR. Ústř. správa geodézie a kartografie, Praha 1966.
GUDERIAN, A.: Air Pollution. Berlin, Springer Verlag 1977.
KURPELOVÁ, M. — COUFAL, L. — ČULÍK, J.: Agroklimatické podmienky ČSSR. Bratislava, Příroda 1975.
NAVARA, J. — HORVÁTH, I. — HAUSKRECHT, I.: Vplyv imisí bratislavského typu na niektoré vybrané rastliny. Biologické práce, 3, XIX, SAV Bratislava 1973.
NĚMEČEK, J.: Půdoznalecký průzkum půd ČSSR. [Záv. zpráva.] Praha, ÚVÚRV 1962.
SMOLÍKOVÁ, L.: Pedologie. Praha, UK 1982.
SPÁLENÝ, J.: Hraniční koncentrace toxicity atmosférického SO₂ a jeho metabolismus ve vyšších rostlinách. Acta Polytechnica — Práce ČVUT v Praze, věd. konf. 1977, s. 31-34.
STOKLASA, J.: Die Beschädigungen der Vegetation durch Rauchgase. Berlin 1923.
ZAHN, R.: Wirkungen von Schwefeldioxid auf die Vegetation, Ergebnisse aus Begasungsversuchen. Staub, 21, 1961, s. 56-60.

Došlo dne 18. 1. 1984

СПАЛЕНÝ, Й. (Институт ландшафтной экологии ЧСАН, Пругонице): Влияние погоды в 1976—1980 годах на снижение урожаев, вызванное атмосферными имиссиями. Rostl. Výt., 31, 1985 (11) : 1215-1230.

На основе данных центрального учета Чешского статистического управления в Праге в период 1976—1980 годов велись наблюдения за урожаями некоторых важных сельскохозяйственных культур в трех районах Северочешской области (Теплице, Мост и Хомутов) с загрязнением воздуха промышленными выбросами. Урожаи сопоставлялись с урожаями в мало загрязненном и экологически близком районе Лоуны, который был выбран в качестве контрольного. Урожай культур во всех обследуемых районах затем сравнивались со средним урожаем по ЧСР в соответствующем году. Отметили, что результаты в отдельные годы значительно колеблются, в основном же они соответствуют средним урожаям ЧСР. Различия между контрольным районом и загрязненными районами в отдельные годы весьма варьируют, прежде всего в зависимости от хода дождевых осадков. В некоторые годы различия были значительны, в иные же годы отрицательное влияние на растения, теоретически обусловленное промышленными выбросами, было более или менее незаметным. Различия между урожаями в загрязненных районах и в контрольном районе, характеризующемся чувствительностью культуры к промышленным выбросам, сравнивались с результатами модельных опытов, опубликованных некоторыми авторами в отечественной и зарубежной литературе. Установлено, что экспериментально полученные результаты иногда не соответствуют урожаю, достигнутому на практике.

атмосферные имиссии; снижение урожаев; сельскохозяйственные культуры

SPÁLENÝ, J. (Institute of Landscape Ecology, Czechoslovak Academy of Sciences, Průhonice): *The Effect of Weather on Yield Losses Caused by Atmospheric Emissions in 1976—1980*. Rostl. Výt., 31, 1985 (11) : 1215-1230.

On the basis of the data of the central register of the Czech Statistical Bureau in Prague, the yields of some staple farm crops were investigated in three polluted districts of the North Bohemian region (Teplice, Most, Chomutov). The yields were compared with the yields obtained in the ecologically similar district of Louny, exposed to a lower pollution; the Louny district was the control. The yields of crops in all the districts under study were also compared with the average yield for the whole Czech Socialist Republic in each year. The results were found to vary considerably from one year to another; nevertheless, they mostly correlate with the average yields for the whole CSR. The differences between the control district and the polluted districts vary in the years of observation, mostly depending on the distribution of rain. In some years the differences were considerable, in other years the adverse effect on plants, theoretically ascribable to emissions, was more or less indistinct. The differences in yields between the polluted districts and the control district where the crops were sensitive to industrial emissions were compared with the results of model trials published by some authors in Czechoslovakia and other countries. The experimental results were found, in some cases, not to correspond with the results obtained in practice.

atmospheric emissions; reduction of yields; farm crops

SPÁLENÝ, J. (Institut für Landschaftsökologie der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften, Průhonice): *Einfluss der Witterungsbedingungen in den Jahren 1976—1980 auf die durch atmosphärische Immissionen verursachten Ernteverluste*. Rostl. Výt., 31, 1985 (11) : 1215-1230.

Aufgrund der Angaben der Zentralevidenz des Tschechischen statistischen Amtes in Prag wurden in den Jahren 1976—1980 Erträge einiger bedeutender Kulturen in drei verunreinigten nordböhmischen Kreisen (Teplice, Most, Chomutov) eingehend bewertet. Die Erträge wurden mit denen im wenig verunreinigten und ökologisch nahen Kreis Louny, der als Kontrolle diente, verglichen. Die in allen verfolgten Kreisen erzielten Erträge wurden ferner mit dem durchschnittlichen Ertrag in der ČSR im jeweiligen Jahr verglichen. Es wurde festgestellt, dass die Ergebnisse in den einzelnen verfolgten Jahren schwanken, dass sie aber trotzdem mit den durchschnittlichen Erträgen in der ČSR korreliert sind. Die Unterschiede zwischen dem Kontrollkreis und den durch Immissionen verunreinigten Kreisen waren in den

einzelnen verfolgten Jahren sehr unterschiedlich und dies vor allem in Abhängigkeit von Niederschlägen. In einigen Jahren waren die Unterschiede sehr groß, ein andermal war der negative Einfluss auf die Pflanzen, der theoretisch auf die Immissionen zurückzuführen war, eher gering. Die Unterschiede zwischen den festgestellten Erträgen in den einzelnen verunreinigten Kreisen und im Kontrollkreis, der sich durch eine ausserordentliche Empfindlichkeit der Kultur auf die Industrieimmissionen auszeichnet, wurden mit Ergebnissen der Modellversuche verglichen, die in der einheimischen und ausländischen Fachliteratur von einigen Autoren veröffentlicht worden waren. Es konnte festgestellt werden, dass die experimentell erzielten Ergebnisse manchmal mit den in der Praxis erzielten Erträgen nicht übereinstimmen.

atmosphärische Immissionen; Ertragsminderung; landwirtschaftliche Kulturen

Adresa autora:

Ing. Jiří Spálený, CSc., Ústav krajinné ekologie ČSAV, 252 43 Průhonice

PESTICIDY JAKO MOŽNÉ ZDROJE MUTAGENEZE

V září roku 1984 proběhlo v Moskvě týdenní, v pořadí již 14. zasedání Evropské společnosti pro mutageny zevního prostředí. Členem této společnosti je i sekce pro mutageny zevním prostředím při Čs. biologické společnosti. Na tomto zasedání byla věnována zvýšená pozornost pesticidům.

Vzhledem k tomu, že 20–25 % vrozených vývojových vad u dětí je podmíněno genetickými změnami, z nichž 2–3 % může být spojeno s faktory zevního prostředí, představuje obzvláštní zájem korelační vazba mezi mutagenními a teratogenními efekty pesticidů jako jednoho z nejrozšířenějších faktorů okolního prostředí. Určení takové vzájemné vazby je možné na základě srovnání experimentálních údajů s chemickou mutagenézí a teratogenézí a rovněž výsledků lékařsko-genetického prošetření lidí. Největší zájem v tomto plánu zasluhují alkylační látky a antimetabolity ze skupiny organického fosforu, deriváty kyseliny karbaminové, thiokarbaminové aj. Pod teratogenní aktivitou pesticidů se rozumí možnost sloučeniny vyvolat poruchy embryonálního vývoje, které vedou k vzniku hrubých strukturních anomálií. V těch případech, kdy je u pesticidu odhalena mutagenní aktivita, pak stejným pesticidem vyvolané vrozené vady se mohou počítat za dědičné na rozdíl od modifikací. Taková korelační analýza je však možná pouze za použití adekvátních testovacích systémů v chemické mutagenézí a teratogenézí.

Výsledky srovnávacího výzkumu cytogenetické aktivity pesticidů z různých tříd chemických sloučenin a analýza literárních údajů o mutagenitě 400 pesticidových preparátů svědčí o tom, že:

- značná část pesticidů má mutagenní aktivitu,
- projevení mutagenů mezi pesticidy závisí na počtu použitých testovacích objektů (při testování na čtyřech a více objektech byla mutagenní aktivita objevena u 97 % sledovaných pesticidů),
- geneticky aktivní pesticidy byly objeveny ve všech třídách chemických sloučenin,
- úroveň maximálních efektů indukovaných pesticidy je relativně nevysoká,
- mutagenita pesticidů nezávisí na jejich toxicitě.

V zemědělství široce používané pesticidy tedy zaujímají významné místo mezi potenciálními mutageny a mohou nést značné genetické riziko pro současné a následující generace na naší planetě. Jedním z nových směrů geneticko-hygienických výzkumů pesticidů je ohodnocení mutagenního potenciálu látek s registrací jejich biotransformace v organismu savců a v objektech okolního prostředí. Takové výzkumy se provádí jak pro objasnění zvláštností mutagenního účinku pesticidů v závislosti na specifitě jejich metabolismu v různých testovacích systémech, tak i pro určení genetické aktivity konečných produktů přeměny pesticidů v zevním prostředí, s nimiž je nejpravděpodobnější kontakt obyvatelstva.

V dalším si uvedeme některé příspěvky, které v tomto směru odezněly na adresu používání pesticidů.

Tak v Arménské SSR bylo sledováno rozšíření, frekvence a charakter anomálií reprodukční funkce žen v zemědělských oblastech Araratské nížiny. Výsledky výzkumu svědčí o tom, že široké použití různých chemických jedů v zemědělství, mezi nimiž jsou preparáty s dokázaným mutagenním a embryotoxickým účinkem, se může stát v určitých podmínkách jedním z faktorů genetického rizika.

Účinnost některých pesticidů byla sledována v pohlavních a somatických buňkách samců bílých krys. Bylo stanoveno, že specifický mutagenní efekt podmiňují i nejnižší dávky drávinu, toluenu a bolstaru.

Na katedře genetiky Bukureštské univerzity byla sledována cytogenetická aktivita dvou insekticidů (Lindan a Sinoratox) a dvou raticidů (fosfid zinku a Silmurin). Cytogenetická aktivita těchto čtyř látek byla zjišťována na meristemech *Allium cepa* (cibule) a v buňkách kostní dřve a meiotických buňkách spermatogeneze u *Mesocricetus newtoni* (křeček). Závěr pokusů svědčí o tom, že tyto látky mají zřejmou mutagenní aktivitu a jsou potenciálně rizikové.

Je známo, že mnohaleté používání herbicidů 2,4-D, Bakvelu D, Tordonu 22K u řady reprodukci jarní pšenice je provázeno zesílením toxického účinku herbicidů na rostliny a vede ke změně dusíkaté a fosforečné výměny a snížení výnosů. Vědci z ústavu fyzikální chemie AV SSSR a Vysoké školy zemědělské v Moskvě při sledování účinku 2,4-D na primární stadia fotosyntézy listů pšenice a ječmene v polních a nádobových pokusech zjistili poruchy transportu elektronů mezi dvěma fotosystémy chloroplastů a objevili nové endogenní složky fenolové a chinonové povahy. Je možno tedy předpokládat, poněvadž 2,4-D je mutagen, že tento herbicid vyvolává v generaci M₁ změnu metabolismu projevující se i v následných generacích.

V Maďarsku byl proveden pokus s cytogenetickým výzkumem zemědělských populací při různých úrovních účinku pesticidů. Byl zjištěn zvýšený počet aberací chromozómů v závislosti na stáří a délce období práce s pesticidy, avšak jsou možné individuální rozdíly, podmíněné různou citlivostí uvnitř skupin.

Bylo zaznamenáno, že benomyl je fungicidem vyvolávajícím několik typů genetických poruch např. nerozejití chromozómů a bodové mutace u *Aspergillus nidulans*, chromozómové anomálie u savců. V práci bulharských vědců s ječmenem bylo dokázáno, že benomyl indukuje chromatidové aberace a působí na tvorbu děličího vřeténka v poškozených buňkách. V Moldavské SSR byla určována síla a charakter cytogenetického efektu kombinace pesticidů, jejichž reziduální množství byla nejčastěji odhalena v produktech výživy obyvatel. Kombinace sestávala ze šesti komponentů: síran měďnatý, thiozin, dylon, hexachloran, parathion-methyl, simazin. Výzkumy ukázaly, že kombinace pesticidů nejčastěji se vyskytující v podmínkách oblasti vykazuje mutagenní efekt na chromozómový aparát somatických buněk živočichů. Nutno zdůraznit, že i při účinku nejnižší ze zkoušených dávek, úroveň chromozómových aberací převyšovala kontrolu více než 1,5×. Uvedená dávka je blízká k reálné dávce postupující do organismu člověka a tudíž existuje potenciální nebezpečí pro zdraví obyvatelstva žijícího v oblastech s intenzivním používáním chemických látek na ochranu rostlin.

Tyto negativní signály o účinku pesticidů evokují výzkumy na získání preparátů s antimutagenními vlastnostmi. Tak v taškentském Státním lékařském ústavu byl prováděn výzkum některých lékařských preparátů na cytogenetický a cytomorfologický účinek pesticidů. Byl studován efekt isophosu, treflanu, cotorranu (herbicidy) a vliv běžných lékařských preparátů jako kofeinu, serotoninu, vitamínu E a C na frekvenci chromozómových přestaveb a cytomorfologické změny vyvolané isophosem u myši. Z aplikovaných lékařských preparátů výrazně antimutagenní vlastnost byla pozorována u kofeinu a vitamínu E a C. Serotonin byl méně efektivní ve vztahu snížení cytogenetického efektu pesticidů.

Uvedené negativní vlivy pesticidů opět a opět upozorňují zemědělskou praxi na rozumné používání těchto látek. Je jasné, že v současné době a ještě dlouhý časový úsek se bez používání těchto preparátů v ochraně rostlin neobejdeme, ale tím více sílí tlak na výzkum možností biologické ochrany rostlin a jiných zásahů bez nadměrného používání chemikálií, jejichž primární účinek a tím spíše sekundární vlivy nejsou dokonale odhaleny a zvládnuty. V krátkém informativním článku nelze podrobněji danou problematiku rozebrat. Soubory všech přednesených referátů a plakátových sdělení v anglickém a ruském jazyce se nacházejí u autora této informace.

Doc. ing. Ladislav Maršálek, CSc.,
Vysoká škola zemědělská, Brno

Podepsáno k tisku 14. 10. 1985

Facek Z.: Agrochemikálie a znečišťování životního prostředí	1121
Damaška J.: Hnojení a vymývání živin v různých půdně-ekologických podmínkách	1123
Hrbáček J.: Společná aplikace kapalných hnojiv s některými pesticidy k jarnímu ječmeni	1131
Prugarová A.: Možnosti stanovenia dusičnanov v rastlinnom materiáli	1143
Macháčková I., Zmrhal Z., Trčková M.: Obsah dusičnanů v listech salátu a špenátu v závislosti na denní době sklizně a na trvání a podmínkách skladování	1151
Gregorová H.: Kvalita dusíkatých látek po hnojení prirodzených travných porastov v rôznych ekologických podmienkach	1157
Ondrášek L.: Zmeny obsahu a kvality humusových látek lúčnej pôdy po päťročnej aplikácii priemyselných hnojív	1165
Tomášek M.: Odolnosť pôd proti účinkům kyselých srážek	1179
Facek Z.: Hodnocení znečištění půd v ostravské aglomeraci	1187
Kovář P., Brabec E.: Vliv počasí na depozici znečišťujících částic v rostlinném porostu	1197
Leblová S., Špirhanzlová E., Dvořáková J.: Kontaminace rostlin a půd těžkými kovy v pražské aglomeraci	1205
Spálený J.: Vliv počasí v letech 1976—1980 na ztrátovost sklizní způsobenou atmosférickými imisemi	1215
Maršálek L.: Pesticidy jako možné zdroje mutagenéze	1231

СОДЕРЖАНИЕ

Фацек З.: Агрохимикаты и загрязнение окружающей среды	1121
Дамашка Я.: Удобрение и вымывание действующих веществ в разных почвенно-экологических условиях	1129
Грбачек Я.: Одновременное внесение жидких удобрений с некоторыми пестицидами под яровой ячмень	1140
Пругарова А.: Возможности определения нитратов в растительном материале	1149
Махачкова И., Змргал З., Трчкова М.: Содержание нитратов в листьях салата и шпината в зависимости от времени уборки в течение дня и от условий и продолжительности хранения	1155
Грегорова Г.: Качество азотистых веществ после удобрения естественных травостоев в разных экологических условиях	1162
Ондрашек Л.: Изменения в содержании и качестве гумусных веществ луговой почвы после пятилетнего внесения минеральных удобрений	1176
Томашек М.: Устойчивость почв против действия кислых осадков	1185
Фацек З.: Оценка загрязнения почв в остравской агломерации	1196
Коварж П., Брабец Ч.: Влияние погоды на накопление загрязняющих частиц в растительной поросли	1203
Леблова С., Шпирганзлова Э., Дворжакова Я.: Загрязнение растений и почв тяжелыми металлами в пражской агломерации	1213
Спалены Й.: Влияние погоды в 1976—1980 годах на снижение урожаев, вызванное атмосферными имиссиями	1229
Маршалек Л.: Пестициды как возможные источники мутагенеза	1231

CONTENTS

Facek Z.: Agrochemicals and Air Pollution	1121
Damaška J.: Fertilization and Nutrient Outwash in Different Soil and Ecological Conditions	1130
Hrbáček J.: The Tank-Mix Application of Liquid Fertilizers with Some Pesticides to Spring Barley	1140
Prugarová A.: Possibilities of Determining Nitrates in Plant Material	1150

Macháčková I., Zmrhal Z., Trčková M.: Nitrate Content in Lettuce and Spinach Leaves in relation to the Day-time of Harvesting and Conditions and Duration of Storage	1155
Gregorová H.: The Quality of Crude Protein after the Fertilization of Natural Grassland under Various Ecological Conditions	1162
Ondrášek L.: Changes in the Content and Quality of Humic Substances in the Meadow Soil after Five Years of Application of Commercial Fertilizers	1177
Tomášek M.: Soil Resistance to the Effects of Acid Rain	1185
Facek Z.: Evaluation of Soil Contamination in the Industrial Agglomeration of Ostrava	1196
Kovář P., Brabec E.: The Effect of Weather on the Deposition of Pollutant Particles in a Plant Stand	1203
Leblová S., Špirhanzlová E., Dvořáková J.: Heavy Metal Contamination of Plants and Crops in the Prague Urban Agglomeration	1213
Spálený J.: The Effect of Weather on Yield Losses Caused by Atmospheric Emissions in 1976—1980	1229
Maršálek L.: Pesticides as the Sources of Mutagenesis	1231

INHALT

Facek Z.: Agrochemikalien und Verunreinigung der Lebensumwelt	1121
Damaška J.: Düngung und Auswaschen von Nährstoffen unter verschiedenen bodenökologischen Bedingungen	1130
Hrbáček J.: Gemeinsamer Einsatz von Flüssigdüngern mit Pestiziden bei Sommergerste	1141
Prugarová A.: Möglichkeiten zur Bestimmung von Nitraten im Pflanzenmaterial	1150
Macháčková I., Zmrhal Z., Trčková M.: Gehalt der Salat- und Spinatblätter an Nitraten in Abhängigkeit von der Tageszeit der Ernte und der Lagerungsdauer sowie den Lagerungsbedingungen	1155
Gregorová H.: Die Qualität der N-Stoffe nach Düngung der natürlichen Grasbestände in unterschiedlichen ökologischen Bedingungen	1163
Ondrášek L.: Umwandlungen der Qualität und des Gehaltes der Wiesenböden an Humusstoffen nach einer fünfjährigen Anwendung von Handelsdüngemitteln	1177
Tomášek M.: Bodenrezistenz gegen Wirkungen des Sauerregens	1186
Facek Z.: Bewertung der Bodenverunreinigung in der Agglomeration von Ostrava	En 1196
Kovář P., Brabec E.: Einfluss des Wetters auf die Ablagerung von verunreinigenden Partikeln im Pflanzenbestand	1203
Leblová S., Špirhanzlová E., Dvořáková J.: Kontamination der Pflanzen und Böden durch Schwermetalle in der Prager Agglomeration	1214
Spálený J.: Einfluss der Witterungsbedingungen in den Jahren 1976—1980 auf die durch atmosphärische Immissionen verursachten Ernteverluste	1229
Maršálek L.: Pestizide als die möglichen Quelle der Mutagenesis	1231

Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS-ÚED Praha, závod 01 — AOT, Kafkova 19, 160 00 Praha 6; PNS-ÚED Praha, závod 02, Obránců míru 2, 656 07 Brno; PNS-ÚED Praha, závod 03, Kubánská 1539, 708 72 Ostrava-Poruba. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice a dovoz tisku Praha, závod 01, administrace vývozu tisku, Kafkova 19, 160 00 Praha 6. Vytiskl MÍR, novinářské závody, n. p., závod 6, tř. Lidových milicí 22, 120 00 Praha 2.